

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

**НАУКОВИЙ ВІСНИК**  
**ПОЛТАВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ**  
**Серія «Технічні науки»**

**Випуск 1, 2026**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2026

## **ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:**

**Ткаченко Аліна Сергіївна**, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи, директор Навчально-наукового інституту денної освіти, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна (головний редактор)

**Антюшко Дмитро Петрович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства і фармації, Державний торговельно-економічний університет, Україна

**Левченко Юлія Вікторівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри механічної та електричної інженерії, Полтавський державний аграрний університет, Україна

**Тюрікова Інна Станіславівна**, доктор технічних наук, професор, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна

**Хомич Галина Панасівна**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна

**Шевченко Анастасія Олександрівна**, доктор технічних наук, доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій, Україна

**Анне Гріффін**, доктор філософії, асоційований професор, Університет Лімерика, Ірландія

**Джована Радуллович**, PhD, професор, науковий співробітник, Портсмутський університет, Велика Британія

**Крусір Галина Всеволодівна**, доктор технічних наук, професор, науковий співробітник, Університет прикладних наук і мистецтв Північно-Західної Швейцарії, Швейцарія

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1555 від 09.05.2024 року. Ідентифікатор медіа: R30-04059.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Полтавський університет економіки і торгівлі  
(вул. Банка Івана, буд. 3, м. Полтава, 36003, [can@puet.edu.ua](mailto:can@puet.edu.ua), тел. (0532) 50-91-70; (0532) 50-02-22).

Періодичність – 3 рази на рік.

Затверджено відповідно до рішення вченої ради  
Полтавського університету економіки і торгівлі  
(від 29.04.2026 року протокол № 5)

Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»  
включено до переліку наукових фахових видань України в галузі технічних наук (категорія «Б»)  
на підставі Наказу МОН України від 27 вересня 2021 року № 1017 (додаток 3)

**Галузь науки:** G – Інженерія, виробництво та будівництво.

**Спеціальності:** G13 – Харчові технології; G15 – Технології легкої промисловості;

G2 – Технології захисту навколишнього середовища.

Збірник включений до міжнародних наукометричних баз даних:  
Index Copernicus, Google Scholar

Електронна сторінка видання: [www.puet.poltava.ua/index.php/technical](http://www.puet.poltava.ua/index.php/technical)  
DOI: 10.37734/2518-7171-2026-1

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою  
програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

**ЗМІСТ****ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ****В. В. Атанасова, К. О. Білик, В. С. Атанасова**АДАПТОГЕНИ У РЕГУЛЯЦІЇ СТРЕСОВИХ РЕАКЦІЙ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ  
У ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКЦІЇ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА.....5**D. Kramarenko, N. Girenko**STUDY OF THE INFLUENCE OF ADDITIVES OF NETTLE EXTRACTS  
ON THE PROCESSES OF FORMATION OF THE GLUTEN COMPLEX OF WHEAT DOUGH....15**Г. П. Хомич, Ю. Г. Наконечна, Л. Б. Олійник, Н. Ю. Молчанова, Н. В. Гнітій**

ІННОВАЦІЙНІ ІНГРЕДІЄНТИ В ТЕХНОЛОГІЇ СІЧЕНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ..25

**НОВІ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ І ТОРГІВЛІ****О. О. Котов, С. О. Хричов**ВПЛИВ СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ КАВОВОЇ ГУЩІ НА ЯКІСТЬ  
І ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ.....33**І. Г. Пандяк, Г. В. Кушнірук, Х. І. Ковальчук**ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КРАФТОВОГО ВИРОБНИЦТВА  
НОВИХ ВИДІВ ЗАМОРОЖЕНИХ СОРЕТІВ.....38**ІННОВАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ****С. І. Олійник, Р. Г. Тимченко**ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АГЛОМЕРОВАНОГО  
АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДНО-СПИРТОВИХ СУМШЕЙ.....45**ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ТОВАРОЗНАВСТВА  
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ****Л. В. Флока, Н. В. Гнітій, З. П. Рачинська**ЕКСПЕРТИЗА ЯКОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОБІОТИЧНИХ  
КЕФІРІВ НА ПРИКЛАДІ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ.....53**ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ,  
МЕТРОЛОГІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ****М. Б. Колеснікова, Т. В. Черемська, С. Л. Юрченко, А. О. Колесник**МЕТОДОЛОГІЯ ІНТЕГРАЦІЇ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ  
ТА ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМУ ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ  
ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ.....59**Є. Є. Тарасенко, І. Ю. Пилипенко, Л. С. Франко, Н. С. Педченко**ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСТИТУЦІЙНИХ ЗМІН ТА МЕХАНІЗМІВ ЇХ ВРАХУВАННЯ  
В СИСТЕМІ ТОРГІВЛІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯМИ В УКРАЇНІ.....67**Н. О. Офіленко, О. О. Горячова**АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІКРИ ІМІТОВАНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ДЕСКРИПТИВНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ.....74

## CONTENTS

### INNOVATIVE FOOD TECHNOLOGIES

<b>V. Atanasova, K. Bilyk, V. Atanasova</b> ADAPTOGENS IN THE REGULATION OF STRESS RESPONSES AND THEIR APPLICATION IN RESTAURANT PRODUCT TECHNOLOGY.....	5
<b>D. Kramarenko, N. Girenko</b> STUDY OF THE INFLUENCE OF ADDITIVES OF NETTLE EXTRACTS ON THE PROCESSES OF FORMATION OF THE GLUTEN COMPLEX OF WHEAT DOUGH....	15
<b>G. Khomych, Ju. Nakonechna, L. Oliinyk, N. Molchanova, N. Hniti</b> APPLICATION OF INNOVATIVE INGREDIENTS IN THE TECHNOLOGY OF CHOPPED MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS.....	25

### NEW RESOURCE-AND ENERGY-SAVING FOOD AND TRADE TECHNOLOGIES

<b>O. Kotov, S. Khrychov</b> INFLUENCE OF THE PREPARATION METHOD OF SPENT COFFEE GROUNDS ON THE QUALITY AND NUTRITIONAL VALUE OF FUNCTIONAL FLOUR PRODUCTS.....	33
<b>I. Pandyak, G. Kushniruk, Kh. Kovalchuk</b> ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF CRAFT PRODUCTION OF NEW TYPES OF FROZEN SORBETS.....	38

### INNOVATION PROCESSES OF FOOD PRODUCTION

<b>S. Oliinyk, R. Tymchenko</b> STUDY OF THE EFFICIENCY OF USING AGGLOMERATED ACTIVATED CARBON FOR THE PURIFICATION OF WATER-ALCOHOL SOLUTION.....	45
--	----

### THEORY AND PRACTICE OF FOOD SCIENCE

<b>L. Floka, N. Hniti, Z. Rachynska</b> EXPERTISE OF THE QUALITY AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF PROBIOTIC KEFIRS USING THE EXAMPLE OF PRODUCTS OF UKRAINIAN MANUFACTURERS.....	53
--	----

### QUALITY AND SECURITY OF INDUSTRIAL GOODS, STANDARDIZATION, METROLOGY, CERTIFICATION AND QUALITY MANAGEMENT

<b>M. Kolesnikova, T. Cheremska, S. Iurchenko, A. Kolesnyk</b> METHODOLOGY FOR INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITAL MONITORING TOOLS INTO THE FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM OF RESTAURANT INDUSTRY ESTABLISHMENTS.....	59
<b>Ye. Tarasenko, I. Pylypenko, L. Franko, N. Pedchenko</b> RESEARCH ON INSTITUTIONAL CHANGES AND MECHANISMS FOR THEIR CONSIDERATION IN THE ELECTRIC VEHICLE TRADE SYSTEM IN UKRAINE.....	67
<b>N. Ofilenko, O. Goryacova</b> ANALYSIS OF QUALITY INDICATORS OF SIMULATED CAVIAR USING A DESCRIPTIVE EVALUATION METHOD.....	74

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 612.8:615.8:159.944.4:613.292

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-1-1>

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

АДАПТОГЕНИ У РЕГУЛЯЦІЇ СТРЕСОВИХ РЕАКЦІЙ  
ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКЦІЇ  
РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**В. В. АТАНАСОВА**, кандидат технічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-7560-5202

(Одеський національний технологічний університет)

**К. О. БІЛИК**, фахівець з технології харчування

ORCID ID: 0009-0006-4173-1995

**В. С. АТАНАСОВА**, здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

ORCID ID: 0009-0004-2552-4836

(Одеський національний технологічний університет)

**Анотація.** Згідно з дослідженнями, в Україні рівень стресу залишається високим через соціально-економічні труднощі та наслідки війни, і майже кожен четвертий українець стикається з підвищеним ризиком розвитку психічних розладів. Хронічний стрес негативно впливає на фізичне та психічне здоров'я, сприяючи розвитку широкого спектра захворювань. Його наслідки позначаються не лише на індивідуальному рівні, а й на суспільстві загалом. Пошук ефективних способів його корекції набуває все більшої актуальності. Одним із перспективних методів корекції є використання адаптогенів–біоактивних речовин, здатних нормалізувати фізіологічні процеси та підвищувати стійкість організму до стресорів. Їхня здатність модулювати рівень кортизолу, підтримувати гомеостаз та оптимізувати енергетичний баланс робить їх особливо цінними для харчування. Стаття висвітлює механізми впливу адаптогенів на організм, аналізує їхню роль у зменшенні негативних наслідків стресових реакцій та розглядає потенційні шляхи їх застосування у харчовій промисловості. Здійснено огляд сучасних наукових досліджень, що підтверджують ефективність адаптогенів у покращенні когнітивних функцій та регуляції фізіологічної стійкості. Отримані результати демонструють перспективність розробки функціональних продуктів на основі адаптогенів. Такий підхід може сприяти не лише покращенню психоемоційного стану, а й забезпеченню довготривалого захисту від негативних наслідків стресу. Використання адаптогенів у харчових продуктах є важливим кроком у розвитку сучасної нутрицевтики та превентивної медицини.

**Ключові слова:** стрес, кортизол, гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова вісь, антистресова дія, фітотерапія, адаптогени, Радіола рожева, Ашваганда, Женьшень, Лимонник китайський, антиоксидантні властивості, харчові продукти.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.**

Війна, економічна нестабільність, невизначеність майбутнього – усе це стало частиною повсякденного життя мільйонів українців. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), близько 10 мільйонів людей в Україні можуть зіткнутися з психічними розладами, спричиненими хронічним стресом.

Стрес має доведений зв'язок з різноманітними розладами, які можна класифікувати в кілька основних категорій. До психічних розладів належать депресія, тривожні та посттравматичні стресові розлади (ПТСР), шизофренія, порушення харчової поведінки та вживання психоактивних речовин. Крім того, стрес може бути фактором ризику розвитку кардіо-цереброваскулярних розладів, включаючи інфаркт міокарда, коронарну

хворобу серця та інсульт. У метаболічній сфері стрес сприяє розвитку ожиріння, метаболічного синдрому та діабету 2 типу [1].

Хронічний стрес це не лише особиста проблема кожного, а й серйозний виклик для суспільства, оскільки психічне здоров'я безпосередньо пов'язане з економічною продуктивністю, рівнем соціальної взаємодії та безпекою в країні.

Згідно з дослідженням, за 2023 рік, на психічне здоров'я українців найбільше впливає: війна – 88,5%; фінансові проблеми – 43,1%; вартість життя/інфляція – 32,5%.

В Україні діагностують лише 1 з 50 випадків психічних розладів. Як повідомляє Міністерство охорони здоров'я, однією з причин цього є те, що українці рідко звертаються за професійною допомогою, оскільки вважають, що з ними не

відбувається нічого серйозного. Багато хто досі соромиться звертатися по допомогу до психіатрів побоюючись стигми [2].

Дослідження показало, що рівень стресу серед українців варіюється в залежності від місця перебування. Загальний рівень стресу становить 109,73, з найбільшим стресом у людей за кордоном (118,36), середнім серед біженців (114,07) і найнижчим серед тих, хто в Україні поза зоною бойових дій (105,15). Серед жінок рівень стресу вищий, ніж серед чоловіків. Основні симптоми стресу – тривога, порушення сну та психологічні проблеми [3].

Отже, рівень стресу в Україні є надзвичайно високим, що обумовлено рядом факторів, серед яких основним є війна. Цей фактор значно посилює психоемоційне навантаження на населення. Окрім вже відомого, що середземноморська дієта має позитивний вплив на психоемоційний стан людини, оскільки її основою є вживання різноманітних нутрієнтів (омега-3 жирні кислоти, антиоксиданти (вітаміни С та Е), поліфеноли, білки, клітковина) та збалансоване харчування, що сприяє підтримці загального здоров'я [4-6]. Окрім традиційних методів, існують також нетрадиційні підходи до адаптації організму до стресових чинників, серед яких використання адаптогенів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У контексті фізіології стрес визначається як адаптаційна відповідь організму на загрози або виклики, які можуть порушувати його гомеостаз (здатність організму підтримувати постійну стабільність своїх фізіологічних, біохімічних та біоелектричних параметрів).

Стресори можуть бути як фізичними (наприклад, низька температура, інтенсивні фізичні вправи), так і психічними (емоційними) – такими, як загроза безпеці, важкі ситуації на роботі, сімейні конфлікти, поспіх у виконанні завдань або навіть несподівані позитивні новини [7].

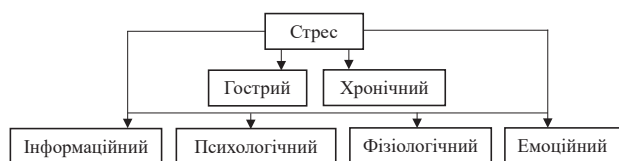


Рис. 1. Види стресів

Стрес та стрес-реакція є природними і корисними процесами, необхідними для адаптації до змін. Проте шкідливий вплив стресу виникає, коли стресори занадто сильні або тривають довго, що може призвести до ушкодження організму та порушення роботи адаптаційних систем. Хронічний стрес надмірно навантажує адаптаційні механізми, що негативно впливає на здоров'я.

Стрес активує кілька систем організму для адаптації до загроз, включаючи нервову, ендокринну та

імунну системи. Основною метою є підтримка гомеостазу та захист від негативних наслідків стресу. Стресові реакції здійснюються через два основні механізми: симпатико-адреналову систему (САС) і гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову вісь (ГГН). САС забезпечує швидку реакцію через вивільнення адреналіну та норадреналіну, що викликає реакцію «боротьби або втечі». ГГН регулює більш тривалі реакції через вивільнення кортикотропін-рилізинг-гормону (КРГ) і адренкортикотропного гормону (АКТГ), що стимулюють вироблення кортизолу – головного гормону стресу.[8,9]

Кортизол виконує кілька важливих функцій у стресовій відповіді організму:

а) збільшення рівня глюкози в крові: стимулює глюконеогенез у печінці. Знижує використання глюкози в периферичних тканинах, забезпечуючи організм енергією для подолання стресу.

б) пригнічення імунної відповіді: зменшує запальні реакції. Захищає організм від надмірної імунної активності, яка може призвести до пошкоджень під час тривалого стресу.

в) перерозподіл енергетичних ресурсів: скеровує енергію від менш важливих функцій, таких як травлення та репродукція, до більш критичних функцій, які підтримують адаптацію організму в умовах стресу.

Ці фізіологічні зміни спрямовані на підготовку організму до негайної відповіді на загрозу шляхом мобілізації енергетичних ресурсів та підвищення фізичної готовності.

Кортизол (гідрокортизон) є природним стероїдним гормоном і основним представником глюкокортикостероїдів, який продукується наднирковими залозами. Він виконує функцію ключового медіатора стресової реакції. Під час стресу секреція кортизолу значно зростає, що сприяє підвищенню концентрації глюкози в крові [10].

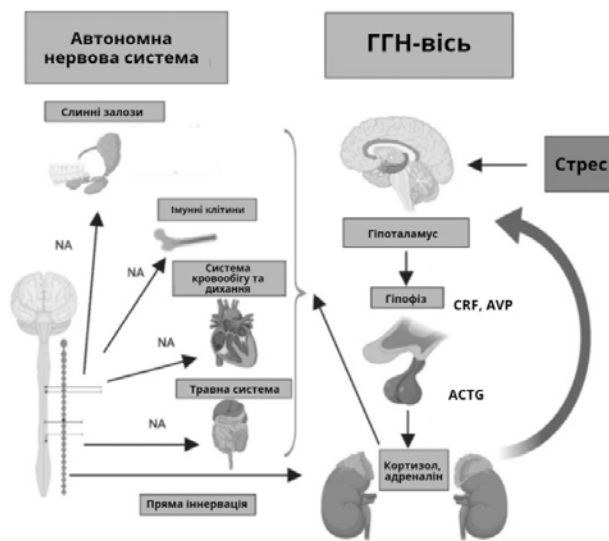


Рис. 2. Система реакції на стрес [11]

Таким чином, фізіологічні механізми стресу – це складні процеси, які дозволяють організму швидко реагувати на стресори. Проте, тривалий стрес може призвести до серйозних порушень функціонування різних систем організму, що підкреслює важливість своєчасного втручання для підтримки здоров'я та зменшення впливу стресу на організм.

Оскільки одним з основних механізмів стресу є підвищення рівня кортизолу – гормону, що відповідає за тривалі стресові реакції, – важливим є коригування харчування для підтримки його нормального рівня.

Адаптогени активно вивчаються протягом останніх десятиліть, особливо у країнах із розвиненими традиціями фітотерапії. Останні дослідження адаптогенів проводилися різними вченими, які зробили значний внесок у вивчення їхніх механізмів дії. Серед ключових дослідників можна виділити: Panossian, A.G., Wikman, G., Wagner H., Nörr H., Winterhoff H., Asea A., Kaur P. Efferth T., De-an Guo., Wanying Wu, Mukherjee P., Banerjee S., Shikov A., Heinrich M., Kuchta K. [12-14].

**Формування цілей статті.** Метою статті є дослідження впливу адаптогенів на організм людини, їх здатності регулювати фізіологічні процеси, знижувати рівень стресу та підвищувати стійкість до стресорів. Аналізуючи існуючі наукові дані, ми також вивчаємо можливості їх застосування у харчовій промисловості, особливо в розробці функціональних продуктів. Такі продукти можуть сприяти не лише покращенню психоемоційного стану, але й забезпечити довготривалу підтримку організму в умовах стресу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Історія адаптогенів почалася під час Другої світової війни, коли в 1943 році Рада народних комісарів СРСР видала Постанову № 4654-п, що ініціювала дослідження речовин, здатних підтримати фізичну витривалість солдатів та працівників оборонних підприємств. Термін «адаптоген» був введений у 1958 році радянським токсикологом Лазаревим, який застосував його до діазолу – синтетичного стимулянта, що підвищує стійкість організму до стресу. Це поняття виникло на основі досліджень лимонника китайського (*Schisandra chinensis*), який використовувався під час війни як природний стимулянт для військових, замінюючи хімічні препарати, що застосовували армії Німеччини та Великої Британії. [14,15]

Згідно з оригінальним визначенням, адаптогени – це сполуки, які мають три основні властивості: [15]

а) підвищують стійкість організму до різноманітних негативних впливів, таких як фізичні, хімічні чи біологічні фактори;

б) нормалізують функціональний стан організму, незалежно від того, яку патологію він має;

в) є безпечними і не порушують звичну роботу організму.

Отже, *адаптогени* – це природні сполуки або екстракти рослин, які підвищують адаптацію, стійкість та виживаність організмів до стресу. Адаптогени поділяються на два основні типи: природні і синтетичні, відомі також як актопротектори. [13,16,17]

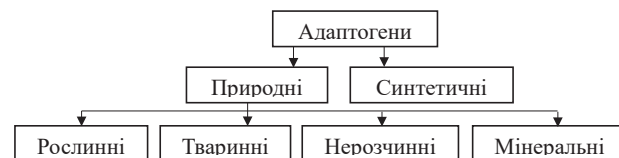


Рис. 3. Класифікація адаптогенів

Рослинного походження, наприклад: женьшень (*Panax ginseng*); елеутерокок (*Eleutherococcus senticosus*), родіола рожева (*Rhodiola rosea*), китайський лимонник (*Schisandra chinensis*), солодка (*Glycyrrhiza glabra*), гінко білоба (*Ginkgo biloba*), ашваганда (*Withania somnifera*), мака перуанська (*Lepidium meyenii*) та інші.

До нерозчинних адаптогенів рослинного походження відносять деревні смоли, такі як босвелія (*Boswellia serrata*, ладан), хільтїт арабська (*Asafoetida*), мастика фісташкового дерева (*Pistacia lentiscus*) та інші.

Мумійо, добре відомий мінеральний адаптоген природного походження, є основою для створення групи мінеральних адаптогенів. Ця речовина містить важливі мікроелементи, такі як цинк, селен, мідь і марганець, а також природні копальни, зокрема сапропелі та торф.

Тваринного походження, наприклад: мед та похідні продукти бджільництва – бджолиний пилок (Pollen), прополіс (Propolis), апілак (маточне молочко, Royal jelly), кордицепс (*Cordyceps sinensis*), рейші (*Ganoderma lucidum*), панти північного оленя та інші.

Синтетичного походження, наприклад: бетаїн (Trimethylglycine), бемітил (Bemital), фенамін (Phenamine), фенібут (Phenibut), оротат калію (Potassium orotate), метилурацил (Methyluracil) та інші. [16,18]

Незважаючи на офіційні показання для використання адаптогенів у офіційній медицині як тоніків, ці речовини активно застосовувалися в таких сферах: [14]

а) спортивна медицина – для сприяння відновленню організму після інтенсивних фізичних навантажень і втоми, а також для поліпшення фізичної працездатності.

б) трудова медицина – для зниження впливу негативних екологічних та професійних факторів на здоров'я працівників.

в) геріатрія – для підтримки здоров'я літніх людей шляхом профілактики захворювань та

інвалідності, а також для поліпшення загального стану організму.

За останніми науковими дослідженнями, дія адаптогенів полягає у відновленні гомеостазу шляхом модуляції системи стресової відповіді через ГГН-вісь, зменшуючи негативний вплив хронічного стресу на організм.

Ганс Сельє класифікує стрес-реакції на три основні стадії: [9]

1. Стадія тривожності (tiredness) – перша фаза адаптації до стресу, що включає швидкі фізіологічні зміни для активізації ресурсів організму. Тривалість зазвичай не перевищує 48 годин і вважається гострим стресом.

2. Стадія резистентності (fatigue) – настає після 48 годин впливу стресора. Тривалість і інтенсивність залежать від стресора та індивідуальних особливостей організму. При короткочасному стресі організм адаптується, при тривалому – переходить до третьої стадії.

3. Стадія виснаження (exhaustion) – проявляється після тривалого стресу, коли адаптаційні резерви виснажуються, що знижує стійкість до стресу, викликаючи втому та спустошення.

На рис. 4 показано, як адаптогени підвищують стресостійкість організму, зменшуючи його сприйнятливості до стресорів, що сприяє продовженню фази стійкості (stimulating effect) та запобігає розвитку виснаження. В результаті їх впливу підтримується більш стабільний рівень гомеостазу (homeostasis), відомий як гетеростаз (heterostasis), що характеризується ефективнішою адаптацією до стресових чинників. Дослідження, проведені на тваринах і людях, підтвердили їхню здатність зменшувати втому та чинити стимулюючу дію.

Стресова реакція нашого тіла включає в себе центральну нервову систему (ЦНС), яка пов'язана

з гормонами, такими як кортикотропін-рилізінг-гормон (КРТГ) і аргінін-вазопресин (АВП), а також адреналіном. Ці гормони взаємодіють і координують наші відповіді на стрес. ЦНС співпрацює з симпатичною нервовою системою (СНС) та ГГН-віссю, які допомагають організму боротися зі стресом.

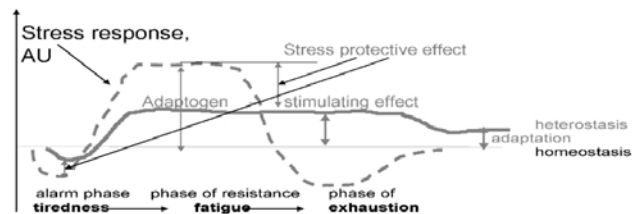


Рис. 4. Реакція на стрес з адаптогенами [14]

Коли ми стикаємося зі стресом, ці системи взаємодіють. Гормони, які виробляються під час стресу, можуть активувати інші частини нервової системи, що ще більше впливає на нашу реакцію на стрес. Наприклад, катехоламіни (гормони, які виробляє організм у стресових ситуаціях) стимулюють ГГН-вісь, а та, у свою чергу, може впливати на симпатичну нервову систему, яка допомагає швидко реагувати на стрес.

Найпереконливіші докази ефективності адаптогенів були знайдені в дослідженнях нейропротекторних ефектів, впливу на когнітивні функції і психічну продуктивність при втомі, а також ефективності при астенії та депресії. Адаптогени можуть бути корисними при нейродегенеративних розладах. [19-23]

Використання адаптогенів у харчовій промисловості.

Трави використовувалися в різних культурах, включаючи Індію, Рим, Персію, Месопотамію,

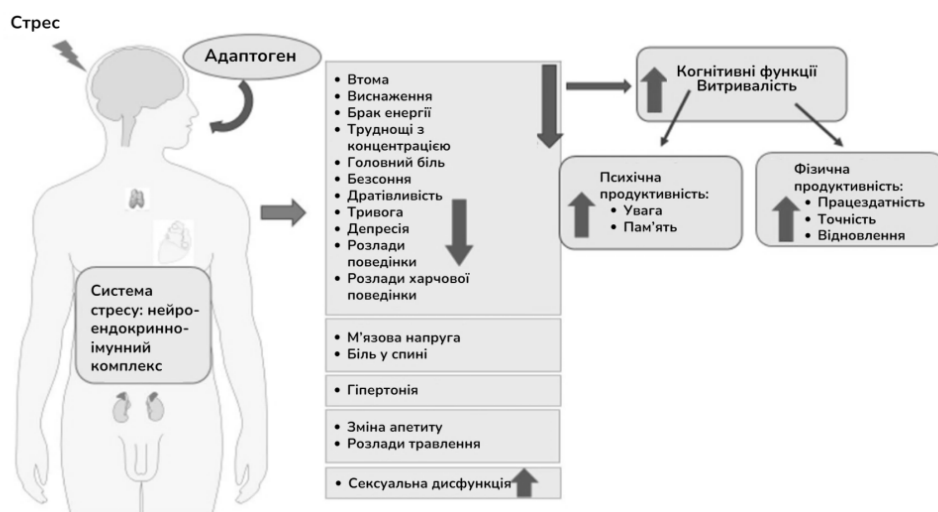


Рис. 5. Симптоми спричинені хронічним стресом [21]

Грецію та Арабські королівства, як джерело їжі. Завдяки зростаючому попиту на продукти, що сприяють здоров'ю, ринок функціональних продуктів харчування активно розвивається. [24]

Традиційно адаптогени використовуються у чаї, який допомагає покращити фізичну витривалість, знижувати рівень стресу і підтримувати загальний стан здоров'я. (див. таблицю 2)

Екстракти різних рослин показали антиоксидантні та антимікробні властивості, що поліпшує збереження продуктів. У таблиці 3 наведено приклади використання різних частин ашваганди, методів її обробки та харчових продуктів, у яких застосовувалися адаптогени.

Екстракти ашваганди мають антиоксидантні та антимікробні властивості, що покращують збереження продуктів, наприклад, стабільність ліпідів і мікробіологічну якість сиру. Порошок кореня ашваганди (0,5–2%) додається до молока без значного впливу на основні властивості, але знижує сенсорні оцінки через осідання.

У молочних продуктах з жиром, таких як Шрикханд (індійський десерт із зцідженого йогурту), ашваганда підвищила антиоксидантну активність і стабільність продукту до 52 днів у холодильнику та містять 0,5–0,6% порошку

ашваганди, що, як вважається, сприяє стабільності продукту [25].

Напої, збагачені ашвагандою та пасліною чорною з апельсиновим соком, зберігали свої органолептичні характеристики протягом 90 днів при кімнатній температурі. Антиоксидантна активність ашваганди та макої вказує на їх потенціал для створення функціональних фруктових напоїв, що можуть покращити якість харчування. [24]

Ринок адаптогенів у 2024 році оцінювався в 10,89 мільярда доларів США, а прогноз надходжень на 2030 рік складає 16,32 мільярда доларів США, з середньорічним темпом росту CAGR 7,0% з 2024 по 2030 рік

Сегмент адаптогенних продуктів у США зазнає посиленої конкуренції через інновації та розширення асортименту таких товарів. Загальна тенденція до здорового способу життя в країні сприяє зростанню інтересу до природних та холистичних засобів, що стимулює попит на рослинні продукти.

У 2023 році ашваганда забезпечила 38,4% частку доходу на ринку. (див. рис. 10), Традиційно використовується в аюрведичній медицині, ашваганда набула популярності на західних ринках, ставши частиною тренду холистичного здоров'я.

Таблиця 2

## Адаптогени в їжі [22]

№	Адаптогени з різних трав/рослин	Використання та рецепти
1.	Американський женьшень	Суп з американським женьшенем. Десерт з перепелиними яйцями та американським женьшенем. Женьшень використовується в чаї та з грибами.
2.	Амала	Найвідоміші аюрведичні препарати: трифала та чаванпраш. Фрукти амли використовуються для зниження спраги, оскільки стимулюють виділення слини. Свіжі стиглі плоди маринуються та використовуються як закуска для стимулювання апетиту.
3.	Ашваганда	В Індії її часто готують в молоці з патокою як солодкий, живильний напій для зняття слабкості, анемії та безсоння. Насіння ашваганди використовується в Судані для згущення молока при виготовленні сиру.
4.	Священний базилік	Священний базилік (тулсі) можна споживати як простий трав'яний чай. Чай з священним базиліком та імбиром або сам по собі добре сприяє травленню
5.	Корінь солодки	Чай з кореня солодкої деревини є відмінним засобом для втамування спраги. Чай з медом і смаженою солодкою деревиною також популярний.
6.	Ліциум	Ягоди ліциуму використовуються як підсолоджувач у чаї. Чай з плодами ліциуму живить очі, збагачує кров і допомагає контролювати рівень цукру в крові.

Використання адаптогенів у харчових продуктах на прикладі ашваганди.

Таблиця 3

## Застосування в харчових продуктах ашваганди [24]

Частина рослини	Харчове застосування	Методика екстракції	Значення
Плоди	Поліпшення терміну зберігання сиру	Холодна мацерація	Запобігає мікробіологічному псуванню сиру
Корені	Збагачення молока	Не зазначено	Для створення функціональних ферментованих молочних продуктів
Корені та листя	Харчовий ад'ювант у продуктах гі (гхі)	Перколяція для етанолового екстракту	Підвищує стабільність і антиоксидантні властивості продукту
Корені та листя	Пігулки або порошок, комбуча, гі (гхі), мед	Екстрактор Сокслета	Харчові закуски з добавкою ашваганди зберігають антиоксидантні властивості
Корені	Індійські плоскі хліби (чапати, наан і тепла)	Не зазначено	Ефективний інгредієнт для приготування продуктів з низьким глікемічним індексом

Її включення в добавки, функціональні продукти та напої зробило її більш доступною, що сприяло зростанню попиту в Північній Америці та Європі. Зі збільшенням усвідомлення важливості психічного здоров'я та зростанням поширеності стресових захворювань, споживачі все більше звертаються до ашваганди як до природного і ефективного способу управління стресом [26].

Географічний розподіл ринку: Сполучені Штати Америки, Канада, Мексика, Бразилія, Великобританія, Франція, Італія, Іспанія, Північні країни, Польща, Німеччина, Японія, Китай, Індія, Таїланд, Індонезія, Нордійські країни, Австралія та Нова Зеландія, Країни GCC, Північна Африка, Південна Африка та інші. [27]

Ринок адаптогенів у Європі в 2024 році генерував дохід у розмірі 3,225.4 мільярда доларів США,

з очікуваним середньорічним темпом зростання (CAGR) 7,3% протягом періоду з 2025 по 2030 роки (4,863.3 мільярда доларів США). Сегмент синтетичних адаптогенів став найбільшим джерелом доходу в 2024 році, тоді як органічні адаптогени є найбільш вигідним сегментом, що демонструє найшвидше зростання в прогнозованій період. В окремих країнах, Італія, ймовірно, буде мати найвищий темп зростання серед європейських ринків з 2025 по 2030 роки [28].

У 2021 році ринок адаптогенових грибів (рейші, левиний хвіст, хвіст індички, кордицепс, чага та інші) у Німеччині займав провідну позицію на європейському ринку та, згідно з прогнозами, зберігатиме лідерство до 2028 року, досягнувши ринкової вартості 1 170,8 млн. доларів США. Очікується, що ринок Великобританії демонструватиме

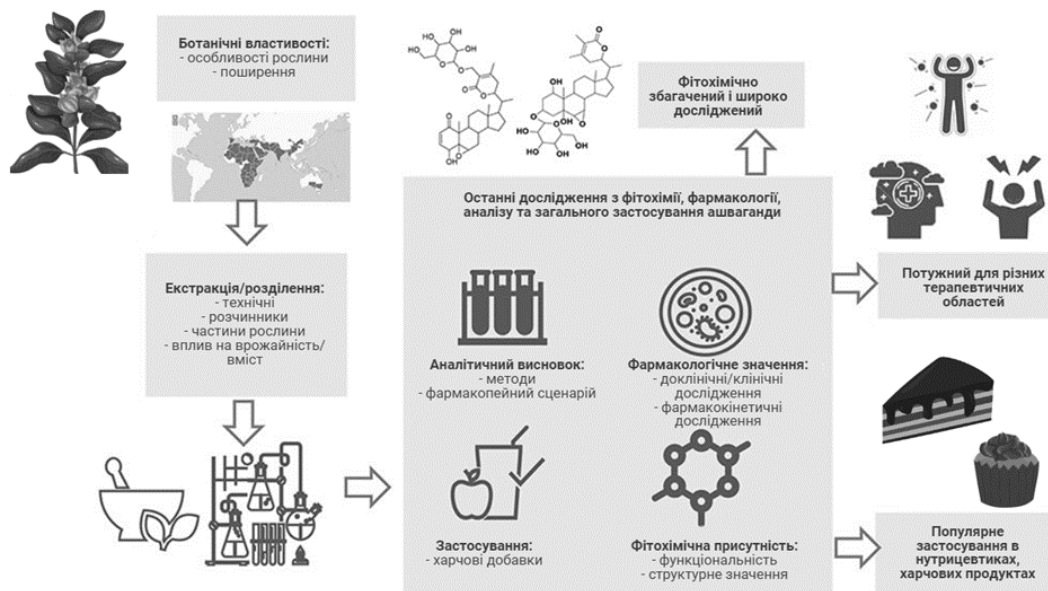


Рис. 6. Загальний огляд властивостей та застосування ашваганди [24]

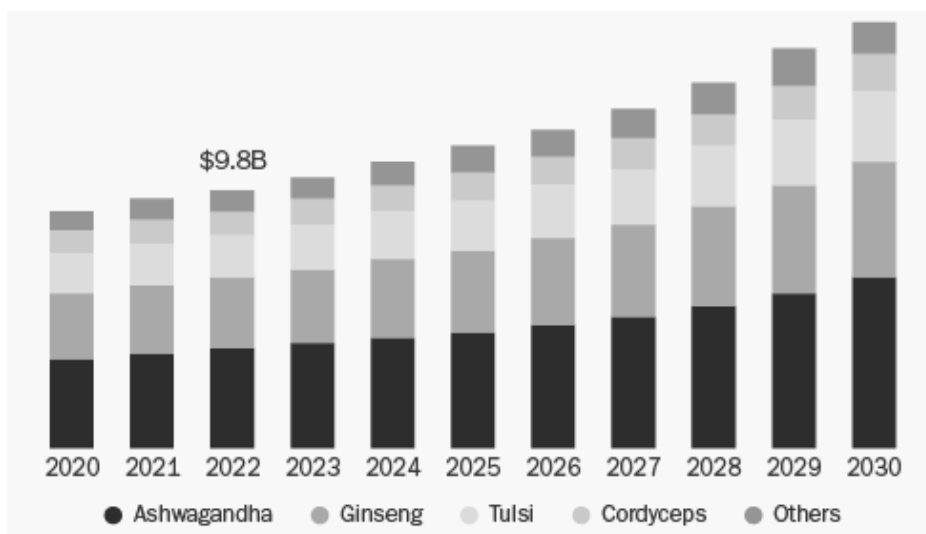


Рис. 7. Ринок за типом адаптогенів, 2020-2030 (млрд. дол. США) [26]

середньорічний темп росту (CAGR) на рівні 8,7% протягом періоду з 2022 по 2028 роки, тоді як ринок Франції буде зростати зі середньорічним темпом росту (CAGR) 10,5% у тому ж періоді [29].

До 2034 року ринок напоїв з адаптогенами прогнозується досягти 2 416,8 мільйона доларів США, зростаючи на тлі зростаючого попиту на органічні та корисні напої серед покоління мілленіалів. Інновації та сталий розвиток сприяють розробці нових, цільових формул адаптогенних напоїв, що забезпечує їх важливість у секторі здоров'я. Наприклад, у серпні 2022 року компанія JOYO запустила свої газовані адаптогенні чаї в Erewhon у Лос-Анджелесі. Ці напої, збагачені ашвагандою, левиним хвостом та грибами рейші, пропонують безцукрову, веганську альтернативу, що підтримує ясність розуму, знижує стрес і сприяє загальному благополуччю.

Дослідження свідчать, що кожен долар, інвестований у психічне здоров'я, приносить \$4 у вигляді підвищення продуктивності. З огляду на це, роботодавці все частіше включають адаптогенні напої до своїх програм благополуччя. Цей зростаючий інтерес з боку компаній, разом із підвищеною обізнаністю споживачів, сприяє розширенню ринку адаптогенних напоїв у США, що робить їх важливим елементом у рішеннях для підтримки здоров'я на робочому місці [27].

Ключові виробники на ринку адаптогенів використовують стратегії онлайн-продажів і знижок для розширення бізнесу. Вони також активно впроваджують інновації, пропонуючи нові продукти, які допомагають організму протистояти стресу. Наприклад, компанії Project Juice та Organika Health Products Inc. випускають адаптогенні латте та продукти для зниження стресу та покращення пам'яті. Бренди розробляють гібридні напої з додатковими перевагами, функціональні закуски, такі як протеїнові чіпси, і персоналізовані добавки для створення функціональних напоїв вдома.

Основні виклики на ринку включають:

- а) регуляторні перешкоди – необхідність наукових доказів для заяв про ефективність продуктів.
- б) освіта споживачів – популяризація знань про адаптогени та ноотропи.
- в) баланс функціональності та смаку – важливість смачного продукту для повторних покупок.
- г) якість інгредієнтів – контроль за ефективністю адаптогенів і пробіотиків.

д) послідовна доступність – забезпечення надійних поставок спеціалізованих інгредієнтів.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що адаптогени є перспективними компонентами функціонального харчування. Їхня здатність модулювати рівень кортизолу, підтримувати енергетичний баланс та зменшувати негативні наслідки стресу робить їх цінними для розробки нових харчових продуктів. Включення адаптогенів у раціон сприяє підвищенню стресостійкості, покращенню когнітивних функцій та загального самопочуття.

Сучасні технології дозволяють ефективно інтегрувати адаптогенні рослини та їх екстракти у різні категорії харчових виробів. Йдеться не лише про традиційні фітозасоби, такі як чаї чи настоянки, а й про сучасні формати: функціональні напої, білкові батончики, молочні продукти з додаванням адаптогенів та навіть ферментовані вироби. Однак, щоб такі продукти мали високу ефективність, необхідно визначити оптимальні дози адаптогенів і їх комбінації, які сприятимуть максимальному засвоєнню корисних речовин.

Водночас, незважаючи на очевидні переваги, є низка викликів, які потребують подальшого дослідження. По-перше, необхідно вивчити механізми взаємодії адаптогенів із різними інгредієнтами харчових продуктів, адже їхня ефективність може змінюватися залежно від форми введення та процесів обробки. По-друге, важливо розширити клінічні випробування для підтвердження довготривалих ефектів таких продуктів. По-третє, актуальним залишається питання органолептичних властивостей, адже смакові характеристики адаптогенів не завжди гармонійно поєднуються з іншими компонентами, що може впливати на споживчі вподобання.

Загалом, використання адаптогенів у харчовій промисловості є перспективним напрямом, що має потенціал для подальшого розвитку. Створення функціональних продуктів на їх основі може не лише покращити якість життя людей, але й сприяти формуванню культури усвідомленого харчування. Проте для широкомасштабного впровадження необхідні додаткові дослідження, спрямовані на оптимізацію технологій виробництва, оцінку ефективності та підвищення споживчої привабливості таких продуктів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Frankova I. Life on the brink: social stress, trauma and psychopathology (29th European College of Neuropsychopharmacology Congress materials review). *Psychosomatic Medicine and General Practice*. 2017. V. 2, №1: e020115.
2. Офіс Президента України. The Third Summit of First Ladies and Gentlemen. Research from 11 nations around the globe. URL: [https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/20/41/48f9168da920789b2dcb058ac150d378\\_1694090239.pdf](https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/20/41/48f9168da920789b2dcb058ac150d378_1694090239.pdf) (дата звернення: 14.03.2025)

3. Предко В.В., Сомова О.О. Вплив війни на зміну рівня стресу та стратегій збереження життєстійкості українців. *Вчені записки ТНУ імені ВІ Вернадського. Серія: Психологія*. 2022. Т. 33, №72. С. 89-98. DOI <https://doi.org/10.32782/2709-3093/2022.4/16>
4. Bizzozero-Peroni B. et al. The impact of the Mediterranean diet on alleviating depressive symptoms in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Rev*. 2025. V.83, №1. P. 29-39. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad176>
5. Borrego-Ruiz A, Borrego JJ. Human gut microbiome, diet, and mental disorders. *Int Microbiol*. 2025. V. 28, №1. P. 1-15. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10123-024-00518-6>
6. Patricia Camprodon-Boadas et al. Mediterranean Diet and Mental Health in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Nutr Rev*. 2025. V. 83, №2. P. 343-355. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuac053>
7. Боярчук, О. Д. Біохімія стресу: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. *Луганськ: Вид-во ДЗ ЛНУ імені Тараса Шевченка*. 2013 : 6.
8. Stephens M.A., Wand G. Stress and the HPA axis: role of glucocorticoids in alcohol dependence. *Alcohol Res*. 2012. V. 34, №4. P. 468-483.
9. Селье Г. Стресс без дистресса. *Журнал неврології ім. БМ Маньковського*. 2016. Т. 4, № 1. С. 78-89.
10. Dedovic K. et al. The brain and the stress axis: the neural correlates of cortisol regulation in response to stress. *Neuroimage*. 2009. V. 47, № 3. P. 864-871. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.074>
11. Ball J., Darby I. Mental health and periodontal and peri-implant diseases. *Periodontol 2000*. 2022. V. 90, №1. P. 106-124. DOI:<https://doi.org/10.1111/prd.12452>
12. Panossian A. et al. Adaptogens exert a stress-protective effect by modulation of expression of molecular chaperones. *Phytomedicine*. 2009. V. 16, № 6-7. P. 617-622. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.12.003>
13. Wagner H, Nörr H, Winterhoff H. Plant adaptogens. *Phytomedicine*. 1994. V. 1, № 1. P. 63-76. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0944-7113\(11\)80025-5](https://doi.org/10.1016/S0944-7113(11)80025-5)
14. Panossian A. et al. Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress- and aging-related diseases. *Med Res Rev*. 2021. V. 41, №1. P. 630-703. DOI:<https://doi.org/10.1002/med.21743>
15. Panossian A. Adaptogens: Tonic herbs for fatigue and stress. *Alternative & Complementary Therapies*. 2003. V. 9, №6. P. 327-331.
16. Oliylyk S., Oh S. The pharmacology of actoprotectors: practical application for improvement of mental and physical performance. *Biomol Ther (Seoul)*. 2012. V. 20, №5. P. 446-456. DOI:<https://doi.org/10.4062/biomolther.2012.20.5.446>
17. Todorova V. et al. Plant Adaptogens-History and Future Perspectives. *Nutrients*. 2021. V. 13, № 8. P. 2861. DOI:<https://doi.org/10.3390/nu13082861>
18. Адаптогени: що це таке і як вони впливають на організм людини. Belok. Блог про здоров'я та спорт. URL: [https://belok.ua/blog/ua/adaptogeny-cho-tse-take/?srsltid=AfmBOor0HP4o2cNcDILQKOYOWUwW\\_og\\_R1I5qd61EMcPIJvsUsgniqEL#tvarinni-nerozchinni-ta-mineralni-adaptogeni](https://belok.ua/blog/ua/adaptogeny-cho-tse-take/?srsltid=AfmBOor0HP4o2cNcDILQKOYOWUwW_og_R1I5qd61EMcPIJvsUsgniqEL#tvarinni-nerozchinni-ta-mineralni-adaptogeni) (дата звернення: 18.03.2025).
19. Panossian A. Understanding adaptogenic activity: specificity of the pharmacological action of adaptogens and other phytochemicals. *Ann N Y Acad Sci*. 2017. V. 1401, №1. P. 49-64. DOI:<https://doi.org/10.1111/nyas.13399>
20. Panossian A, Wikman G. Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress-Protective Activity. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2010. V. 3, №1. P. 188-224. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph3010188>
21. Asea A. et al. Evaluation of molecular chaperons Hsp72 and neuropeptide Y as characteristic markers of adaptogenic activity of plant extracts. *Phytomedicine*. 2013. V. 20, №14. P. 1323-1329. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2013.07.001>
22. Sharma R., Sharma P., Bhardwaj R. Adaptogens: new age healing gems for physical wellbeing. *American Journal of Multidisciplinary Research and Development (AJMRD)*. 2021. V. 3, № 10. P. 26-35. <https://www.ajmrd.com/wp-content/uploads/2021/10/D3102635.pdf>
23. Panossian, A., Wagner, H. Adaptogens: A review of their history, biological activity, and clinical benefits. *HerbalGram*. 2017. V. 90. P. 52-63.
24. Shinde S. et al. Recent Advancements in Extraction Techniques of Ashwagandha (*Withania somnifera*) with Insights on Phytochemicals, Structural Significance, Pharmacology, and Current Trends in Food Applications. *ACS Omega*. 2023. V. 8, № 44. P. 40982-41003. DOI:<https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03491>
25. Landge U. B., Pawar B. K., Choudhari, D. M. Preparation of Shrikhand Using Ashwagandha Powder as Additive. *Journal of Dairying, Foods and Home Sciences*. 2011. V. 30. P. 79-84.
26. Research. (n.d.). *Adaptogens market report*. Grand View Research. Retrieved March 19, 2025. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/adaptogens-market-report>
27. DataM Intelligence.Market Research LLP. *US Adaptogenic Beverages Market - 2024-2031*. Retrieved March 19, 2025. URL: <https://www.marketresearch.com/DataM-Intelligence-4Market-Research-LLP-v4207/Adaptogenic-Beverages-39336283/>
28. Grand View Research. (n.d.). *Europe adaptogens market size & outlook, 2024-2030*. Grand View Research. Retrieved March 19, 2025. URL: <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/adaptogens-market/europe>
29. Research. (n.d.). *Europe Adaptogenic Mushrooms Market Size, Share & Industry Trends Analysis Report By Application, By Form (Dried, Processed and Fresh/Whole), By Product (Reishi, Lion's Mane, Turkey Tail, Cordyceps, Chaga), By Country and Growth Forecast, 2022 - 2028*.MarketResearch. Retrieved March 19, 2025. URL: <https://www.marketresearch.com/Knowledge-Business-Value-KBV-Research-v4085/Europe-Adaptogenic-Mushrooms-Size-Share-33959817/>

## REFERENCES

1. Frankova, I. (2017) Life on the brink: social stress, trauma and psychopathology (29th European College of Neuropsychopharmacology Congress materials review). *Psychosomatic Medicine and General Practice*. V. 2, №1: e020115.
2. Ofis Prezidenta Ukrainy. The Third Summit of First Ladies and Gentlemen. Research from 11 nations around the globe. URL: [https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/20/41/48f9168da920789b2dcb058ac150d378\\_1694090239.pdf](https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/20/41/48f9168da920789b2dcb058ac150d378_1694090239.pdf) (accessed March 14, 2025). [in Ukrainian].
3. Predko, V.V., Somova, O.O. (2022). Vplyv viyny na zminu rivenya stresu ta stratehiy zberezhennya zhyttiistiykosti ukrayintziv [The Impact of War on the Change in Stress Levels and Resilience Strategies of Ukrainians]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads'koho*. Seriya: Psykholohiya. V. 33, №72. S. 89-98. DOI <https://doi.org/10.32782/2709-3093/2022.4/16> [in Ukrainian].
4. Bizzozero-Peroni B. et al. (2025) The impact of the Mediterranean diet on alleviating depressive symptoms in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Rev*. V.83, №1. P. 29-39. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad176>
5. Borrego-Ruiz, A., Borrego, JJ. (2025) Human gut microbiome, diet, and mental disorders. *Int Microbiol*. V. 28, №1. P. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10123-024-00518-6>
6. Patricia Camprodon-Boadas et al. (2025) Mediterranean Diet and Mental Health in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Nutr Rev*. V. 83, № 2. P. 343-355. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuae053>
7. Boyarchuk, O. D. (2013) Biokhimiya stresu: navch. posib. dlya stud. vyshch. navch. Zakl [Biochemistry of Stress: A Textbook for University Students]. *Luhansk: Vyd-vo DZ LNU imeni Tarasa Shevchenka*, 6. [in Ukrainian].
8. Stephens, M.A., Wand, G. (2012) Stress and the HPA axis: role of glucocorticoids in alcohol dependence. *Alcohol Res*. V. 34, №4. P. 468-483.
9. Sel'ye, H. (2016) Stress bez distressa [Stress Without Distress. Journal of Neurology named after]. *Zhurnal nevrologiyi im. B.M. Mankovs'koho*. V. 4, № 1. pp. 78-89.
10. Dedovic, K. et al. (2009) The brain and the stress axis: the neural correlates of cortisol regulation in response to stress. *Neuroimage*. V. 47, № 3. P. 864-871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.074>
11. Ball, J., Darby, I. (2022) Mental health and periodontal and peri-implant diseases. *Periodontol 2000*. V. 90, №1. P. 106-124. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12452>
12. Panossian, A. et al. (2009) Adaptogens exert a stress-protective effect by modulation of expression of molecular chaperones. *Phytomedicine*. V. 16, № 6-7. P. 617-622. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.12.003>
13. Wagner, H, Nörr, H, Winterhoff, H. (1994) Plant adaptogens. *Phytomedicine*. V. 1, № 1. P. 63-76. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0944-7113\(11\)80025-5](https://doi.org/10.1016/S0944-7113(11)80025-5)
14. Panossian, A. et al. (2021) Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress- and aging-related diseases. *Med Res Rev*. V. 41, №1. P. 630-703. DOI: <https://doi.org/10.1002/med.21743>
15. Panossian, A. (2003) Adaptogens: Tonic herbs for fatigue and stress. *Alternative & Complementary Therapies*. V. 9, №6. P. 327-331.
16. Oliynyk, S., Oh, S. (2012) The pharmacology of actoprotectors: practical application for improvement of mental and physical performance. *Biomol Ther (Seoul)*. V. 20, №5. P. 446-456. DOI: <https://doi.org/10.4062/biomolther.2012.20.5.446>
17. Todorova, V. et al. (2021) Plant Adaptogens-History and Future Perspectives. *Nutrients*. V. 13, № 8. P. 2861. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13082861>
18. Adaptoheny: shcho tse take i yak vony vplyvayut' na orhanizm lyudyny [Adaptogens: What Are They and How Do They Affect the Human Body? Belok. Blog about Health and Sports]. *Belok*. Blog pro zdorov'ya ta sport. Available at: [https://belok.ua/blog/ua/adaptogeny-cho-tse-take/?srsltid=AfmBOor0HP4o2cNcDILQKOYOWUwW\\_og\\_R115qd61EMcPIJvsUsngniEL#tvarinni-nerozchinni-ta-mineralni-adaptogeni](https://belok.ua/blog/ua/adaptogeny-cho-tse-take/?srsltid=AfmBOor0HP4o2cNcDILQKOYOWUwW_og_R115qd61EMcPIJvsUsngniEL#tvarinni-nerozchinni-ta-mineralni-adaptogeni) (accessed March 18, 2025). [in Ukrainian].
19. Panossian, A. (2017) Understanding adaptogenic activity: specificity of the pharmacological action of adaptogens and other phytochemicals. *Ann N Y Acad Sci*. V. 1401, №1. P. 49-64. DOI: <https://doi.org/10.1111/nyas.13399>
20. Panossian, A, Wikman, G. (2010) Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress-Protective Activity. *Pharmaceuticals (Basel)*. V. 3, №1. P. 188-224. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph3010188>
21. Asea, A. et al. (2013) Evaluation of molecular chaperons Hsp72 and neuropeptide Y as characteristic markers of adaptogenic activity of plant extracts. *Phytomedicine*. V. 20, №14. P. 1323-1329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2013.07.001>
22. Sharma, R., Sharma, P., Bhardwaj, R. (2021) Adaptogens: new age healing gems for physical wellbeing. *American Journal of Multidisciplinary Research and Development (AJMRD)*. V. 3, № 10. P. 26-35. <https://www.ajmrd.com/wp-content/uploads/2021/10/D3102635.pdf>
23. Panossian, A., Wagner, H. (2017) Adaptogens: A review of their history, biological activity, and clinical benefits. *HerbalGram*. V. 90. P. 52-63.
24. Shinde, S. et al. (2023) Recent Advancements in Extraction Techniques of Ashwagandha (*Withania somnifera*) with Insights on Phytochemicals, Structural Significance, Pharmacology, and Current Trends in Food Applications. *ACS Omega*. V. 8, № 44. P. 40982-41003. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03491>
25. Landge, U. B., Pawar, B. K., Choudhari, D. M. (2011) Preparation of Shrikhand Using Ashwagandha Powder as Additive. *Journal of Dairying, Foods and Home Sciences*. 2011. V. 30. P. 79-84.

26. Research. (n.d.). *Adaptogens market report*. Grand View Research. Available at: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/adaptogens-market-report> (accessed March 19, 2025).

27. DataM Intelligence. Market Research LLP. *US Adaptogenic Beverages Market - 2024-2031*. Available at: <https://www.marketresearch.com/DataM-Intelligence-4Market-Research-LLP-v4207/Adaptogenic-Beverages-39336283/> (accessed March 19, 2025).

28. Grand View Research. (n.d.). *Europe adaptogens market size & outlook, 2024-2030*. Grand View Research. Available at: <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/adaptogens-market/europe> (accessed March 19, 2025).

29. Research. (n.d.). *Europe Adaptogenic Mushrooms Market Size, Share & Industry Trends Analysis Report By Application, By Form (Dried, Processed and Fresh/Whole), By Product (Reishi, Lion's Mane, Turkey Tail, Cordyceps, Chaga), By Country and Growth Forecast, 2022 - 2028*. MarketResearch. Available at: <https://www.marketresearch.com/Knowledge-Business-Value-KBV-Research-v4085/Europe-Adaptogenic-Mushrooms-Size-Share-33959817/> (accessed March 19, 2025).

**V. Atanasova**, PhD, Associate Professor; **K. Bilyk**, Food Technology Specialist, Ukraine, **V. Atanasova**, Bachelor's Degree Student (Odesa National University of Technology). **Adaptogens in the regulation of stress responses and their application in restaurant product technology**

**Abstract.** According to research, the level of stress in Ukraine remains high due to socio-economic difficulties and the consequences of the war, with nearly one in four Ukrainians facing an increased risk of developing mental disorders. Chronic stress negatively impacts both physical and mental health, contributing to the development of a wide range of diseases. Its consequences affect not only individuals but society as a whole. The search for effective methods of stress correction is becoming increasingly relevant. One of the promising methods for correcting stress-induced changes is the use of adaptogens—bioactive substances capable of normalizing physiological processes and enhancing the body's resilience to stressors. Their ability to modulate cortisol levels, maintain homeostasis, and optimize energy balance makes them particularly valuable for functional nutrition. This article highlights the mechanisms of adaptogen action on the body, analyzes their role in reducing the negative consequences of stress reactions, and explores potential ways of applying them in the food industry. A review of contemporary scientific research is provided, confirming the effectiveness of adaptogens in improving cognitive functions and regulating physiological resilience. The results obtained demonstrate the potential of developing functional products based on adaptogens. This approach can contribute not only to improving the psycho-emotional state but also to ensuring long-term protection from the negative effects of stress. The use of adaptogens in food products is an important step in the development of modern nutraceuticals and preventive medicine. **Key words:** adaptogens, antioxidant properties, ashwagandha (*Withania somnifera*), cortisol, hypothalamic–pituitary–adrenal axis, Panax ginseng, Rhodiola rosea, Schisandra chinensis, stress, restaurant food technology.

Дата першого надходження статті до видання: 11.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026



## STUDY OF THE INFLUENCE OF ADDITIVES OF NETTLE EXTRACTS ON THE PROCESSES OF FORMATION OF THE GLUTEN COMPLEX OF WHEAT DOUGH

**D. KRAMARENKO**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

ORCID ID: 0000-0003-1353-686X

(Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics);

**N. GIRENKO**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

ORCID ID: 0000-0001-6854-8257

(Luhansk Taras Shevchenko National University)

**Abstract.** *The aim of the article is a comprehensive study of the effect of additives of *Urtica dioica* L. extracts on the processes of gluten complex formation in wheat yeast dough to substantiate the feasibility of their use in the production technologies of functional bakery products with high nutritional value. The research was conducted on samples of wheat flour of the highest and first grades (GOST 46.004-99), as well as flour from dried leaves of dioecious nettle (*Urtica dioica* L.) harvested in 2025. The extraction was carried out at temperatures of 20, 30 and 40°C for 1-6 hours at a hydraulic ratio of 1:10. The degree of extraction was estimated by the mass fraction of solids in the solution. The rheological properties of gluten were studied by the indicators of extensibility, flowability and compressive strain (using the penetrometer AR-4/1). The sugar-forming capacity of the flour was determined by the amount of accumulated maltose, and the gas-forming capacity was determined using the Jago-Ostrowski device during 5 hours of fermentation. It was proved that the extracts of nettle have a complex technological effect on the gluten complex of wheat dough: the yield and rheological properties of gluten are increased, and the sugar and gas-forming capacity of flour is increased. These effects are due to the synergistic effect of the nettle protein complex, ascorbic acid and peroxidase enzyme, which inhibit proteolytic activity through the mechanism of oxidation of sulfhydryl groups with the formation of additional disulfide bonds. The results indicate the prospects of using aqueous, salt and water-alcohol extracts of nettle as natural improvers in the production of functional bakery products.*

**Key words:** nettle (*Urtica dioica* L.), gluten complex, wheat dough, rheological properties, plant extracts, functional bakery products, gas formation, sugar formation, proteolysis, ascorbic acid.

**Formulation of the problem in general.** Bread and bakery products remain the main element of the human diet, providing a significant share of the daily energy requirement. However, traditional technologies based on the use of refined wheat flour face serious criticism from nutritionists and the medical community. The high glycaemic index, deficiency of essential micronutrients, dietary fibre and inadequate amino acid composition of mass-produced bread are risk factors for metabolic disorders, obesity and type 2 diabetes.

The current stage of development of the food industry (2021-2026) is characterised by a transition from the concept of food security (quantity) to the concept of "food for health" (quality). According to analytical data, the market for functional baking ingredients is showing steady growth, which is projected to reach more than USD 3 billion by 2034 [1]. The main drivers of this process are consumer demand for products with a clean label, high protein and fibre content, and reduced salt and sugar content.

The relevance of the topic is enhanced by the need to implement the principles of the circular economy. The bakery industry has a unique potential for valorising food industry by-products (fruit pomace, oil-seed meals, coffee sludge, etc.), turning them into valuable functional additives. This solves environmental

problems and reduces the cost of production while increasing its nutritional value [2].

Understanding the mechanisms of dough structure formation is key to the successful implementation of any additives. Yeast dough is a complex colloidal system whose rheological properties are determined by the interaction of gluten proteins (gliadin and glutenin), starch grains, lipids and water.

The introduction of any gluten-free additive inevitably leads to a gluten dilution effect. This reduces the ability of the dough to retain the carbon dioxide released by the yeast and can lead to a reduction in bread volume and poorer porosity.

However, current research shows that the mechanism of interaction is more complex. Hydrophilic additives (fibre, hydrocolloids) compete with gluten proteins for water, changing the kinetics of hydration and dough formation [3]. Polyphenolic compounds present in plant extracts can interact with thiol groups (-SH) and disulfide bonds (-S-S-) of proteins, acting as oxidants, thereby changing the rheology of the dough towards strengthening or thinning [4].

When selecting additives, it is important to consider their effect on the activity of yeast and lactic acid bacteria (in the case of sourdoughs), which is significantly dependent on the availability of available

sugars, amine nitrogen and pH of the medium [5]. Additives can both stimulate fermentation (sources of simple sugars, vitamins) and inhibit it (presence of antimicrobial components, essential oils). For example, a study using moringa leaf powder showed the need for pretreatment of raw materials to inactivate yeast growth inhibitors [6].

In addition to macronutrients, modern science focuses on enriching bread with polyphenols to give it antioxidant properties. For example, research has shown that grape seed proanthocyanidins (GSP) have a unique ability to modify the structure of starch. In combination with malic acid, they increase the orderliness of starch molecules but reduce its crystallinity. This leads to the inhibition of the enzyme  $\alpha$ -amylase in the human body, which slows down the breakdown of starch to glucose. In vitro experiments have shown a reduction in glucose release of up to 5.43%, making this bread a product with a low glycaemic index [7].

From the above analysis, it can be concluded that it is important to search for new additives of natural origin from plant materials that can comprehensively affect the quality of bakery products.

#### **Analysis of recent research and publications.**

Nettle (*Urtica dioica*) can serve as a promising raw material for the creation of natural additives. Studies conducted by the team of authors confirm the status of nettle as a source of high-value nutrients. Researchers have identified a wide range of phenolic acids (chlorogenic, ferulic, caffeic), flavonoids (rutin, quercetin, kaempferol) and amino acids. Particular attention is drawn to the high content of magnesium, calcium, iron and zinc in bioavailable forms. The antioxidant activity of nettle extracts, assessed by DPPH and FRAP methods, correlates with the polyphenol content and demonstrates high stability even during processing [8].

An important aspect is the variation in composition depending on the part of the plant. While the leaves are a source of chlorophylls, vitamins (A, C, K) and minerals, nettle seeds are characterised by a high content of fatty acids (linoleic and  $\alpha$ -linolenic) and specific phenolic compounds that affect the texture of products [9].

Nettle root, in turn, contains unique lectins (UDAs) that exhibit antiviral and antifungal activity, opening up prospects for the creation of specialised products to support the immune system [10].

The team of authors proved that in the dried state, nettle leaves contain 25% to 34% crude protein. This is an extremely high figure for leafy greens. The nettle's amino acid profile is balanced, containing all essential amino acids, which allows to increase the biological value of wheat protein (which is limited by lysine) when combined [11].

The carbohydrate content is mainly represented by dietary fibre (fibre). According to studies, the total content of dietary fibre can reach 9-18%, with

a significant proportion being insoluble fractions (cellulose, hemicellulose). These hydrophilic polysaccharides are the main agents that change the rheology of the dough, competing with gluten for water [11]. The ash content of nettle leaf powder is 15-17%, which is 25-30 times higher than that of high-grade wheat flour. This makes nettle one of the most powerful natural sources of minerals [12].

For gluten-free products, which often suffer from protein and mineral deficiencies, nettle becomes a valuable ingredient. Studies have been conducted on the effect of nettle flour on the properties of rice wafers. It was found that nettle proteins have a high foaming capacity (13.91%) and foam stability (93.66%), which allows improving the porosity structure of gluten-free products. The addition of nettle reduced the peak viscosity of the dough, which indicates a limitation of starch grain swelling, but ensured the stability of the structure during baking (breakdown viscosity). The resulting waffles were characterised by a significantly higher protein, ash and fibre content while maintaining acceptable sensory characteristics [13].

Pasta is an ideal product for fortification. Research by a team of scientists has shown that adding 5% lyophilised nettle to durum wheat pasta increases the calcium content by 5.8 times. The most important result was a reduction in the glycaemic index (GI). The paste with 3% nettle showed the lowest calculated GI (49.31%). The mechanism of this effect is based on the formation of a physical barrier of fibre and nettle proteins around the starch granules, which slows down their hydrolysis by digestive enzymes. This makes this paste a recommended product for dietary nutrition in diabetes mellitus [14].

Studies have also been conducted on the use of nettle supplements in confectionery. For example, when studying nettle supplements in biscuits and muffins, differentiation in the use of different parts of the plant was observed. The researchers compared the effect of nettle seeds and nettle seed extract on the texture of biscuits. The biscuits with the seeds were softer and less brittle than the control, which is explained by the high content of lipids in the seeds, which act as dough plasticisers. Instead, nettle extract gave the products a more intense reddish hue (probably due to the oxidation of phenols). Sensory analysis showed a preference for products with seeds [15].

Adding nettle flour to wheat dough significantly changes its structural and mechanical properties. Studies by Ukrainian scientists using the Brabander pharynograph have shown that replacing part of wheat flour with nettle flour (2-6%) leads to an increase in the water absorption capacity of the dough. This phenomenon is explained by the high content of hydrophilic polysaccharides (fibre) in nettle, which compete with gluten for water. Increasing the proportion of nettle also prolongs the time of dough formation and affects its stability [16].

Interestingly, low dosages (2%) increase the volume of bread, while higher concentrations (4-6%) lead to a decrease in specific volume due to the effect of gluten dilution and mechanical destruction of the protein backbone by fibre particles. This correlates with the findings of foreign researchers who also noted a change in the colour of the crumb to a darker or greenish colour due to the presence of chlorophylls and Maillard reaction products [17].

Given the above review, it can be noted that nettle supplements are a promising source of proteins, minerals and antioxidants. The search for ways to produce these additives from different parts of the plant and technologies for their introduction into bakery products remains relevant.

#### **Formation of the objectives of the article.**

The aim of the article is to comprehensively study the effect of additives of nettle extracts on the processes of gluten complex formation in wheat yeast dough for the development of functional products with increased nutritional value. The objects of the study were wheat flour of the highest and first grades (GSTU 46.004-99 "Wheat flour. Technical conditions"), dioecious nettle leaves (*Urtica dioica* L.) harvested in 2025, and flour from dried nettle leaves. The nettle flour was obtained by grinding on a tissue microchopper PT-1 at a speed of 4000 rpm to a particle size of less than 200  $\mu\text{m}$ . To analyse the rheological properties of gluten, an AR-4/1 penetrometer was used to determine the compressive strain ( $H_{\text{comp}}$ ). The extensibility and floatability of the gluten ball were measured according to standard methods [18]. The sugar-forming capacity of the flour was estimated by the amount of accumulated maltose. The gas-forming ability of the dough was monitored using a Jago-Ostrowski device for 5 hours of fermentation. Test baking was carried out according to GOST 9404-60, evaluating the specific volume, porosity, and organoleptic profiles of the products [18].

**Summary of the main research material.** The way of introducing biologically active substances from nettle in the form of extracts was chosen for the enrichment of flour products. This was justified by the fact that the extract (aqueous, alcoholic, etc.) provides a more controlled dosage of polyphenols and other BAS, better uniformity of their distribution in the dough and minimal impact on the gluten backbone compared to the addition of coarsely chopped vegetable raw materials with fibre, which is important for preserving the rheological and sensory characteristics of bread and dough products [19].

In order to obtain nettle extract, dried leaves of this plant were chosen as plant material for the study. To ensure the most complete extraction of soluble compounds from this type of raw material, the following extractants were used: weak solutions of sodium chloride (1% solution), ethyl alcohol solutions of various concentrations (1%, 5% and 10%), and distilled water.

In parallel, extraction with drinking water was carried out, which was taken as a comparison standard.

The maximum concentration of the saline solution was justified by the effect of table salt on organoleptic characteristics, and the concentration of ethyl alcohol was justified by the requirement of guaranteed absence of alcohol in the finished product. Using stronger solutions (e.g., replacing 20%), approximately 25% of the added amount of alcohol will remain in the centre of a large product after baking due to its retention by the capillary-porous structure of the crumb. It has been experimentally established that when using low-concentration alcohol solutions, the final ethanol content in bread is reduced to analytical traces. This confirms the need to strictly limit the initial concentration of the solution (within 5-10%) to achieve the target residual minimum [20].

The extraction of plant material was carried out at temperatures of 20, 30, and 40°C with continuous stirring. The duration of the extraction process was from 1 to 6 hours with sampling at 1 hour intervals. The ratio of raw material to extractant was 1:10. The degree of extraction was estimated by the mass fraction of solids in the solution.

According to the results of the study, it was found that when using different types of extractants, the maximum dry matter yield was observed at a temperature of 40°C for two hours. The kinetics of the nettle extraction processes with drinking water, distilled water, sodium chloride solution, and ethanol solutions are shown in Figure 1.

The analysis of the data obtained shows that almost complete equalisation of the concentrations of substances extracted from this type of plant material is achieved after 3 hours of infusion of dry nettle at 40°C.

After 6 hours of extraction, the dry matter content of the infusion was for extraction with drinking water –  $0.89 \pm 0.02\%$ , distilled water –  $1.23 \pm 0.01\%$ , 1% sodium chloride solution –  $1.42 \pm 0.01\%$ , 1% ethanol solution –  $1.35 \pm 0.01\%$ , 5% ethanol solution –  $1.46 \pm 0.02\%$ , 10% ethanol solution –  $1.95 \pm 0.02\%$ . In comparison with the concentration after 3 hours of extraction, it increased by 2.2...4.1%.

Thus, the maximum transfer of extractive substances to the infusion is observed when using a 10% ethanol solution as an extractant. The dry matter content in this variant exceeds that of drinking water by  $54.35 \pm 0.02\%$ . The use of a 1% solution of sodium chloride provides an increase in the yield of extractive substances by  $37.32 \pm 0.01\%$  relative to drinking water, while the use of distilled water increases the dry matter content of the infusion by  $27.64 \pm 0.01\%$ .

Thus, to intensify and increase the completeness of dry matter extraction from dry plant material, it is necessary to select extraction conditions individually. From a practical point of view, it is advisable to use a 1% sodium chloride solution or a 10%

ethanol solution as an extractant for the preparation of aqueous infusions and to carry out the extraction for 3 hours.

The probable mechanism for increasing the extraction efficiency when using weak salt solutions is a violation of the osmotic pressure at the interface above the surface of nettle particles and cells, which causes the destruction of cellular structures and contributes to a more complete extraction of extractive substances. The use of ethyl alcohol solutions, in turn, allows for additional extraction of protein fractions from dried raw materials, which is associated with the solubilising properties of water-alcohol systems for proteins of plant origin.

When dough is kneaded, the water-insoluble protein fractions of flour, such as gliadin and glutenin, form a cohesive, elastic, plastic, stretchable mass – gluten.

In wheat dough, swollen, water-insoluble proteins form a continuous sponge-like mesh base (a kind of "frame" or "backbone") that largely determines the physical properties of the dough and, therefore, the strength of the flour. Therefore, the gluten content of wheat flour and its properties, primarily physical, can be considered one of the essential indicators of flour strength.

The content of crude gluten was determined in flour mixed with water, water, salt and alcohol extracts of nettle. The results of the study are shown in Figure 2. As can be seen from the results, the use of nettle extracts increased the gluten yield.

The analysis of possible factors of gluten yield increase shows the following. During the extraction of nettle, some water-soluble proteins, water-soluble pentosans (they are part of the plant cell walls), minerals, etc. are transferred to water.

As mentioned above, proteins are the main component of gluten. The connection between flour and extract proteins can be made through the formation of

hydrogen bonds between protein molecules, through the interaction (association) of hydrophobic parts of protein molecules, or through the formation of disulfide bridges (-S-S bonds). In other words, the addition of extract proteins to flour proteins causes an increase in gluten yield.

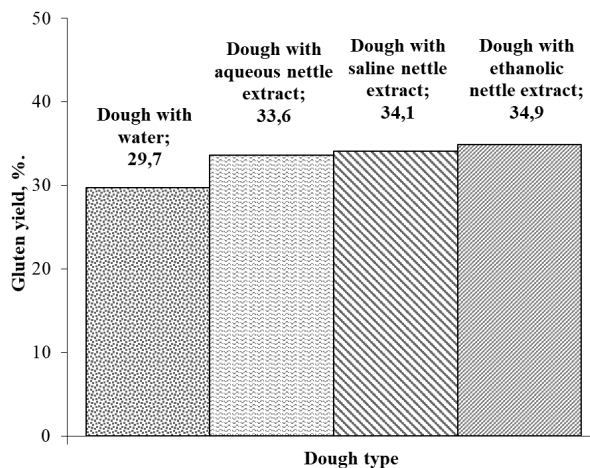


Fig. 2 Gluten yield when using nettle extracts

The extract may also contain water-soluble pentosans, which can be considered as mechanical impurities that are not completely separable from gluten. Their content in flour and thus in gluten is low, but they have a high water-absorbing capacity and can therefore also affect the gluten yield.

The highest gluten yields were observed when using salt and alcohol extracts. This is because salt promotes faster hydration of gluten proteins, and the alcohol extract additionally contains alcohol-soluble proteins extracted from nettle. That is, when kneading dough with nettle extracts, the gluten yield increases, and, therefore, the dough kneaded with the extracts should be better.

As can be seen from Figure 2, the use of nettle extracts can increase the total gluten yield by 11.6...14.9%, which can be noted as a positive effect. Therefore, it can be expected that the dough mixed with the extracts should be better. Next, we analysed the change in gluten extensibility during the proofing process (Figure 3).

The graphs show that at the beginning, the gluten extensibility of the dough kneaded with water (the first case) and salt extract (the second case) was the same (14± 0.1 cm), while the water extract (the third case) was 2.5± 0.1 cm higher. In the alcohol extract (fourth case), it was 16± 0.2 cm. After an hour of curing, the extensibility in the first case increased sharply from 14± 0.1 cm to 31± 0.2 cm. In the second case, the elongation increased from 14± 0.1cm to 20± 0.1cm, in the third and fourth cases, the elongation value remained practically unchanged – from 16± 0.1cm to 17± 0.2cm and from 16± 0.2cm to 18± 0.1cm, respectively. After two hours of resting, the

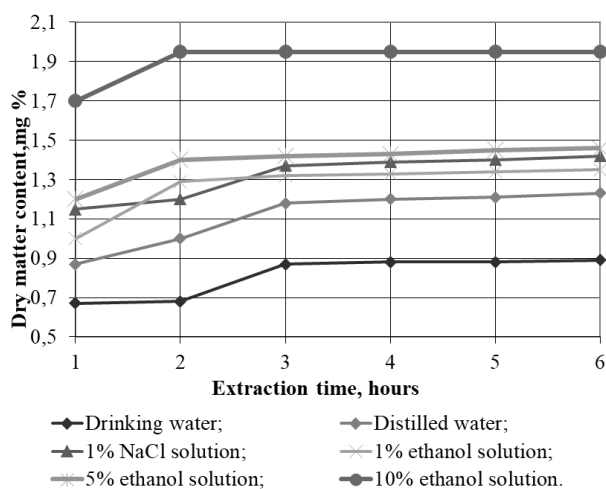
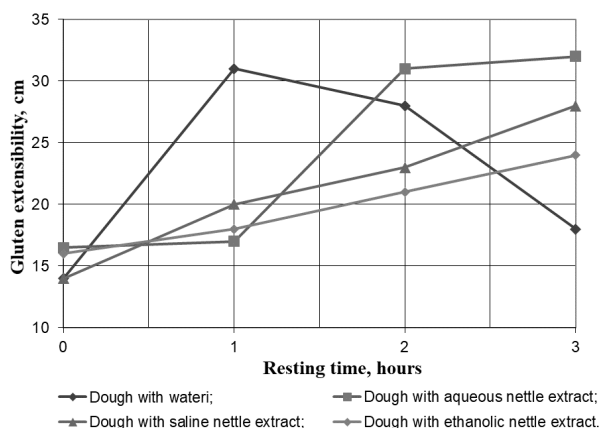


Fig. 1. Kinetics of extraction of dry matter from nettle leaves

extensibility in the first case began to decrease (from  $31 \pm 0.1$  cm to  $28 \pm 0.2$  cm), the gluten became more liquid and tearable, and the tensile strength and elasticity decreased sharply. In the second and fourth cases, the gluten extensibility increased slightly, and in the third case, there was a sharp increase.



**Fig. 3. Determination of the change in gluten extensibility during proofing.**

After three hours of proofing, the gluten elongation in the first case decreased sharply and amounted to  $18 \pm 0.1$  cm, the elongation in the second and fourth cases also increased slightly ( $28 \pm 0.1$  cm and  $24 \pm 0.2$  cm), and in the third case it remained practically unchanged and amounted to  $31 \pm 0.1$  cm.

These graphs show that gluten from dough mixed with extracts is better in rheological parameters than gluten from dough mixed with water. To analyses and understand the results obtained, it is necessary to consider the processes that occur in gluten during proofing.

As established by a study [21], flour contains a proteinase that hydrolytically breaks down proteins by their peptide bonds. The study of proteinases revealed their effect on the physical properties of gluten. The action of the proteinase caused gluten liquefaction and a decrease in elasticity. Proteinases of this type are characterised by their ability to be activated by compounds containing the sulfhydryl group -SH- (cysteine, glutathione). Also characteristic of this type of proteinase is the ability to inactivate oxidising compounds ( $H_2O_2$ , oxygen, etc.). The ability of flour proteinases to be activated by reducing agents and inactivated by oxidising agents is associated with the presence of -SH groups in the structure of protein molecules of these enzymes. The conversion of these groups into disulfide bonds – bridges, during oxidation inactivates the enzyme.

The proteolysis activator found in grains, flour and yeast, and therefore in dough, is glutathione. It is a tripeptide that contains a cysteine residue containing a -SH group. In its oxidised state, glutathione is

no longer able to activate proteolysis. The proteolysis-activating effect of glutathione is reduced to the reduction of -SH groups that were in the inactive proteinase in the form of -S-S bonds. The action of proteolysis inhibitors – oxidants can be considered as oxidation of -SH groups in both the proteinase enzyme and its activator (glutathione).

The direct effect of -SH-containing reducing agents and oxidising reagents on the protein substances of flour and dough is now generally recognised. The composition and structure of the protein substance of grain and flour contains the amino acid residues cysteine and cystine, and therefore groups of -SH and -S-S bonds. The role of disulfide bridging bonds is particularly significant in the tertiary and quaternary structure of protein matter. The formation of disulfide bonds strengthens the intramolecular structure of the protein, making it denser and more solid. Breaking of disulfide bonds causes a weakening of the structure of the protein molecule, making it more "mobile".

The formation and breaking of disulfide bonds has a similar effect on larger supramolecular formations, i.e. aggregates of a number of protein molecules. As a result of the hydrolytic action of enzymes in the dough, the substances they act on are disaggregated and broken down. As a result, the amount of substances that can pass into the liquid phase of the dough increases, which leads to a deterioration in its physical properties.

Returning to the results of the study, some water-insoluble proteins, which usually swell in water to a limited extent, can swell unlimitedly under the action of proteinases and, as a result, peptidise and become a viscous colloidal solution.

In the case under study, an increase in protein swelling should lead to an increase in gluten extensibility, which is observed in the corresponding graphs. However, in weak gluten, swelling processes are faster and are accompanied by hydrolytic degradation, disaggregation and peptidation. These processes are observed in the first case. During the first hour of proofing, an intensive swelling process took place, which resulted in a sharp increase in gluten extensibility. Then the process of proteolysis began to prevail, and as a result of protein disaggregation and peptidation, gluten lost its elasticity and resilience, and became poorly stretchable and tearable.

In the second, third and fourth cases, the swelling process also occurred (according to the literature, vegetable raw materials have proteolytic activity), but there was a "limited" swelling, i.e. the gluten retained its elasticity and elasticity and did not turn into a colloidal solution.

In the second and third cases, the swelling process was slower and proteolysis was insignificant compared to the first case.

In this way, the use of nettle extracts led to an improvement in the physical properties of gluten and,

consequently, of the dough. To consider the reasons for this improvement, it is necessary to recall the composition of nettle described above.

The improvement in gluten properties could be due to the action of nettle proteins that have been transferred to the extracts. In addition, the improvement was due to the high content of ascorbic acid in nettle, which is a bread quality enhancer [22]. Based on research conducted by many scientists, the mechanism of ascorbic acid's improving effect can be presented as follows [23].

Flour has a redox enzyme system that includes ascorbic acid oxidase (ascorbate oxidase) and dehydroascorbic acid reductase (dehydroascorbate reductase). Ascorbic acid is subject to the combined action of the above enzymes.

At the first stage, ascorbate oxidase catalyses the oxidation of ascorbic acid to convert it to dehydro-L-ascorbic acid. The resulting dehydro-L-ascorbic acid is the oxidant with which the improving effect is associated.

In the second stage, the enzyme dehydroascorbate reductase, in the presence of the components of the flour protein-proteinase complex in the dough (referred to as R-SH), catalyses the reduction of dehydro-L-ascorbic acid to ascorbic acid. At the same time, 2 R-SH are converted into R-S-S-R, resulting in oxidative inactivation of the proteinase itself and its activator (glutathione) and strengthening of the protein structure by "cross-linking" with disulfide bridge bonds. This improves the physical properties of the dough.

The available experimental data [24] indicate that the formation of a compact and strong structure of wheat grain proteins with improved physical and mechanical properties is due to the activity of peroxidase, an enzyme contained in nettle. Obviously, the factors described above (nettle protein complex, ascorbic acid, peroxidase) caused the improvement of gluten physical properties during the proofing process.

The study found that nettle extracts improve the rheological properties of gluten, and thus the dough.

Gluten spreadability was determined to determine the effect of nettle extracts on the baking properties of flour. The lower the floatability of the gluten ball, the stronger the gluten and the better its baking properties. The results are shown in Figure 4.

As can be seen from Figure 4, the floatability of gluten from dough with extracts is lower than that of gluten from dough with water. Thus, the use of nettle extracts for dough kneading gave a positive result, i.e. led to an improvement in gluten quality.

The reasons for the quality improvement are similar to those described above. The smallest average contour diameter in the gluten obtained from dough with alcohol and salt extracts is 13.4...14.0% smaller compared to the control. That is, the results of this experiment confirm the results of the previous ones.

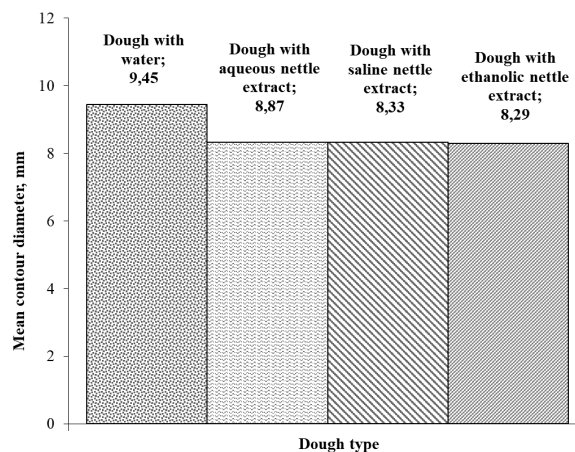


Fig. 4. Gluten balls spreading out

Next, the study was carried out using a penetrometer of the AR-4/1 brand. With the help of this device, the strength of gluten is judged by the compression deformation. This is quantified in penetrometer units (units), which corresponds to a certain gluten height when compressed ( $H_{comp}$ ). The higher the  $H_{comp}$ , the stronger the gluten. Figure 5 shows the results of the experiment.

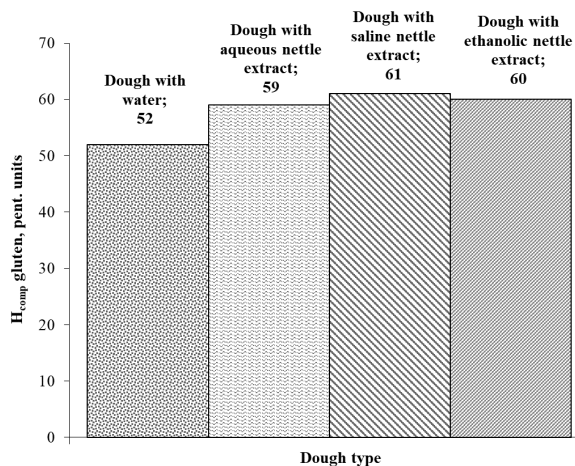


Fig. 5. Determination of gluten quality using a penetrometer.

As can be seen from the results of the study, the use of nettle extracts led to an increase in the  $H_{comp}$  of gluten by 11.9...14.8%. And the higher this value, the stronger the gluten. Thus, the use of nettle extracts leads to an increase in flour strength. The best result was obtained when using salt and alcohol extracts. The data of this study confirm the data of previous studies.

It is known from the literature that additives from plant materials improve the sugar-forming capacity of flour [26]. This indicator describes the ability of flour to provide yeast with sufficient sugar and form a reserve of residual sugars necessary for good quality

bread. The results of the study to determine the sugar-forming capacity of flour are shown in Figure 6.

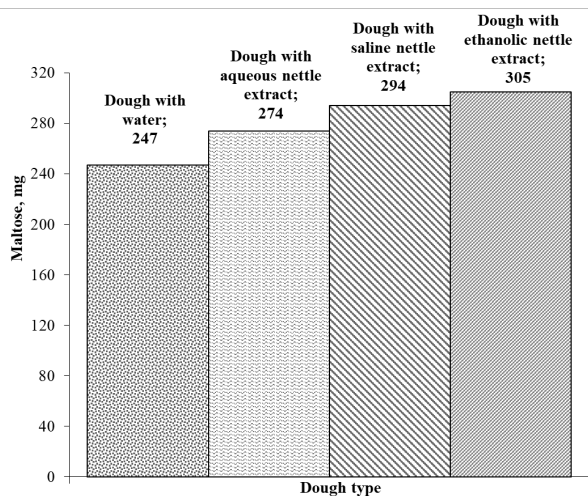


Fig. 6. Determination of the sugar-forming capacity of flour

The results show that nettle extracts increase the sugar-forming capacity of flour. This may be due to the amylolytic enzymes of nettle that have passed into solution.

Thus, the fermentation process should be more intensive, which should affect the gas formation process, and this, in turn, should affect the quality of the finished product. Thus, it can be seen that nettle additives increase the amount of maltose by 9.9...19.0% compared to the control.

Gas formation in the dough during its fermentation is one of the most important output parameters determined by the conditions of a number of technological stages of the process of producing yeast dough products and on which the quality of the finished products depends. The paper investigates the formation of carbon dioxide during the fermentation of dough produced using the above recipe. A typical picture of the fermentation of unleavened dough made from high-grade flour is shown in the figure. 7. Fermentation without additives is characterised by a slow release of CO<sub>2</sub> during the second hour of fermentation and an increase during the third hour. The peak of the largest amount of CO<sub>2</sub> release occurs at 300 minutes.

From the beginning of fermentation, the use of nettle extracts not only increases the intensity of CO<sub>2</sub> release, but also moves the maximum CO<sub>2</sub> release to the left, which indicates a reduction in fermentation time. The best results were obtained when using alcohol and salt extracts of nettle. Thus, when using the salt extract, the amount of CO<sub>2</sub> increased by 5.29± 0.01% compared to the control, and when using the ethanol extract by 12.84± 0.02%. This can be explained by 2 factors: firstly, the extracts have been found to affect the sugar-forming capacity of flour, and secondly, due to their rich mineral composition,

they can stimulate the activity of yeast cells, which requires a separate study.

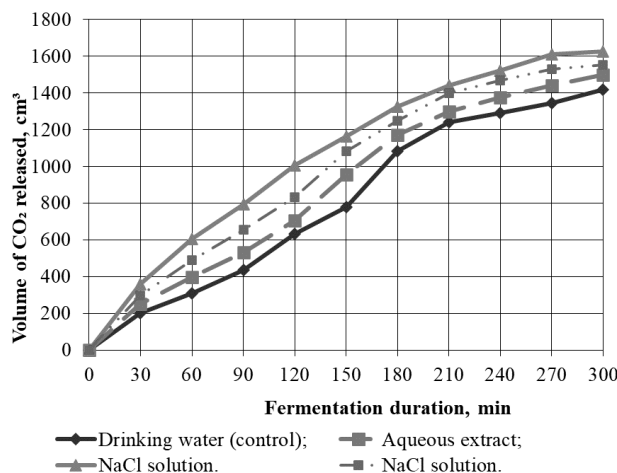


Fig. 7. Carbon dioxide formation during dough fermentation with nettle extracts

**Conclusions from these problems and prospects for further research in this area.** Based on the results of a comprehensive study of the effect of dioecious nettle (*Urtica dioica* L.) extracts on the formation of the gluten complex of wheat dough, the following was found.

The optimal conditions for extraction are a temperature of 40°C and a duration of 3 hours at a hydraulic module of 1:10. The maximum dry matter yield is provided by a 10% solution of ethyl alcohol (1.95±0.02%), which exceeds the value for drinking water by 54.35± 0.02%. The use of a 1% sodium chloride solution increases extraction by 37.32± 0.01% compared to the control, which is due to a violation of osmotic pressure on the surface of the cellular structures of plant material.

The use of nettle extracts in dough kneading leads to an increase in the yield of crude gluten by 11.6...14.9%. This effect is explained by the incorporation of plant proteins into the gluten backbone through the formation of hydrogen bonds and disulfide bridges, as well as the participation of water-soluble pentosans with their high water absorption capacity.

The rheological properties of gluten are improved: the spreadability of the ball decreases by 13.4...14.0%, and the compressive strain H<sub>comp</sub> increases by 11.9...14.8% compared to the control. The stabilisation of gluten during the proofing process is explained by the inhibition of proteolytic activity due to the action of ascorbic acid and nettle peroxidase through the mechanism of oxidation of sulfhydryl groups with the formation of additional disulfide bonds.

The use of the extracts increases the sugar-forming capacity of flour by 9.9...19.0% and the intensity of gas formation during dough fermentation: the salt extract increases the release of CO<sub>2</sub> by 5.29± 0.01%, the alcohol extract - by 12.84± 0.02%, with a shift

in the maximum gas formation towards a shorter fermentation duration.

A promising direction is to study the phenolic profile of the obtained extracts by HPLC-MS and determine their antioxidant activity (DPPH, FRAP) in order to establish a correlation between the polyphenol content and technological effects. It is important to study the effect of nettle extracts on the probiotic activity of sourdough starter cultures and microbiological

parameters of finished products. A separate study is needed to determine the optimal dosage of extracts in finished formulations, evaluate the organoleptic and physicochemical characteristics of bread, and analyses changes in the nutritional value and glycaemic index of finished products using in vitro methods. It is also promising to study the synergistic effect of nettle extracts in combination with other natural improvers in the technologies of functional bakery products.

## BIBLIOGRAPHY

1. Functional bakery ingredients market to exceed USD 3 billion [Electronic resource]. *BBM Magazine*. URL: <https://magazinebbm.com/blog/functional-bakery-ingredients-market-to-exceed-usd-3-billion-3962> (date of access: 13.01.2026).
2. Scappaticci G., Mercanti N., Pieracci Y., Ferrari C., Mangia R., Marianelli A., Macaluso M., Zinnai A. Bread improvement with nutraceutical ingredients obtained from food by-products: effect on quality and technological aspects. *Foods*. 2024. Vol. 13, №. 6. Art. 825. DOI: 10.3390/foods13060825.
3. Boudrag S., Arendt E. K., Segura Godoy C., Sahin A. W., Nyhan L., Cashman K. D., Zannini E. Optimising white wheat bread fortification with vitamin D3 and dietary fibre: balancing nutritional enhancement and technological quality. *Foods*. 2025. Vol. 14, №. 12. Art. 2055. DOI: 10.3390/foods14122055.
4. Renoldi N., Lucci P., Peressini D. Impact of oleuropein on rheology and breadmaking performance of wheat doughs, and functional features of bread. *International Journal of Food Science & Technology*. 2022. Vol. 57, №. 4. P. 2321-2332. – DOI: 10.1111/ijfs.15585.
5. Крамаренко Д. П. Дослідження впливу добавок гідробіонтів і молочної кислоти на газоутворюючу здатність зернової суміші для хлібобулочних виробів. *Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2017. № 53 (1274). С. 89-94. DOI: 10.20998/2413-4295.2017.12.01.
6. Koriyama T., Kurosu Y., Hosoya T. Enhancing bread quality with steam-treated moringa (*Moringa oleifera*) powder. *Foods*. 2025. Vol. 14, №. 6. Art. 927. DOI: 10.3390/foods14060927.
7. Qin X., Zhu Q., Li G., Zhang H., Di X., Liu L., Liu G., Blennow A. Effects of grape seed proanthocyanidins and malic acid on digestive characteristics of starch in bread. *Foods*. 2026. Vol. 15, №. 1. Art. 149. DOI: 10.3390/foods15010149.
8. Sahal A, Hussain A, Kumar S, Dobhal A, Ahmad W, Chand K, Richa R, Lohani UC. Nettle (*Urtica dioica*) leaves as a novel food: Nutritional, phytochemical profiles, and bioactivities. *Food Chem. X*. 2025. Vol. 28. Art.102607. DOI: 10.1016/j.fochx.2025.102607.
9. Mitrović J., Nikolić N., Karabegović I., Šimurina O., Filipčev B., Danilović B. Physical properties of cookies enriched with nettle (*Urtica dioica* L.) seeds: color, textural and sensory evaluation. *Advanced Technologies*. 2024. Vol. 13, №. 2. P. 53-61. DOI: 10.5937/savteh2402053M.
10. Martz F., Kankaanpää S. Stinging nettle (*Urtica dioica*) roots: the power underground – a review. *Plants*. 2025. Vol. 14, №. 2. Art. 279. DOI: 10.3390/plants14020279.
11. Бомба М. Я., Зазуляк Т. С., Житнецький І. В., Федина Л. О. Вміст есенціальних та токсичних мікроелементів у кропиві дводомній в аспекті використання рослини як харчова сировина. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. Т. 32, № 2. С. 417-422. DOI: 10.15421/jchemtech.v32i2.299017
12. Man S. M., Paucean A., Chis M. S., Muste S., Pop A., Muresan A. E., Martis G. Effect of nettle leaves powder (*Urtica dioica* L.) addition on the quality of bread. *Hop and Medicinal Plants*. 2019. Vol. 27, №. 1-2. P. 104-112. DOI: 10.15835/hpm.v27i1-2.13590.
13. Tanyitiku M. N., Petcheu I. C. N. Technofunctional properties of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) leaf flour and its enhancing pasting, physical and sensory characteristics in gluten-free rice waffles. *Journal of Food Quality*. 2025. Art. 9418554. DOI: 10.1155/jfq/9418554.
14. Krawęcka A., Sobota A., Pankiewicz U., Zielińska E., Zarzycki P. Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional component in durum wheat pasta production: impact on chemical composition, in vitro glycemic index, and quality properties. *Molecules*. 2021. Vol. 26, №. 22. Art. 6909. DOI: 10.3390/molecules26226909.
15. Mitrović J., Nikolić N., Karabegović I., Savić S. Evaluation of the solvent effect on the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from the nettle (*Urtica dioica* L.) seeds: application of PCA and regression analyses. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2024. Vol. 18. P. 6618-6626. DOI: 10.1007/s11694-024-02675-8.
16. Litvynchuk S. Rheological, sensory and antioxidant properties of wheat dough and bread fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) flour. *Ukrainian Food Journal*. 2025. Vol. 14, №. 3. Art. 3. DOI: 10.24263/2304-974X-2025-14-3-3.
17. Maietti A., Tedeschi P., Catani M., Stevanin C., Pasti L., Cavazzini A., Marchetti N. Nutrient composition and antioxidant performances of bread-making products enriched with stinging nettle (*Urtica dioica*) leaves. *Foods*. 2021. Vol. 10, №. 5. Art. 938. DOI: 10.3390/foods10050938.
18. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навч. посіб. ; за ред. В. І. Дробот ; Нац. ун-т харч. технологій. Київ : Кондор, 2015. 972 с.

19. Mitrović J., Nikolić N., Karabegović I., Lazić M., Nikolić Lj., Savić S., Pešić M., Šimurina O., Stojanović-Krasić M. The effect of thermal processing on the content and antioxidant capacity of free and bound phenolics of cookies enriched by nettle (*Urtica dioica* L.) seed flour and extract. *Food Science and Technology*. 2022. Vol. 42. Art. e62420. DOI: 10.1590/fst.62420.
20. Ryapushkina J., Skovenborg E., Astrup A., Risbo J., Snitkjær P. Cooking with beer: how much alcohol is left? *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2016. Vol. 5. P. 17-26.
21. Rajendhran H. P., Vaidyanathan V. K., Venkatraman S., Karthik P. Optimization of enzymatic hydrolysis by protease produced from *Bacillus subtilis* MTCC 2423 to improve the functional properties of wheat gluten hydrolysates. *International Journal of Food Science*. 2024. Art. 5053510. DOI: 10.1155/2024/5053510.
22. Seid Reza Falsafi, Basheer Aaliya, Ilkem Demirkesen, Tansel Kemerli-Kalbaran, Danial Dehnad, Selin Şahin, Meral Yildirim-Yalcin, Alma D. Alarcon-Rojo, Recent trends in fortifying bread with nutrients: Comprehensive insights into chemical, physical, functional, and nutritional attributes. *Future Foods*. Vol. 11, 2025, DOI: 10.1016/j.fufo.2025.100674
23. Beghin A. Study of the mechanisms of action of ascorbic acid and azodicarbonamide during wheat (*Triticum aestivum* L.) bread making : [dis. ... dr. techn. sci.] / A. Beghin ; supvsr. J. A. Delcour ; co-supvsr. K. Brijs. Leuven : KU Leuven, 2023.
24. Hemalatha M. S., Rao U. J. S. P. Effect of peroxidase on the physico-chemical, rheological properties of whole wheat flour dough, and quality attributes of chapati and its health benefits. *Journal of Food Engineering and Technology*. 2024. Vol. 13, №. 2. P. 33-40. DOI: 10.32732/jfet.2024.13.2.33.
25. Effects of plants ingredients on dough and final product [Electronic resource]. Basel : MDPI, 2024. URL: [https://mdpi-res.com/bookfiles/book/5397/Effects\\_of\\_Plants\\_Ingredients\\_on\\_Dough\\_and\\_Final\\_Product.pdf](https://mdpi-res.com/bookfiles/book/5397/Effects_of_Plants_Ingredients_on_Dough_and_Final_Product.pdf) (date of access: 13.01.2026).

## REFERENCES

1. Functional bakery ingredients market to exceed USD 3 billion. (n.d.). *BBM Magazine*. Retrieved January 13, 2026, from <https://magazinebbm.com/blog/functional-bakery-ingredients-market-to-exceed-usd-3-billion-3962>
2. Scappaticci, G., Mercanti, N., Pieracci, Y., Ferrari, C., Mangia, R., Marianelli, A., Macaluso, M., & Zinnai, A. (2024). Bread improvement with nutraceutical ingredients obtained from food by-products: Effect on quality and technological aspects. *Foods*, 13(6), 825. <https://doi.org/10.3390/foods13060825>
3. Boudrag, S., Arendt, E. K., Segura Godoy, C., Sahin, A. W., Nyhan, L., Cashman, K. D., & Zannini, E. (2025). Optimising white wheat bread fortification with vitamin D3 and dietary fibre: Balancing nutritional enhancement and technological quality. *Foods*, 14(12), 2055. <https://doi.org/10.3390/foods14122055>
4. Renoldi, N., Lucci, P., & Peressini, D. (2022). Impact of oleuropein on rheology and breadmaking performance of wheat doughs, and functional features of bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(4), 2321–2332. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15585>
5. Kramarenko, D. P. (2017). Doslidzhennia vplyvu dobavok hidrobiontiv i molochnoi kysloty na hazoutvoriuiuchu zdarnist zernovoi sumishi dlia khlibobulochnykh vyrobiv [Study of the influence of hydrobiont additives and lactic acid on gas-forming ability of grain mixture for bakery products]. *Visnyk NTU "KhPI". Seriya: Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh*, (53(1274)), 89–94. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2017.12.01> [in Ukrainian]
6. Koriyama, T., Kurosu, Y., & Hosoya, T. (2025). Enhancing bread quality with steam-treated moringa (*Moringa oleifera*) powder. *Foods*, 14(6), 927. <https://doi.org/10.3390/foods14060927>
7. Qin, X., Zhu, Q., Li, G., Zhang, H., Di, X., Liu, L., Liu, G., & Blennow, A. (2026). Effects of grape seed proanthocyanidins and malic acid on digestive characteristics of starch in bread. *Foods*, 15(1), 149. <https://doi.org/10.3390/foods15010149>
8. Sahal, A., Hussain, A., Kumar, S., Dobhal, A., Ahmad, W., Chand, K., Richa, R., & Lohani, U. C. (2025). Nettle (*Urtica dioica*) leaves as a novel food: Nutritional, phytochemical profiles, and bioactivities. *Food Chemistry: X*, 28, 102607. <https://doi.org/10.1016Zj.fochx.2025.102607>
9. Mitrović, J., Nikolić, N., Karabegović, I., Šimurina, O., Filipčev, B., & Danilović, B. (2024). Physical properties of cookies enriched with nettle (*Urtica dioica* L.) seeds: Color, textural and sensory evaluation. *Advanced Technologies*, 13(2), 53–61. <https://doi.org/10.5937/savteh2402053M>
10. Martz, F., & Kankaanpää, S. (2025). Stinging nettle (*Urtica dioica*) roots: The power underground—A review. *Plants*, 14(2), 279. <https://doi.org/10.3390/plants14020279>
11. Bomba, M. Y., Zazulyak, T. S., Zhytnetskyi, I. V., & Fedyna, L. O. (2024). Vmist esentsialnykh ta toksychnykh mikroelementiv u kropyvi dvodomnii v aspekti vykorystannia roslyny yak kharchova syrovyna [Content of essential and toxic trace elements in stinging nettle in terms of using the plant as a food raw material]. *Journal of Chemistry and Technologies*, 32(2), 417–422. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i2.299017>
12. Man, S. M., Paucean, A., Chis, M. S., Muste, S., Pop, A., Muresan, A. E., & Martis, G. (2019). Effect of nettle leaves powder (*Urtica dioica* L.) addition on the quality of bread. *Hop and Medicinal Plants*, 27(1–2), 104–112. <https://doi.org/10.15835/hpm.v27i1-2.13590>
13. Tanyitiku, M. N., & Petcheu, I. C. N. (2025). Technofunctional properties of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) leaf flour and its enhancing pasting, physical and sensory characteristics in gluten-free rice waffles. *Journal of Food Quality*, 2025, 9418554. <https://doi.org/10.1155/jfq/9418554>

14. Krawęcka, A., Sobota, A., Pankiewicz, U., Zielińska, E., & Zarzycki, P. (2021). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional component in durum wheat pasta production: Impact on chemical composition, in vitro glycemic index, and quality properties. *Molecules*, 26(22), 6909. <https://doi.org/10.3390/molecules26226909>
15. Mitrović, J., Nikolić, N., Karabegović, I., & Savić, S. (2024). Evaluation of the solvent effect on the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from the nettle (*Urtica dioica* L.) seeds: Application of PCA and regression analyses. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18, 6618–6626. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02675-8>
16. Litvynchuk, S., et al. (2025). Rheological, sensory and antioxidant properties of wheat dough and bread fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) flour. *Ukrainian Food Journal*, 14(3), Art. 3. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2025-14-3-3>
17. Maietti, A., Tedeschi, P., Catani, M., Stevanin, C., Pasti, L., Cavazzini, A., & Marchetti, N. (2021). Nutrient composition and antioxidant performances of bread-making products enriched with stinging nettle (*Urtica dioica*) leaves. *Foods*, 10(5), 938. <https://doi.org/10.3390/foods10050938>
18. Drobot, V. I., Yurchak, V. H., Bilyk, O. A., et al. (2015). Tekhnokhimichni kontrol syrovyny ta khlibobulochnykh i makaronnykh vyrobiv [Techno-chemical control of raw materials and bakery and pasta products] (V. I. Drobot, Ed.). National University of Food Technologies; Kondor. [in Ukrainian]
19. Mitrović, J., Nikolić, N., Karabegović, I., Lazić, M., Nikolić, Lj., Savić, S., Pešić, M., Šimurina, O., & Stojanović-Krasić, M. (2022). The effect of thermal processing on the content and antioxidant capacity of free and bound phenolics of cookies enriched by nettle (*Urtica dioica* L.) seed flour and extract. *Food Science and Technology*, 42, e62420. <https://doi.org/10.1590/fst.62420>
20. Ryapushkina, J., Skovenborg, E., Astrup, A., Risbo, J., & Snitkjær, P. (2016). Cooking with beer: How much alcohol is left? *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 5, 17–26.
21. Rajendhran, H. P., Vaidyanathan, V. K., Venkatraman, S., & Karthik, P. (2024). Optimization of enzymatic hydrolysis by protease produced from *Bacillus subtilis* MTCC 2423 to improve the functional properties of wheat gluten hydrolysates. *International Journal of Food Science*, 2024, 5053510. <https://doi.org/10.1155/2024/5053510>
22. Falsafi, S. R., Aaliya, B., Demirkesen, I., Kemerli-Kalbaran, T., Dehnad, D., Şahin, S., ... & Alarcon-Rojo, A. D. (2025). Recent trends in fortifying bread with nutrients: Comprehensive insights into chemical, physical, functional, and nutritional attributes. *Future Foods*, 11, 100674. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100674>
23. Beghin, A., Delcour, J., & Brijs, K. (2023). Study of the mechanisms of action of ascorbic acid and azodicarbonamide during wheat (*Triticum aestivum* L.) bread making [Doctoral thesis, KU Leuven].
24. Hemalatha, M. S., & Rao, U. P. (2024). Effect of peroxidase on the physico-chemical, rheological properties of whole wheat flour dough, and quality attributes of chapati and its health benefits. *Journal of Food Engineering and Technology*, 13(2), 33-40. <https://doi.org/10.32732/jfet.2024.13.2.33>
25. Effects of plants ingredients on dough and final product [Electronic resource]. (2024). MDPI Books. [https://mdpi-res.com/bookfiles/book/5397/Effects\\_of\\_Plants\\_Ingredients\\_on\\_Dough\\_and\\_Final\\_Product.pdf](https://mdpi-res.com/bookfiles/book/5397/Effects_of_Plants_Ingredients_on_Dough_and_Final_Product.pdf)

**Д. П. Крамаренко**, кандидат технічних наук, доцент (Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця); **Н. І. Гіренко**, кандидат технічних наук, доцент (Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»). **Дослідження впливу добавок екстрактів кропиви дводомної на процеси формування клейковинного комплексу пшеничного тіста**

**Анотація.** Метою статті є комплексне дослідження впливу добавок екстрактів кропиви дводомної (*Urtica dioica* L.) на процеси формування клейковинного комплексу пшеничного дріжджового тіста для обґрунтування доцільності їх застосування у технологіях виробництва функціональних хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою цінністю. Дослідження проводились на зразках пшеничного борошна вищого та першого сортів (ГСТУ 46.004-99), а також борошна з висушеного листа кропиви дводомної (*Urtica dioica* L.) урожаю 2025 року. Екстракцію здійснювали при температурах 20, 30 та 40°C протягом 1-6 годин при гідромодулі 1:10. Ступінь процесу екстракції оцінювали за масовою часткою сухих речовин у розчині. Реологічні властивості клейковини досліджувались за показниками розтяжності, розпливчастості та деформації стискування (за допомогою пенетрометра AP-4/1). Цукроутворюючу здатність борошна визначали за кількістю накопиченої мальтози, газоутворюючу здатність – за допомогою приладу Яго-Островського протягом 5 годин ферментації. Доведено, що екстракти кропиви дводомної справляють комплексний технологічний ефект на клейковинний комплекс пшеничного тіста: підвищується вихід і зміцнюються реологічні властивості клейковини, збільшується цукро- та газоутворююча здатність борошна. Зазначені ефекти зумовлені синергетичною дією білкового комплексу кропиви, аскорбінової кислоти та ферменту пероксидази, які інгібують протеолітичну активність через механізм окислення сульфгідрильних груп з утворенням додаткових дисульфідних зв'язків. Результати свідчать про перспективність застосування водних, сольових та водно-спиртових екстрактів кропиви як натуральних поліпшувачів у виробництві функціональних хлібобулочних виробів.

**Ключові слова:** кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), клейковинний комплекс, пшеничне тісто, реологічні властивості, рослинні екстракти, функціональні хлібобулочні вироби, газоутворення, цукроутворення, протеоліз, аскорбінова кислота.

Дата першого надходження статті до видання: 18.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026



## ІННОВАЦІЙНІ ІНГРЕДІЄНТИ В ТЕХНОЛОГІЇ СІЧЕНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

**Г. П. ХОМИЧ**, доктор технічних наук, професор  
ORCID ID: 0000-0001-7227-8819;

**Ю. Г. НАКОНЕЧНА**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0001-9925-0795;

**Л. Б. ОЛІЙНИК**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0002-4961-9731;

**Н. Ю. МОЛЧАНОВА**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0002-0040-9952;

**Н. В. ГНІТІЙ**, старший викладач  
ORCID ID: 0000-0002-8882-1019

(Полтавський університет економіки і торгівлі)

**Анотація.** У статті обґрунтовано доцільність удосконалення технології виготовлення січених м'ясних напівфабрикатів шляхом використання інноваційних інгредієнтів природного походження, отриманих із відходів переробки нетрадиційної рослинної сировини – шроту розторопші плямистої та шроту льону. Розглянуто сучасний стан та тенденції розвитку ринку м'ясних напівфабрикатів, визначено основні проблеми щодо забезпечення безпечності продуктів, підвищення харчової, біологічної та функціональної цінності виробів. Проведено комплексний аналіз хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей нових видів сировини для м'ясних напівфабрикатів, зокрема встановлено високий вміст харчових волокон, білків, біологічно активних та мінеральних речовин, що сприяють поліпшенню поживної цінності продуктів. Досліджено вплив різних концентрацій рослинних добавок на органолептичні показники, фізико-хімічні властивості та технологічні параметри м'ясного фаршу та готового продукту, що дозволило виявити оптимальні умови для введення добавок без порушення смакових та текстурних характеристик продукції. На основі проведених досліджень встановлено оптимальну дозу шроту розторопші та льону, яка забезпечує підвищення харчової цінності та поліпшення технологічних властивостей м'ясних напівфабрикатів. Запропоновано удосконалені рецептури та технологічну схему виробництва нових видів продукції – «Котлета куряча з порошком шроту розторопші» та «Битки українські з льняним шротом», які відповідають сучасним вимогам безпечності та якості харчових продуктів і можуть бути рекомендовані для впровадження в м'ясопереробну промисловість.

**Ключові слова:** січені м'ясні напівфабрикати, інноваційні інгредієнти, нетрадиційні сировинні ресурси, шрот розторопші, льняний шрот, харчові волокна, біологічна цінність.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

Глобальні тенденції розвитку харчової індустрії характеризуються стійким зростанням попиту на продукти з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, гарантованою безпечністю, які здатні не лише забезпечувати енергетичні та нутрієнтні потреби організму, а й виконувати профілактичну, оздоровчу та функціональну роль [1, 2]. Особливої актуальності серед споживачів набуває питання забезпечення гарантованого рівня якості продуктів масового споживання, до яких належать м'ясні січені напівфабрикати, що традиційно складають значну частину раціону населення [1, 3, 4]. Аналіз сучасних рецептур показує, що такі вироби часто характеризуються підвищеним вмістом тваринних жирів (до 40%), обмеженою кількістю харчових волокон та недостатнім вмістом мікронутрієнтів, що не відповідає сучасним науковим уявленням про раціональне та здорове харчування [3, 5]. З огляду на це, інноваційні підходи

до вдосконалення технологій м'ясних продуктів стають критично необхідними для підвищення їх харчової цінності та функціональної спрямованості [2, 5, 6]. Вирішення питання можливе за рахунок введення до складу січених м'ясних напівфабрикатів інгредієнтів природного походження: зокрема, отриманих із вторинної рослинної сировини – відходів від переробки (шроту) розторопші та льону. Цей напрямок вдосконалення традиційних технологій дозволяє використовувати нові джерела харчових сировинних ресурсів – органічні відходи переробки насіння розторопші та льону.

Інтенсифікація ритму життя населення, активний урбанізаційний процес та зміна споживчих звичок обумовлюють значне зростання попиту на напівфабрикати різного ступеня готовності, включно з продуктами високого ступеня готовності та готовими кулінарними виробами [2, 4]. У цьому контексті особливе значення набувають

питання безпечності продукції, її органолептичних властивостей та біологічної цінності [3, 7, 9]. Сучасні споживачі віддають перевагу продуктам, які поєднують привабливий смак та аромат із функціональними властивостями, що підтримують нормальне функціонування організму та запобігають розвитку хронічних захворювань [5, 10]. Відтак, перед харчовою промисловістю постає завдання модернізації традиційних технологічних процесів, що передбачає інтеграцію нових інгредієнтів рослинного походження, зокрема таких, що містять харчові волокна, полісахариди, біологічно активні та інші есенціальні речовини [6, 7, 10]. Залучення таких компонентів дозволяє коригувати хімічний склад м'ясних напівфабрикатів, підвищувати їх водоутримуючу здатність, текстурні властивості та загальну функціональну цінність продукту [3, 11]. Таким чином, удосконалення технології м'ясних січених напівфабрикатів із застосуванням рослинних функціональних добавок є перспективним напрямом для виробництва продуктів нового покоління, здатних задовольняти вимоги сучасного споживача та відповідати принципам раціонального харчування [2, 5, 13].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Січені м'ясні напівфабрикати, такі як котлети, биточки та тефтелі, займають значну частку і асортименті підприємств м'ясопереробної та ресторанної галузі, що пояснюється їхньою універсальністю, зручністю використання, відносно невисокою вартістю та стабільним попитом серед різних соціальних груп населення [1, 2, 5]. Водночас моніторинг інформаційних наукових та виробничих джерел свідчить про наявність низки проблем у традиційних технологіях виготовлення цих виробів. Найбільш значними є такі, як недостатня біологічна цінність традиційних січених напівфабрикатів через обмежений вміст нативних тваринних білків (до 8-10%), інгредієнтів високої біологічної цінності та мікронутрієнтів [3, 6]; низький вміст або відсутність харчових волокон, що зумовлює неповноцінне функціонування шлунково-кишкового тракту споживача [3, 7]; обмежений термін зберігання готової продукції та висока чутливість до мікробіологічного псування [5, 9]; значні втрати маси під час теплової обробки через недостатню водоутримуючу здатність фаршу [6, 11].

**Формування цілей статті.** Метою роботи є наукове обґрунтування та удосконалення технології виробництва січених м'ясних напівфабрикатів шляхом використання інноваційних інгредієнтів природного походження – шроту розторопші плямистої та шроту льону, отриманих із відходів переробки нетрадиційної рослинної сировини, з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності, а також покращення

функціонально-технологічних властивостей готової продукції.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Одним із перспективних шляхів подолання зазначених проблем є введення до складу продуктів інноваційних інгредієнтів із нетрадиційної рослинної сировини, здатної одночасно виконувати харчову та технологічну функції, зокрема підтримувати текстуру, підвищувати водоутримуючу здатність і збагачувати продукт біологічно активними речовинами [2, 7, 12, 13]. Використання таких компонентів дозволяє створювати м'ясні напівфабрикати нового покоління, які відповідають сучасним вимогам споживачів щодо функціональної цінності, безпечності та органолептичних властивостей [1, 5, 8]. При цьому інтеграція рослинних інгредієнтів у фаршеву систему забезпечує стабільність технологічного процесу та оптимізує співвідношення макронутрієнтів, що має особливе значення для формування раціонального харчування [4, 10].

Розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) – однорічна або дворічна рослина родини Asteraceae, яку здавна застосовують у народній медицині. Сьогодні вона викликає значний науковий інтерес як джерело біологічно активних флавонолігнанів (силімарину) та цінної олійної сировини. Попит на насіння і продукти його переробки (олію, шрот або макуху) зростає як у харчовій, так і в кормовій галузях завдяки високому вмісту незамінних жирних кислот, білка та фенольних сполук [12]

Насіння розторопші містить значну кількість олії (близько 22–26 % у перерахунку на суху речовину), а також помірну кількість білка і клітковини. Ці показники можуть змінюватися залежно від сорту, умов вирощування та методів дослідження. Ендосперм насіння характеризується вмістом білка понад 20 % сухої маси, а також суттєвою часткою ліпідів, клітковини та мінеральних речовин.

Жирнокислотний склад олії розторопші відзначається високим вмістом поліненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої (приблизно 50–66 %), а також значною кількістю олеїнової кислоти (близько 16–26 %) і меншою часткою пальмітинової та стеаринової кислот. Такий склад робить її цінним джерелом омега-6 жирних кислот і мононенасичених ліпідів. Крім того, в олії присутні вітаміни, передусім токофероли (вітамін E), а також незначні кількості каротиноїдів.

Ключовими біоактивними речовинами розторопші є флавонолігнани, об'єднані в комплекс силімарину (силібін, силіхрестин, силідіанін тощо). Їх вміст у насінні та екстрактах залежить від сорту і технології виділення, зазвичай становлячи від одиниць до десятків мг на грам сухої речовини. Фенольні компоненти забезпечують виражену антиоксидантну активність.

Численні дослідження свідчать, що силімарин здатний підвищувати антиоксидантний захист організму (зокрема через зростання рівня глутатіону та активацію антиоксидантних ферментів) і чинити захисну дію на печінку при впливі різних токсинів, включаючи етанол, лікарські препарати та промислові речовини. У наукових оглядах підкреслюються його гепатопротекторні властивості, що реалізуються через антиоксидантний, проти-запальний, антифібротичний ефекти та стимуляцію синтезу білків у печінці. [12, 13]

Льон олійний (*Linum usitatissimum*) – одно-річна трав'яниста олійна культура з родини Льонових, є однією з найдавніших окультурених рослин, відома ще в кам'яному віці. Льон – *Linum usitatissimum* у перекладі з латинської мови означає «найбільш корисний». Відомо, що тисячоліттями в Україні льон культивували та переробляли на пряжу, полотно та шили одяг, з насіння льону вичавлювали олію. Наразі науковцями доведена унікальність цієї рослини та спостерігається зростання зацікавленості до цього поліфункціонального продукту: зокрема, льон олійний використовують у харчовій промисловості та фармакології, косметичці та медицині. Загально визнана важливість насіння льону, як складової «функціонального харчування»; у країнах Європи та США його широко вживають у їжу. На сьогодні в Канаді діє Державна програма «Здорова нація», одним з основних пунктів якої є використання в раціоні людини лляної олії [13, 14]

Відомо, що у насінні льону міститься багато есенціальних речовин: вуглеводів – 12–26%, олій 35 – 45%, багатих ненасиченими жирними кислотами, слизові речовини (камеді) – 12%, білок – 20 – 33%, органічні кислоти, ферменти. Білок високої біологічної активності, який міститься в насінні льону, близький до потреб людського організму за амінокислотним складом, харчова цінність білка з лляного насіння в бальній оцінці (казеїн, прийнятий за 100) оцінюється в 92 одиниці. Такий показник обумовлений наявним амінокислотним складом, який вважається найкращим із усіх рослинних протеїнів. Лише за рівнем лізину білок насіння льону помітно поступається соєвому, а по рівню інших незамінних амінокислот він навіть ближче до одного із найцінніших тваринних протеїнів – білку курячого яйця, який є еталоном (рекомендації ФАО/ВОЗ). Особливо високим є вміст лейцину, фенілаланіну, валіну, ізолейцину, треоніну.

Насіння льону – багате джерело незамінних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – 65–90% до загальної кількості жирів, з яких 55–70% припадає на ліноленову кислоту, яка належить до ПНЖК родини  $\omega$ -3, і 10–20% – на лінолеву кислоту, яка належить до ПНЖК родини  $\omega$ -6. Насіння льону містить також вітаміни А, В<sub>1</sub>,

В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, С, Е, К, РР, холін; мікроелементи калій, кальцій, магній, натрій, залізо, фосфор, марганець, мідь, селен, цинк [13, 15]

Відходи переробки насіння розторопші плямистої та насіння льону (шроти) після холодного віджиму олії є висококонцентрованими джерелами полісахаридів, клітковини, білків і мікронутрієнтів, що визначає їх високу біологічну та технологічну цінність [1, 12]. Полісахариди, що входять до складу шроту, володіють значними водопоглинальними властивостями – вони здатні зв'язувати вільну воду у фаршевій системі в кількості 3,5–4,2 г на 1 г сухої речовини, що сприяє формуванню стабільної та однорідної структури [6, 11]. Ці речовини взаємодіють із білковими компонентами та жирами, утворюючи міцну гелеподібну матрицю, яка запобігає витоку соку під час теплової обробки та підтримує оптимальну консистенцію продукту [3, 8].

Крім технологічних переваг, шроти розторопші та льону можуть забезпечувати значне підвищення біологічної цінності продукції за рахунок вмісту клітковини та важливих мікроелементів, таких як селен, цинк і вітамінів групи В. Наявність силімарину у шроті розторопші забезпечує гепатопротекторний ефект, підтримує відновлення клітин печінки та підсилює антиоксидантний захист організму, що робить продукт не лише функціональним, а й оздоровчим [12, 13].

Таким чином, шроти розторопші та льону можуть бути використані як ефективні технологічні інгредієнти, що стабілізують текстуру та покращують водоутримуючу здатність фаршу, і як біологічно активні добавки, що підвищують харчову та функціональну цінність січених м'ясних напівфабрикатів нового покоління [1, 12, 13, 16]. Інтеграція шротів у виробництво м'ясних продуктів дозволяє створювати вироби з підвищеними органолептичними та функціонально-технологічними показниками, оптимізуючи співвідношення макро- та мікронутрієнтів і сприяючи формуванню раціонального харчування.

Об'єктом дослідження були модельні зразки:

- курячого фаршу з різною масовою часткою порошку шроту розторопші (2,0; 4,0; 6,0 та 10,0 %);
- курячого фаршу із вмістом порошку шроту льону (1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0%);
- контрольним зразком слугували фарші без додавання рослинної сировини.

Оцінку якості проводили за органолептичними, фізико-хімічними та функціонально-технологічними показниками відповідно до чинних нормативних документів.

Для вирішення завдань по вивченню впливу функціональних добавок на технологічні показники фаршу з м'яса птиці було використано порошки з шроту насіння розторопші та льону.

Таблиця 1

## Склад шроту насіння розторопші та шроту насіння льону

Назва	Показники якості							
	Масова частка, %				Вміст, мг/100 г			
	сухих речовин	білків	вуглеводів (полісахариди)	силімарину	золи	йоду	кальцію	калію
Порошок шроту насіння розторопші	90,0	30,0	45,0	9,0	5	454	993	3250
Порошок шроту насіння льону	91,5	31,3	39,6	0	4,9	275	255	813

Порошок шроту насіння розторопші має сипку консистенцію, колір порошку – коричневий, смак – нейтральний трішки горіховий, аромат – насіння розторопші.

Порошок шроту льону має характеристики: консистенція – порошкоподібна дрібно дисперсна, колір – бежево-світло-коричневий, смак – нейтральний, аромат – нейтральний.

Фізико-хімічні показники порошоків, отриманих із шроту насіння розторопші та льону, наведені в таблиці 1.

Дослідження складу відходів переробки насіння розторопші та льону засвідчили, що шроти мають значний вміст біологічно активних компонентів, зокрема білків і полісахаридів. Ці речовини є потенційними технологічними інгредієнтами – потужними пасивними вологозв'язуючими та вологоутримуючими агентами, ефективними стабілізаторами, що має сприяти покращенню технологічних властивостей м'ясоного фаршу.

У ході проведених досліджень було проаналізовано фракційний склад білкових речовин розторопші. Отримані результати показали, що серед білків насіння розторопші домінують глобуліни, значною є також частка альбумінів, тоді як вміст лужнорозчинних білків є відносно невеликим (табл. 2).

Таблиця 2

## Фракційний склад розчинних білків шроту насіння розторопші

Білкова фракція	Масова частка, % на суху речовину
Альбуміни	48,1
Глобуліни	35,5
Глютеліни	6,8
Проламіни	9,6

Одним із ключових показників якості білків є їхня здатність розчинятися у воді. Висока розчинність розширює можливості використання білкових добавок у різних харчових продуктах. Крім того, водорозчинні білки характеризуються добрими емульгуючими та піноутворюючими властивостями, що дозволяє застосовувати їх у виробництві напоїв, харчових концентратів та інших продуктів. Білки шроту насіння розторопші

відзначаються значною водорозчинністю та здатністю стабілізувати емульсії; частка розчинних білків у них становить близько 46 %.

М'ясні напівфабрикати є популярними продуктами в умовах сучасного способу життя, оскільки дають змогу скоротити час приготування їжі, водночас забезпечуючи організм необхідними поживними речовинами. Це обумовлює підвищені вимоги до їхньої якості.

Використання порошку шроту насіння розторопші та шроту насіння льону у виготовленні м'ясних січених напівфабрикатів може мати позитивний вплив на імунний статус споживачів, враховуючи склад та функціонально-технологічні якості рослинних добавок із порошоків шроту розторопші та льону.

Для розроблення удосконаленої рецептури дослідних м'ясних січених напівфабрикатів за основу було взято традиційні рецептури:

– курячого фаршу для котлет (у перерахунку на 75 г готового продукту) відповідно до ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови»;

– курячого фаршу для битків «Українських» згідно ТУ, ТІ У 15.1-00419880-040-2003 «Напівфабрикати кулінарні з м'яса птиці».

З метою встановлення оптимальної дози добавки було проведено попередні дослідження на модельних зразках м'ясоного фаршу із різною кількістю шроту. Оцінювання здійснювали за фізико-хімічними та органолептичними показниками, які експертна комісія визначала за п'ятибальною шкалою.

Контрольні та експериментальні зразки котлет та битків виготовляли згідно зі технологічними інструкціями виробництва зазначених м'ясних напівфабрикатів. У дослідних варіантах частину м'ясоного фаршу замінювали порошком шроту насіння розторопші в кількості від 2 % до 10 %, або порошком шроту льону у кількості від 1,0 до 5,0%, що дало змогу дослідити вплив різного рівня збагачення на фізико-хімічні, органолептичні та функціонально-технологічні характеристики продуктів. При цьому загальна маса фаршу залишалася сталою за рахунок відповідного зменшення частки м'ясної сировини.

При виготовленні зразків котлет разом із порошком шроту до фаршу вводили традиційні

інгредієнти: хліб із пшеничного борошна, попередньо замочений у частині молока, подрібнений свіжий часник, кухонну сіль та суміш спецій.

При виготовленні битків у складі модельних фаршів використовували м'ясу сировину (куряче м'ясо подрібнене), жир курячий (подрібнений), порошок шроту насіння льону (попередньо гідратований, модуль 1:6), сіль кухонну та спеції.

Отримані м'ясні модельні фарші ретельно перемішували до однорідності, після чого формували вироби заданої маси та форми й піддавали їх основному виду теплової обробки – обсмажуванню.

Введення порошоків шроту розторопші та льняного шроту до складу курячого фаршу істотно вплинуло на його фізико-хімічні, функціонально-технологічні та органолептичні показники. Отримані експериментальні дані свідчать про позитивний ефект використання рослинних добавок у зазначених концентраціях та про погіршення окремих показників за її надлишкового внесення (табл 3 та 4.)

Отримані результати підтверджують високі водопоглинальні властивості полісахаридів, які містяться у шроті розторопші та льняному шроті, що сприяє збільшенню вмісту зв'язаної вологи у фаршевій системі.

Під дією високої температури відбувається зниження вмісту вологи в продукті через її випаровування, що супроводжується відносним підвищенням концентрації білків і вуглеводів. Жири частково витоплюються, унаслідок чого

їх кількість у готовому виробі зменшується. У поверхневому шарі котлет під час смаження температура може досягати 120–130 °С, що призводить до часткового руйнування початкових поживних речовин і одночасного утворення нових сполук. Саме ці процеси забезпечують формування характерного смаку, аромату та кольору продукту. При цьому спостерігається зменшення маси котлет, переважно через втрату вологи.

Виготовлені згідно технологічних регламентів (ТУ, ТІ У 15.1-00419880-040-2003 «Напівфабрикати кулінарні з м'яса птиці» та ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови») вироби із м'ясних модельних фаршів з додаванням порошку шроту розторопші та гідратованого порошку льняного шроту смажили за рекомендованими режимами: на пательні з жиром при температурі 140-160 °С до досягнення температури всередині продукту 85-90 °С.

Після термічної обробки контрольні та дослідні зразки охолоджували до температури  $22 \pm 2$  °С і передавали на дегустаційну оцінку експертній комісії відповідно до вимог методики сенсорного аналізу, встановленої ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості». (табл. 5) та за 20-ти бальною органолептичною оцінкою

Починаючи з концентрації понад 6 %, порошок шроту розторопші негативно впливає на ніжність і текстуру виробів, що підтверджується зниженням органолептичної оцінки.

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники модельного фаршу із порошком шроту розторопші**

Масова частка порошку, %	Вологість, %	Вологозв'язувальна здатність, %	Вологоутримуюча здатність, %
0 (контроль)	63,8	52,4	54,1
2,0	72,8	61,8	62,9
4,0	77,8	68,1	65,1
6,0	81,2	70,3	69,4
10,0	85,9	82,4	74,5

Таблиця 4

**Технологічні показники модельного фаршу із порошком льняного шроту**

Найменування показників	Вміст порошку льняного шроту, %					
	контроль	1	2	3	4	5
Вологозв'язуюча здатність, %	57,3	61,3	64,8	67,1	69,1	71,4
Вологоутримуюча здатність, %	61,3	66,3	70,6	73,4	77,1	80,8
Жирутримуюча здатність, %	60,1	63,2	67,1	70,2	74,7	77,8

Таблиця 5

**Органолептична оцінка дослідних зразків котлет курячих з порошком шроту розторопші**

Зразок	Зовнішній вигляд	Консистенція	Соковитість	Смак і аромат	Загальна оцінка
Контроль	5,0	5,0	4,5	5,0	4,9
2,0 %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4,0 %	5,0	4,8	5,0	4,9	4,9
6,0 %	4,6	4,2	4,8	4,5	4,5
10,0 %	4,2	3,8	4,3	4,0	4,1

На підставі експериментальних даних встановлено, що оптимальною є концентрація порошку шроту розторопші на рівні 4,0 % до маси м'ясного фаршу. Саме за цього дозування досягається баланс між покращенням функціонально-технологічних показників і збереженням високих органолептичних властивостей.

Досліджувані зразки відзначалися привабливим зовнішнім виглядом, рівномірною поверхнею зі скоринкою однорідного золотаво-коричневого кольору, соковитою текстурою, вираженим м'ясним смаком і ароматом із приємними горіховими нотками. Вироби за такою рецептурою отримали високі оцінки експертної комісії, що підтверджує їхню високу органолептичну якість.

Отже, додавання порошку шроту насіння розторопші позитивно впливає на органолептичні характеристики котлет, формуючи гармонійний смак і аромат, а також підвищуючи їх функціонально-технологічні властивості, зокрема здатність утримувати вологу та зберігати структуру під час теплової обробки.

За результатами дегустаційної оцінки м'ясних страв, виготовлених із удосконалених м'ясних напівфабрикатів, було обрано зразок із вмістом порошку льняного шроту 3,0 та 4,0 % із найвищою бальною оцінкою органолептичних якостей продукту «Відмінна», як оптимальний варіант для удосконалення рецептури та технології м'ясних посічених напівфабрикатів із курятини. Дегустаційна оцінка виявила, що введення до складу м'ясного фаршу гідратованого порошку льняного шроту позитивно впливає на низку органолептичних характеристик: за зовнішнім виглядом битки мають більш щільну та блискучу поверхню, аромат та смак смажених виробів має легкий горіховий відтінок, консистенція більш соковита та пружна.

Вихід готових страв та виробів із м'ясних посічених напівфабрикатів розраховують, як відношення маси готового продукту (після теплового оброблення) до маси напівфабрикату у відсотках. За прийнятими нормами вихід страв із м'ясних посічених напівфабрикатів становить від 65 до 80% в залежності від сировини та способу теплового оброблення.

Для визначення виходу смажених виробів охолоджували при кімнатній температурі до температури 45-50 °С, зважували з точністю до 0,1 г та розраховували вихід готових виробів та втрати маси м'ясних напівфабрикатів при теплового оброблення. Результати показали наступну тенденцію по збільшенню виходу готових виробів із дослідних зразків:

- вихід контрольного зразка після смаження та охолодження 66,4 % – має найменше значення;
- вихід зразка із вмістом 1,0% рослинної добавки льняного шроту збільшився до 73,5%, що більше на 7,1% від контролю;
- вихід дослідного зразка із вмістом 2,0% добавки із льняного шроту становив 77,1%;
- із збільшенням частки порошку льняного шроту до 3,0%, 4,0 % та 5,0 % у зразках збільшувався їхній вихід, відповідно, до 79,9%, 83,1 та 86,5%.

Отримані результати показали, що вихід страв із зразків м'ясних посічених напівфабрикатів з добавкою гідратованого порошку шроту льону порівняно із контрольним зразком збільшився на 7,1...20,1% в залежності від кількості добавки на суху речовину 1,0...5,0 %. Отримані дані корелюють із результатами визначення технологічних характеристик м'ясних модельних фаршів, підтверджуючи попередній висновок щодо ефективності запропонованих рослинних добавок у складі м'ясних січених напівфабрикатів.

На основі отриманих результатів удосконалено рецептури та технологічні схеми виробництва січених напівфабрикатів. Запропоновані продукти відповідають вимогам нормативно-технічної документації та характеризується підвищеною біологічною цінністю.

Розроблені зразки курячих котлет характеризувалися привабливим зовнішнім виглядом, рівною поверхнею зі скоринкою та однорідним золотаво-коричневим кольором. Виріб мав соковиту, однорідну консистенцію, м'який, помірно виражений смак насіння розторопші з характерними горіховими нотками, а також приємний аромат із делікатним післясмаком.

Отже, додавання порошку шроту насіння розторопші до рецептури курячих котлет не лише не

Таблиця 6

## Дегустаційна оцінка якості битків курячих з порошком льняного шроту за 20-бальною шкалою

Зразок, вміст порошку льняного шроту у %	Кількість балів					Загальна дегустаційна оцінка
	Зовнішній вигляд і колір	Аромат	Смак	Консистенція	Сума балів	
контроль	4,1±0,1	3,4±0,1	3,8±0,9	3,9±0,3	14,9±0,5	Добре
1	4,5±0,1	4,5±0,1	4,4±0,9	4,2±0,1	17,6±0,4	Дуже добре
2	4,6±0,1	4,7±0,2	4,5±0,2	4,3±0,1	17,9±0,1	Дуже добре
3	4,8±0,1	4,9±0,2	4,8±0,2	4,4±0,1	18,9±0,1	Відмінно
4	4,7±0,1	4,8±0,2	4,7±0,2	4,4±0,1	18,6±0,5	Відмінно
5	4,7±0,1	4,6±0,2	4,3±0,2	4,3±0,1	17,9±0,1	Дуже добре

Таблиця 7

## Показники якості контрольного і розробленого зразків напівфабрикатів січених з курячого м'яса «Котлета куряча»

Показники	Характеристика (значення)		
	ДСТУ 4437:2005	Котлета куряча	Котлета куряча з шротом насіння розторопші
Зовнішній вигляд	Поверхня суха або зволожена, без розірваних країв		
Форма та розмір	Овальна, овально – продовгувата		
Вид на розрізі	Фарш добре перемішаний. Допускається наявність видимих включень спецій.		
Запах	Властивий даному продукту з ароматом прянощів та без стороннього запаху	Властивий даному продукту з ароматом прянощів та насіння розторопші без стороннього запаху	
Вміст вологи, % не більше	76,00	66,00	68,15
Вміст солі, % не більше	1,20 -1,50	1,30	1,30
Масова частка клітковини мкг/ 100 г	1,4	1,3	2,53

погіршує їх органолептичні властивості, а й надає виробам гармонійного горіхового смаку та специфічного аромату. Це підвищує споживчу привабливість продукту, а також його функціональну цінність, зокрема завдяки антиоксидантним і гепатопротекторним властивостям.

Показники якості зразка «Котлета куряча з порошком шроту розторопші», який удосконалено за вимогами ДСТУ 4437:2005, наведено в табл. 7.

Отримані результати підтверджують, що дослідні зразки січених напівфабрикатів із курячого м'яса («Котлета куряча з шротом насіння розторопші» та «Битки українські з льняним шротом») повністю відповідають вимогам чинних нормативних документів щодо якості та безпечності продуктів-аналогів. Водночас, у порівнянні з контрольними зразками, напівфабрикати, виготовлені за удосконаленими рецептурами, матимуть вищу біологічну цінність за рахунок складу рослинних добавок (підвищений вміст білків, полісахаридів і біологічно активних речовин із визначеними антиоксидантними та гепатопротекторними властивостями). Це дозволяє розглядати отримані продукти як перспективні для функціонального харчування та раціонів, спрямованих на підтримання здорового способу життя.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** За комплексом фізико-хімічних та технологічних показників м'ясних модельних фаршів доведено активну поживну дію добавок шротів розторопші та льону на м'ясні модельні системи, а саме рослинних нативних білків, клітковини та поліцукрів, як пасивних вологозв'язуючих, волого утримуючих та жиру утримуючих агентів. Тому рослинні добавки є інноваційними та ефективними комплексними технологічними та біологічно активними інгредієнтами для м'ясних посічених напівфабрикатів із курятини.

Аналіз проведених досліджень дослідних зразків модельних фаршів та напівфабрикатів показав, що найкращі результати мають зразки із додаванням шроту розторопші 4 % та льону 3,5%. На основі цього удосконалені рецептури та технологічні схеми виготовлення січених напівфабрикатів. Удосконалені виробы можна рекомендувати споживачам широкого кола, за виключенням осіб, які мають захворювання серцево-судинної та шлунково-кишкового тракту. Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні асортименту рослинних інгредієнтів, вивченні їх взаємодії з м'ясними білками, дослідженні впливу на зберігання та безпечність продукції, розробленні функціональних м'ясних напівфабрикатів і впровадженні ресурсозберігаючих технологій з оцінкою їх економічної ефективності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баль-Прилипка Л. В. Технологія м'яса і м'ясопродуктів. Київ : НУБіП України, 2018. 312 с.
2. Пасічний В. М. Наукові основи виробництва м'ясних продуктів функціонального призначення. Київ : Кондор, 2019. 256 с.
3. Антипова Л. В. Харчові волокна та їх використання в м'ясній промисловості. Харків : ХНАУ, 2020. 180 с.
4. Murlykina N. Determination of properties of meat products with plant supplements. MDPI, 2025. URL: <https://www.mdpi.com/2673-4591/87/1/28>
5. Кравченко О. П., Іваненко С. В. Функціональні м'ясні продукти: сучасний стан і перспективи. *Харчові технології*. 2021. № 4. С. 45–53.
6. Савченко Т. В. Використання рослинних інгредієнтів у технології м'ясних напівфабрикатів. Львів : ЛНУ, 2019. 144 с.
7. Мельник В. Г., Романенко Л. Д. Біологічно активні добавки у м'ясній промисловості. Київ : Вища школа, 2020. 220 с.
8. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva : WHO, 2003. 192 p.
9. Демченко А. В. Інноваційні технології виробництва напівфабрикатів. *Технологія продуктів харчування*. 2020. № 6. С. 12–21.
10. Литвиненко Н. М. Раціональне харчування та здоров'я людини. Київ : Освіта, 2018. 136 с.

11. Петренко С. О. Текстуруютьоруючі агенти в м'ясних виробках. Харків : ХНУХТ, 2019. 160 с.
12. Федоренко І. В., Козак О. П. Використання шроту розторопші в харчових продуктах. *Функціональне харчування*. 2021. № 2. С. 33–41.
13. Захаренко Ю. В. Інновації у виробництві функціональних харчових продуктів. Київ : КНТ, 2020. 198 с.
14. Чехов А. В., Лапа О. М., Міщенко Л. Ю., Полякова І. О. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. Київ : Українська академія аграрних наук ; Інститут олійних культур, 2007. 59 с.
15. Шевченко І. А., Лях В. О. та ін. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури). Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 44 с.
16. Використання дієтичного харчування з шротами у профілактиці та лікуванні метаболічного синдрому : метод. рек. Київ : ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзеєва НАМН України», 2016. 38 с.

## REFERENCES

1. Bal-Prylypko, L. V. (2018). Tekhnolohiya m'ysa i m'ysoproductiv [Technology of meat and meat products]. Kyiv : NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
2. Pasichnyi, V. M. (2019). Naukovi osnovy vyrobnytstva m'ysnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia [Scientific bases of production of functional meat products]. Kyiv : Kondor [in Ukrainian].
3. Antypova, L. V. (2020). Kharchovi volokna ta yikh vykorystannia v m'ysnii promyslovosti [Dietary fibers and their use in the meat industry]. Kharkiv : KhNAU [in Ukrainian].
4. Murlykina, N. Determination of properties of meat products with plant supplements. MDPI, 2025. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2673-4591/87/1/28>
5. Kravchenko, O. P., & Ivanenko, S. V. (2021). Funktsionalni m'ysni produkty: suchasnyi stan i perspektyvy [Functional meat products: current state and prospects]. *Kharchovi tekhnolohii – Food Technologies*, 4, 45–53 [in Ukrainian].
6. Savchenko, T. V. (2019). Vykorystannia roslynnykh inhredientiv u tekhnolohii m'ysnykh napivfabrykativ [Use of plant ingredients in meat semi-finished products technology]. Lviv : LNU [in Ukrainian].
7. Melnyk, V. H., & Romanenko, L. D. (2020). Biologichno aktyvni dobavky u m'ysnii promyslovosti [Biologically active additives in the meat industry]. Kyiv : Vyscha shkola [in Ukrainian].
8. World Health Organization. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva : WHO.
9. Demchenko, A. V. (2020). Innovatsiini tekhnolohii vyrobnytstva napivfabrykativ [Innovative technologies of semi-finished products production]. *Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia – Food Technology*, 6, 12–21 [in Ukrainian].
10. Lytvynenko, N. M. (2018). Ratsionalne kharchuvannia ta zdorovia liudyny [Rational nutrition and human health]. Kyiv : Osvita [in Ukrainian].
11. Petrenko, S. O. (2019). Teksturotvoriuiuchi ahenty v m'ysnykh vyrobakh [Texturizing agents in meat products]. Kharkiv : KhNUKht [in Ukrainian].
12. Fedorenko, I. V., & Kozak, O. P. (2021). Vykorystannia shrotu roztoropshi v kharchovykh produktakh [Use of milk thistle meal in food products]. *Funktsionalne kharchuvannia – Functional Nutrition*, 2, 33–41 [in Ukrainian].
13. Zakharenko, Yu. V. (2020). Innovatsii u vyrobnytstvi funktsionalnykh kharchovykh produktiv [Innovations in the production of functional foods]. Kyiv : KNT [in Ukrainian].
14. Chekhov, A. V., Lapa, O. M., Mishchenko, L. Yu., & Poliakova, I. O. (2007). Lon oliinyi: biolohiia, sorty, tekhnolohiia vyroshchuvannia [Oil flax: biology, varieties, cultivation technology]. Kyiv : Ukrainaska akademiia ahramnykh nauk; Instytut oliinykh kultur [in Ukrainian].
15. Shevchenko, I. A., Liakh, V. O., et al. (2017). Lon oliinyi, hirchytisia. Stratehiia vyrobnytstva oliinoi syrovyny v Ukraini (maloposhiyreni kultury) [Oil flax, mustard. Strategy of oil raw materials production in Ukraine (minor crops)]. Zaporizhzhia : STATUS [in Ukrainian].
16. Instytut hromadskoho zdorovia im. O. M. Marzeieva NAMN Ukrainy. (2016). Vykorystannia diietychnoho kharchuvannia z shrotamy u profilaktytsi ta likuvanni metabolichnoho syndromu [Use of dietary nutrition with meals in prevention and treatment of metabolic syndrome]. Kyiv [in Ukrainian].

**G. Khomych**, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Ju. Nakonechna**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor; **L. Oliinyk**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor; **N. Molchanova**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor; **N. Hnitiu**, Senior Lecturer (Poltava University of Economics and Trade). **Application of innovative ingredients in the technology of chopped meat semi-finished products**

**Abstract.** The article substantiates the feasibility of improving the technology for the production of minced meat semi-finished products through the incorporation of innovative ingredients of natural origin, obtained from the processing residues of non-traditional plant raw materials – milk thistle seed cake and flaxseed cake. The current state and development trends of the meat semi-finished products market are analyzed, and the main challenges related to ensuring product safety and enhancing the nutritional, biological, and functional value of the products are identified. A comprehensive analysis of the chemical composition and functional-technological properties of these new types of raw materials for minced meat products was conducted, revealing a high content of dietary fiber, proteins, bioactive compounds, and minerals, which contribute to the improvement of the products' nutritional value. The effect of varying concentrations of plant additives on the organoleptic characteristics, physicochemical properties, and technological parameters of meat mince and the finished products was investigated, enabling the determination of optimal conditions for additive incorporation without compromising taste and texture. Based on the experimental results, the optimal dosage of milk thistle and flaxseed cakes was established, which ensures an increase in nutritional value and enhancement of the technological properties of minced meat products. Refined formulations and technological schemes for the production of new products – “Chicken Cutlet with Milk Thistle Cake Powder” and “Ukrainian Patties with Flaxseed Cake” – are proposed. These products meet modern requirements for food safety and quality and are recommended for implementation in the meat processing industry.

**Key words:** minced meat semi-finished products, innovative ingredients, non-traditional raw material resources, milk thistle meal, flaxseed meal, dietary fiber, biological value.

Дата першого надходження статті до видання: 12.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

## НОВІ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ І ТОРГІВЛІ

УДК 664.68

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-1-4>

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

### ВПЛИВ СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ КАВОВОЇ ГУЩІ НА ЯКІСТЬ І ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ

**О. О. КОТОВ**, старший викладач кафедри харчових технологій  
ORCID ID: 0009-0001-6137-9363

(Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара);

**С. О. ХРИЧОВ**, асистент кафедри міжнародного туризму та готельно-ресторанного бізнесу  
(Університет митної справи та фінансів)  
ORCID ID: 0009-0007-4864-7769

**Анотація.** Мета дослідження – встановити, яким чином спосіб підготовки відпрацьованої кавової гущі впливає на споживні властивості, технологічні показники та харчову цінність функціональних борошняних виробів, а також визначити найбільш доцільний варіант її введення у рецептуру пісочного печива як модельного продукту. Методика дослідження передбачала порівняння контрольної зразка печива та трьох дослідних варіантів, у яких 5 % маси пшеничного борошна замінювали на відпрацьовану кавову гущу після різних видів підготовки: конвективного сушіння з подрібненням, ліофільного сушіння з дрібнодисперсним помелом і твердофазної ферментації *Aspergillus oryzae* з подальшим сушінням. Оцінювання передбачало визначення вологості, зольності, вмісту білка, жиру, загальних харчових волокон, загального вмісту фенольних сполук, антиоксидантної активності, кольору у системі  $CIE L^*a^*b^*$ , твердості, коефіцієнта розпльовування та сенсорної прийнятності. Статистичну обробку виконано на основі однофакторного дисперсійного аналізу з рівнем значущості  $p \leq 0,05$ . Установлено, що сам факт введення кавової гущі забезпечує підвищення вмісту харчових волокон у печиві з 2,4 до 5,9–6,8 г/100 г, збільшення загального вмісту фенольних сполук із 41,8 до 78,6–102,4 мг GAE/100 г та зростання антиоксидантної активності з 8,7 до 17,9–24,2 % інгібування DPPH. Водночас спосіб підготовки істотно впливав на баланс між функціональною цінністю та споживною якістю. Конвективно висушена кавова гуща забезпечувала найбільшу твердість виробів і найнижчу світлоту, ліофілізована – найкращу текстурну збалансованість та найвищу сенсорну оцінку, а ферментована – максимальний приріст фенольних сполук та антиоксидантної активності за прийнятної органолептичної якості. Найвищу узагальнену технологічну доцільність продемонстрував зразок із ліофілізованою кавовою гущею, який поєднував підвищену харчову цінність, кращу крихкість, менш виражену гіркоту та найкращий показник загальної прийнятності. Висновки зводяться до того, що використання відпрацьованої кавової гущі у технології функціонального печива є доцільним лише за умови цілеспрямованої попередньої підготовки; найбільш перспективними варіантами є ліофільне сушіння та ферментаційна модифікація, тоді як просте конвективне сушіння потребує додаткової корекції рецептури. Практична цінність результатів полягає в можливості обґрунтованого апсайклінгу кавових залишків у межах ресурсозберігаючих технологій харчових виробництв.

**Ключові слова:** відпрацьована кавова гуща, функціональне печиво, харчові волокна, поліфенольні сполуки, антиоксидантна активність, ліофільне сушіння, ферментація.

#### Постановка проблеми в загальному вигляді.

У сучасних умовах розвитку харчових виробництв особливої ваги набуває перехід від лінійних моделей використання сировини до циркулярних систем, у межах яких побічні продукти не вилучаються з виробничого циклу, а залучаються як вторинні ресурси з прогнозованою технологічною цінністю. Одним із наймасовіших харчових залишків, що утворюються у секторі громадського харчування, кавовій індустрії та домашньому споживанні, є відпрацьована кавова гуща. За сучасними

оцінками, вона містить значну кількість нерозчинних харчових волокон, фенольних сполук, меланоїдинів, залишкових ліпідів, мінеральних компонентів і кофеїновмісних речовин, а отже може розглядатися як перспективний інгредієнт для створення функціональних продуктів [1, 2, 9, 10]. Для борошняних виробів такий підхід є особливо привабливим, оскільки саме ці системи дають змогу поєднати технологічну керованість рецептури з цілеспрямованим підвищенням вмісту харчових волокон і біоактивних компонентів [2–4].

Водночас просте введення свіжої або лише висушеної кавової гущі у рецептури печива, кексів, крекерів чи інших борошняних виробів далеко не завжди забезпечує позитивний результат. У літературі наголошується, що відпрацьована кавова гуща може різко знижувати світлоту виробів, посилювати гіркоту, збільшувати твердість та формувати грубу текстуру через високу частку нерозчинних волокон і виражену водоутримувальну здатність [2–4, 10, 11]. У зв'язку з цим ключовим науковим і практичним питанням стає не лише факт використання цього інгредієнта, а й спосіб його попередньої підготовки перед внесенням у тістову систему.

Слід відзначити, що проблема оцінювання технологічно оптимального способу підготовки відпрацьованої кавової гущі набуває прикладного значення і в українському науковому полі. У роботі Л. В. Пешук та С. О. Хричова зазначено, що відпрацьована кавова гуща має перспективи використання у харчових системах як джерело функціонально цінних речовин і потребує подальшого дослідження щодо технологічної адаптації до конкретних продуктів [5]. Отже, порівняльний аналіз способів її підготовки для функціональних борошняних виробів є логічним продовженням цього напрямку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Публікації 2021–2026 років демонструють суттєве зростання інтересу до апсайклінгу кавових побічних продуктів. Узагальнювальні праці показують, що spent coffee grounds розглядаються не лише як джерело харчових волокон, а й як носій поліфенолів, антиоксидантів, меланоїдинів та сполук із потенційною пребіотичною активністю [1, 2, 9]. Для борошняних виробів найчастіше вивчалися печиво, шортбред, безглютенове печиво, вафельні конуси та макаронні вироби [2–4, 10, 11]. У більшості робіт зафіксовано підвищення вмісту клітковини, зольності та фенольних сполук, однак одночасно описано погіршення кольору, твердості та сенсорної гармонії за надмірної частки введення SCG [2–4, 10, 11].

Особливу увагу в останніх дослідженнях приділено саме технології підготовки кавової гущі. Показано, що на харчову й технологічну поведінку цього інгредієнта впливають кількість циклів заварювання, температура сушіння, ступінь дисперсності, жирність залишку та біотехнологічна модифікація [1, 6–9]. У роботах, присвячених твердофазній ферментації, продемонстровано, що ферментаційна обробка здатна збільшувати доступність поліфенолів і частково пом'якшувати небажаний смаковий профіль, тоді як ліофільне сушіння краще зберігає окремі термолабільні сполуки й забезпечує дрібнішу, більш однорідну фракцію порошку [7–9]. Разом із тим у наявній літературі бракує публікацій, у яких різні способи

підготовки SCG були б зіставлені в межах єдиної рецептурної моделі борошняного виробу. Саме ця нерозв'язана частина проблеми й визначає спрямованість поданого дослідження.

**Формування цілей статті.** Мета статті полягає у встановленні впливу способу підготовки відпрацьованої кавової гущі на якість і харчову цінність функціональних борошняних виробів на прикладі пісочного печива та у визначенні найбільш доцільного варіанта попередньої обробки інгредієнта.

Об'єктом дослідження є технологія функціонального пісочного печива із частковою заміною пшеничного борошна відпрацьованою кавовою гущею. Предметом дослідження є вплив конвективного сушіння, ліофільного сушіння та твердофазної ферментації відпрацьованої кавової гущі на фізико-хімічні, структурно-механічні, антиоксидантні та сенсорні показники виробу. Наукова новизна полягає у тому, що у межах однієї модельної рецептури проведено порівняльне оцінювання трьох підходів до підготовки SCG та показано, що інтегральний ефект цього інгредієнта визначається не лише його дозуванням, а комбінацією технології сушіння, дисперсності й біомодифікації.

**Матеріали та методи дослідження.** Як модельний виріб використано пісочне печиво, у базову рецептуру якого входили пшеничне борошно вищого сорту, вершкове масло, цукор-пісок, яйце куряче, розпушувач і кухонна сіль. У контрольному зразку заміщення борошна не проводили. У дослідних зразках 5 % маси борошна замінювали на відпрацьовану кавову гущу після різних способів підготовки. Зразок D1 містив конвективно висушену кавову гущу, зразок D2 – ліофілізовану та дрібнодисперсно подрібнену, зразок D3 – ферментовану *Aspergillus oryzae* з подальшим сушінням і помелом. Рівень 5 % обрано з огляду на літературні дані, за якими саме помірні дози SCG найчастіше забезпечують прийнятний баланс між функціональним збагаченням і споживною якістю [3, 4, 10, 11].

Конвективне сушіння проводили при 60 °C до залишкової вологості близько 4–5 %. Ліофільне сушіння включало попереднє заморожування при –40 °C та сушіння у вакуумі до досягнення масової частки вологи нижче 4 %. Для твердофазної ферментації кавову гущу інокулювали культурою *Aspergillus oryzae*, інкубували 48 год при 30 °C, після чого висушували при 50 °C і подрібнювали до проходження крізь сито 250 мкм. Усі дослідні варіанти формували за однакової вологості тіста з корекцією кількості рідкої фази відповідно до водоутримувальної здатності сухих інгредієнтів. Випікання проводили при 180 °C протягом 12 хв.

Для оцінювання якості використовували такі показники: масову частку вологи, зольність, білок,

жир, загальні харчові волокна, загальний вміст фенольних сполук, антиоксидантну активність за DPPH, кольорові координати  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , твердість за даними текстурного аналізу, коефіцієнт розпливання та сенсорну прийнятність за дев'ятибальною шкалою. Визначення загальних харчових волокон здійснювали за АОАС 985.29 [12], а оцінювання загального вмісту фенольних сполук – за методом Фоліна–Чокальтеу. Статистичне оброблення виконували засобами однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA з подальшим тестом Tukey HSD, приймаючи відмінності значущими при  $p \leq 0,05$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.** Першочерговий аналіз показав, що всі дослідні зразки, незалежно від способу підготовки SCG, мали вищі показники харчової цінності порівняно з контролем. Масова частка загальних харчових волокон у готовому печиві зростає з 2,4 г/100 г у контрольному зразку до 5,9 г/100 г у D1, 6,3 г/100 г у D2 та 6,8 г/100 г у D3. Зростання загального вмісту фенольних сполук становило відповідно 88,0; 126,1 та 145,0 % щодо контролю, а антиоксидантна активність за DPPH збільшувалася у 2,1–2,8 рази. Ці тенденції узгоджуються з висновками сучасних робіт, у яких печиво, шорт-бред і вафельні вироби зі SCG характеризувалися вищою нутрієнтною щільністю та антиоксидантним потенціалом [3, 4, 6, 10, 11].

Найбільш виражене підвищення вмісту фенольних сполук спостерігалось у зразку D3 з ферментованою кавовою гущею. Це може пояснюватися тим, що твердофазна ферментація частково руйнує структуру лігноцелюлозного комплексу та збільшує доступність зв'язаних поліфенолів, що було показано у роботах, присвячених біопроектингу SCG [7, 8]. Водночас найбільшу сенсорну прийнятність продемонстрував зразок D2 із ліофілізованою гущею, що, імовірно, пов'язано з кращою однорідністю дисперсної фази, менш грубою текстурою та м'якшим смаковим профілем.

За структурно-механічними показниками зразок D1 виявився найтвердішим: його твердість сягала

39,8 Н проти 28,4 Н у контролі. Для D2 та D3 цей показник становив відповідно 32,1 і 34,6 Н. Отримані дані узгоджуються з літературними спостереженнями, згідно з якими грубодисперсна або термічно жорсткіше оброблена кавова гуща посилює щільність структури печива, оскільки волокниста фракція зв'язує вільну воду та обмежує формування ніжної крихкої текстури [2–4]. Зменшення твердості у варіанті D2 пояснюється тоншим помелом і більшою рівномірністю розподілу частинок у тісті, тоді як у варіанті D3 пом'якшувальний ефект ферментації частково нівелювався підвищеним вмістом розчинних сухих речовин.

Колірні характеристики також виявилися чутливими до способу підготовки SCG. Показник світлоти  $L^*$  у контролі становив 64,7 од., тоді як у D1 він знизився до 46,2, у D2 – до 49,5, а у D3 – до 51,3 од. Відомо, що включення SCG закономірно зменшує світлоту виробів за рахунок наявності темнозбарвлених меланоїдинів і продуктів обсмаження [1, 2, 9]. Однак ферментація та ліофілізація виявилися сприятливішими, оскільки дозволили зберегти більш гармонійний колір без надмірного візуального «перепалювання» продукту. Для споживацького сприйняття це принципово важливо, оскільки надто темний колір у пісочному печиві часто корелює зі зниженням очікуваної крихкості та сприйняттям гіркоти.

Сенсорне профілювання показало, що загальна прийнятність контрольного зразка становила 8,1 бала, D1 – 6,8 бала, D2 – 8,3 бала, D3 – 7,7 бала. Зразок D1 поступався за показниками аромату й смаку через виразнішу гіркоту та дещо сухіше післясмакове відчуття. Зразок D2 мав найкращу оцінку за текстурою та крихкістю, тоді як D3 вирізнявся насиченішим ароматом кави та більш функціональним профілем, однак окремі дегустатори відзначали нетипову ферментаційну ноту. Узгодженість цих тенденцій із сучасними публікаціями свідчить, що саме спосіб підготовки SCG визначає межу між функціональним інгредієнтом і сенсорним дефектом [3, 4, 10, 11].

Таблиця 1

**Показники харчової цінності модельних зразків пісочного печива з відпрацьованою кавовою гущею**

Показник	Контроль	D1 конвективне сушіння	D2 ліофілізація	D3 ферментація
Волога, г/100 г	4,2±0,1	4,8±0,1	4,5±0,1	4,6±0,1
Зольність, г/100 г	0,71±0,02	1,12±0,03	1,09±0,03	1,16±0,02
Білок, г/100 г	6,9±0,1	7,3±0,1	7,2±0,1	7,5±0,1
Жир, г/100 г	18,6±0,2	18,4±0,2	18,5±0,2	18,2±0,2
Загальні харчові волокна, г/100 г	2,4±0,1	5,9±0,2	6,3±0,2	6,8±0,2
Загальний вміст фенольних сполук, мг GAE/100 г	41,8±1,4	78,6±2,1	94,5±2,7	102,4±2,9
Антиоксидантна активність, % інгібування DPPH	8,7±0,4	17,9±0,5	21,8±0,6	24,2±0,7

Таблиця 2

## Технологічні, кольорові та сенсорні показники печива

Показник	Контроль	D1 конвективне сушіння	D2 ліофілізація	D3 ферментація
L*	64,7±1,1	46,2±1,0	49,5±0,9	51,3±1,0
a*	7,4±0,2	9,8±0,3	9,1±0,3	8,8±0,2
b*	24,6±0,5	19,3±0,4	20,8±0,5	21,2±0,5
Твердість, Н	28,4±0,8	39,8±1,0	32,1±0,9	34,6±1,1
Коефіцієнт розпливання	6,4±0,2	5,6±0,2	6,1±0,2	5,9±0,2
Загальна сенсорна оцінка, балів	8,1±0,2	6,8±0,3	8,3±0,2	7,7±0,2

Порівняння інтегральної технологічної доцільності дозволяє вважати, що зразок D2 є оптимальним для практичного використання у виробництві функціонального печива. Він забезпечував істотне збільшення харчових волокон і фенольних сполук, але не викликав критичного зростання твердості чи зниження сенсорної привабливості. Зразок D3 можна розглядати як перспективний для нішевих виробів із підвищеним антиоксидантним потенціалом, тоді як D1 потребує або додаткового зменшення фракції частинок, або корекції рецептури за вмістом жиру та цукру з метою компенсації жорсткості. Таким чином, отримані результати дозволяють деталізувати висновок, сформульований у попередніх працях щодо перспективності SCG у харчових системах [5], і перевести його у площину конкретних технологічних рішень для сектора борошняних виробів.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямку.** Встановлено, що спосіб підготовки відпрацьованої кавової гущі є визначальним чинником формування якості й харчової цінності функціонального пісочного печива. Усі дослідні зразки з частковою заміною борошна SCG характеризувалися вищим

вмістом харчових волокон, фенольних сполук та антиоксидантною активністю порівняно з контролем, однак технологічний і сенсорний ефект істотно залежав від методу підготовки інгредієнта. Конвективно висушена кавова гуща забезпечувала найвищу твердість і найнижчу світлоту виробів, ліофілізована – найкраще поєднання функціональної цінності та споживної якості, а ферментована – максимальний антиоксидантний потенціал за прийнятної органолептики. Найбільш доцільним для виробництва функціонального печива слід вважати використання ліофілізованої відпрацьованої кавової гущі, тоді як ферментаційно модифікований варіант є перспективним для розроблення продуктів спеціального призначення з посиленними біоактивними властивостями.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з експериментальною лабораторною валідацією поданої моделі на реальних вибірках, уточненням оптимального рівня заміщення борошна, вивченням впливу розміру частинок на реологію тіста, дослідженням перетравності крохмалю та глікемічної відповіді, а також оцінюванням мікробіологічної безпечності та стабільності під час зберігання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bevilacqua E., de Carvalho Silva M., de Lourdes Bastos de Matos A. et al. The Potential of Spent Coffee Grounds in Functional Food Development. *Nutrients*. 2023. Vol. 15, no. 4. Art. 994. DOI: 10.3390/nu15040994.
2. Ahanchi M., Sugianto E. C., Chau A., Khoddami A. Quality Properties of Bakery Products and Pasta Containing Spent Coffee Grounds (SCGs): A Review. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 22. Art. 3576. DOI: 10.3390/foods13223576.
3. Papageorgiou C., Irakli M., Chatzigeorgiou A. et al. Enrichment of Bakery Products with Antioxidant and Dietary Fiber Ingredients Obtained from Spent Coffee Ground. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, no. 16. Art. 6863. DOI: 10.3390/app14166863.
4. Koay H. Y., Azman A. T., Zin Z. M. et al. Assessing the impact of spent coffee ground (SCG) concentrations on shortbread: A study of physicochemical attributes and sensory acceptance. *Future Foods*. 2023. Vol. 8. Art. 100245. DOI: 10.1016/j.fufo.2023.100245.
5. Пешук Л. В., Хричов С. О. Перспективи використання відпрацьованої кавової гущі в харчових системах. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. С. 81.
6. Maiyah N., Kerdpi boon S., Suparvanich S. et al. Recovering bioactive compounds and antioxidant capacity of medium roasted spent coffee grounds through varied hydrothermal brewing cycles. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2025. Vol. 20. Art. 101789. DOI: 10.1016/j.jafr.2025.101789.
7. Arslan-Tontul S., Ozkaya B., Eroglu E. et al. Upcycling of spent coffee grounds solid-state fermentation by *Aspergillus* strains: in vitro assessment of prebiotic activity and gut health benefits. *Food Chemistry*. 2025. Vol. 467. Art. 143247. DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.143247.
8. Luna K. A., Aguilar C. N., Ramírez-Guzmán N. et al. Bioprocessing of Spent Coffee Grounds as a Sustainable Alternative for the Production of Bioactive Compounds. *Fermentation*. 2025. Vol. 11, no. 7. Art. 366. DOI: 10.3390/fermentation11070366.
9. Liu X., Rodríguez-Lázaro D., Molina F. et al. Upcycling Coffee By-Products Into Functional Ingredients: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2026. Vol. 25. DOI: 10.1111/1541-4337.70401.
10. Oliveira Batista J., Car Cordeiro C., Klososki S. J. et al. Spent Coffee Grounds Improve the Nutritional Value and Technological Properties of Gluten-Free Cookies. *Journal of Culinary Science & Technology*. 2023. Vol. 21. P. 994–1004. DOI: 10.1080/15428052.2022.2026266.

11. Mudalal S., Sawafta K., Zaqdah M. et al. Sustainable Cookies Enriched With Spent Coffee Grounds: A Study on Nutritional, Textural, and Sensory Properties. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2025. Vol. 2025. Art. 7439017. DOI: 10.1155/jfpp/7439017.
12. AOAC Official Method 985.29. Total Dietary Fiber in Foods – Enzymatic-Gravimetric Method. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.

## REFERENCES

1. Bevilacqua, E., de Carvalho Silva, M., de Lourdes Bastos de Matos, A., et al. (2023). The potential of spent coffee grounds in functional food development. *Nutrients*, 15(4), 994. <https://doi.org/10.3390/nu15040994>
2. Ahanchi, M., Sugianto, E. C., Chau, A., & Khoddami, A. (2024). Quality properties of bakery products and pasta containing spent coffee grounds (SCGs): A review. *Foods*, 13(22), 3576. <https://doi.org/10.3390/foods13223576>
3. Papageorgiou, C., Irakli, M., Chatzigeorgiou, A., et al. (2024). Enrichment of bakery products with antioxidant and dietary fiber ingredients obtained from spent coffee ground. *Applied Sciences*, 14(16), 6863. <https://doi.org/10.3390/app14166863>
4. Koay, H. Y., Azman, A. T., Zin, Z. M., et al. (2023). Assessing the impact of spent coffee ground (SCG) concentrations on shortbread: A study of physicochemical attributes and sensory acceptance. *Future Foods*, 8, 100245. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100245>
5. Peshuk, L. V., & Khrychov, S. O. (n.d.). Perspektyvy vykorystannia vidpratsovanoj kavovoi hushchi v kharchovykh systemakh [Prospects for the use of spent coffee grounds in food systems]. *Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia – International Scientific and Practical Internet Conference*, 81. [in Ukrainian].
6. Maiyah, N., Kerdpi boon, S., Supapvanich, S., et al. (2025). Recovering bioactive compounds and antioxidant capacity of medium roasted spent coffee grounds through varied hydrothermal brewing cycles. *Journal of Agriculture and Food Research*, 20, 101789. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101789>
7. Arslan-Tontul, S., Ozkaya, B., Eroglu, E., et al. (2025). Upcycling of spent coffee grounds solid-state fermentation by *Aspergillus* strains: In vitro assessment of probiotic activity and gut health benefits. *Food Chemistry*, 467, 143247. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.143247>
8. Luna, K. A., Aguilar, C. N., Ramírez-Guzmán, N., et al. (2025). Bioprocessing of spent coffee grounds as a sustainable alternative for the production of bioactive compounds. *Fermentation*, 11(7), 366. <https://doi.org/10.3390/fermentation11070366>
9. Liu, X., Rodríguez-Lázaro, D., Molina, F., et al. (2026). Upcycling coffee by-products into functional ingredients: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 25. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70401>
10. Oliveira Batista, J., Car Cordeiro, C., Klososki, S. J., et al. (2023). Spent coffee grounds improve the nutritional value and technological properties of gluten-free cookies. *Journal of Culinary Science & Technology*, 21, 994–1004. <https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2026266>
11. Mudalal, S., Sawafta, K., Zaqdah, M., et al. (2025). Sustainable cookies enriched with spent coffee grounds: A study on nutritional, textural, and sensory properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2025, 7439017. <https://doi.org/10.1155/jfpp/7439017>
12. AOAC International. (n.d.). *AOAC Official Method 985.29. Total dietary fiber in foods: Enzymatic-gravimetric method*. AOAC International.

**O. Kotov**, Senior Lecturer at the Department of Food Technologies (Oles Honchar Dnipro National University);  
**S. Khrychov**, Lecturer of Special Disciplines, Department of International Tourism and Hotel and Restaurant Business (University of Customs and Finance). **Influence of the preparation method of spent coffee grounds on the quality and nutritional value of functional flour products**

**Abstract.** The aim of the study was to determine how the preparation method of spent coffee grounds affects the consumer properties, technological parameters, and nutritional value of functional flour-based products, as well as to identify the most appropriate approach to incorporating this ingredient into the formulation of shortbread cookies as a model product. The research methodology involved a comparative assessment of a control cookie sample and three experimental variants in which 5% of the wheat flour mass was replaced with spent coffee grounds subjected to different preparation methods: convective drying followed by grinding, freeze-drying followed by fine milling, and solid-state fermentation with *Aspergillus oryzae* followed by drying. The evaluation included the determination of moisture content, ash content, protein and fat content, total dietary fibre, total phenolic content, antioxidant activity, colour parameters in the CIE Lab\* system, hardness, spread ratio, and sensory acceptability. Statistical processing was performed using one-way analysis of variance, with the significance level set at  $p \leq 0.05$ . It was established that the incorporation of spent coffee grounds itself contributed to an increase in the dietary fibre content of the cookies from 2.4 to 5.9–6.8 g/100 g, an increase in total phenolic content from 41.8 to 78.6–102.4 mg GAE/100 g, and an improvement in antioxidant activity from 8.7 to 17.9–24.2% DPPH inhibition. At the same time, the preparation method had a significant effect on the balance between functional value and consumer quality. Convectively dried spent coffee grounds resulted in the highest product hardness and the lowest lightness values; freeze-dried spent coffee grounds provided the best textural balance and the highest sensory score; and fermented spent coffee grounds ensured the greatest increase in phenolic compounds and antioxidant activity while maintaining acceptable organoleptic quality. The sample containing freeze-dried spent coffee grounds demonstrated the highest overall technological feasibility, combining enhanced nutritional value, improved friability, less pronounced bitterness, and the best overall acceptability score. The findings indicate that the use of spent coffee grounds in functional cookie technology is feasible only when targeted preliminary preparation is applied. Freeze-drying and fermentation-based modification appear to be the most promising approaches, whereas simple convective drying requires additional formulation adjustment. The practical value of the results lies in the possibility of scientifically substantiated upcycling of coffee by-products within resource-efficient food production technologies.

**Key words:** spent coffee grounds, functional cookies, dietary fiber, phenolic compounds, antioxidant activity, freeze-drying, fermentation.

Дата першого надходження статті до видання: 11.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026



## ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КРАФТОВОГО ВИРОБНИЦТВА НОВИХ ВИДІВ ЗАМОРОЖЕНИХ СОРБЕТІВ

**І. Г. ПАНДЯК**, кандидат географічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0001-8060-4389;

**Г. В. КУШНІРУК**, кандидат економічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0002-0242-9746;

**Х. І. КОВАЛЬЧУК**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0001-6894-9392

(Львівський національний університет імені Івана Франка)

**Анотація.** У статті досліджено економічну ефективність виробництва нових видів заморожених сорбетів у діяльності малих підприємств харчової промисловості. Обґрунтовано доцільність впровадження інноваційної продукції як важливого інструменту стратегічного розвитку підприємства, що сприяє розширенню асортименту, залученню нових сегментів споживачів та підвищенню конкурентоспроможності на ринку. Встановлено, що використання натуральної фруктово-ягідної сировини та функціональних добавок відповідає сучасним тенденціям здорового харчування і дозволяє формувати додану вартість продукції.

Розглянуто основні економічні показники оцінки ефективності виробництва, зокрема собівартість, дохід, прибуток, рентабельність і точку беззбитковості. Визначено структуру витрат на виробництво сорбетів, де ключову роль відіграють витрати на сировину, пакування, енергоресурси, оплату праці та інші операційні витрати. Доведено, що крафтове виробництво характеризується вищою собівартістю порівняно з масовим, однак забезпечує можливість встановлення преміальної ціни завдяки високій якості та унікальності продукту.

Проаналізовано чинники впливу на економічну ефективність, серед яких масштаб виробництва, рівень технологічного оснащення, цінова політика, попит, сезонність продажів, а також коливання вартості сировини та макроекономічні умови. Наголошено, що ефективне управління витратами, оптимізація виробничих процесів і адаптація до ринкових змін є ключовими умовами забезпечення прибутковості підприємства.

Встановлено, що впровадження нових видів сорбетів сприяє зростанню обсягів реалізації, підвищенню рентабельності, зміцненню ринкових позицій та формуванню позитивного іміджу бренду. Зроблено висновок про економічну доцільність виробництва інноваційних заморожених десертів за умови комплексного підходу до планування, аналізу витрат і ефективної маркетингової стратегії.

**Ключові слова:** економічна ефективність, сорбет, собівартість, рентабельність, інновації, крафтове виробництво, малий бізнес, заморожені десерти.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах розвитку економіки та посилення конкуренції на ринку харчової продукції особливого значення набуває здатність підприємств швидко адаптуватися до змін споживчих вподобань і впроваджувати інноваційні рішення. Малий бізнес у харчовій промисловості, зокрема крафтові виробники, відіграє важливу роль у формуванні гнучкого та динамічного ринкового середовища, однак водночас стикається з обмеженістю ресурсів і високими ризиками. У таких умовах розробка та впровадження нових видів продукції стає ключовим чинником забезпечення конкурентоспроможності та сталого розвитку підприємства.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням попиту на здорові, натуральні та функціональні продукти харчування, що відкриває нові можливості для малих виробників. Зокрема, інноваційні заморожені сорбети на основі фруктів і ягід із додаванням корисних інгредієнтів відповідають сучасним трендам здорового способу

життя, веганства та усвідомленого споживання. Водночас, впровадження такої продукції потребує ретельного економічного обґрунтування, оскільки пов'язане з додатковими витратами, ризиками та необхідністю ефективного управління виробничими процесами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження інвестиційної привабливості сегментів крафтового виробництва заморожених сорбетів є актуальним напрямом сучасних досліджень, особливо з урахуванням зростаючого впливу інноваційних технологій на розвиток харчової індустрії. Зокрема, у дослідженні Білик О. та ін. [1] обґрунтовано створення інноваційного продукту, що може бути аналогом для розробки крафтових сорбетів на основі імбиру. У роботі Кадирус І. Г. і Перерви К. А. [4] розглянуто ринкові тенденції, поведінку споживачів і фактори підвищення рентабельності виробництва морозива. У дослідженні Ковбаси В. М. та ін. [6] обґрунтовано склад і технологію виробництва молочного

морозива з журавлинними настоянками (до 20 % спирту). Тенденції розвитку ринку морозива, чинники впливу та потенціал галузі в умовах економічної нестабільності проаналізовано у праці Мороз С. Е. та ін. [7]. Розробка корисного фруктово-овочевого сорбету з високим вмістом біологічно активних речовин із використанням свіжої сировини та інноваційних технологій криогенного заморожування і низькотемпературного подрібнення відображено у дослідженні Павлюк Р. та ін. [8] У праці Одарченко А. М. та ін. [9] економічно обґрунтовано доцільність виробництва заморожених напівпродуктів для смузі на підприємствах харчової та переробної промисловості. Аналіз ринку вітчизняного морозива, тенденцій виробництва функціональних продуктів і наукове обґрунтування рецептур низьколактозного морозива з пробіотичними властивостями відображено у дослідженні Толока С. [11].

Таким чином, дослідження підтверджують, що крафтове виробництво заморожених сорбетів має високий інноваційний та ринковий потенціал завдяки використанню нових технологій та корисної сировини. Доцільне поєднання рецептур, технологій і ринкових стратегій здатне підвищити рентабельність і конкурентоспроможність такого виробництва.

**Формування цілей статті.** Метою дослідження є обґрунтування економічної доцільності впровадження інноваційних заморожених сорбетів у діяльність малого підприємства харчової промисловості та оцінка ефективності їх виробництва і реалізації.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- проаналізувати роль інноваційної продукції у підвищенні конкурентоспроможності малого бізнесу;
- дослідити основні економічні показники ефективності виробництва (собівартість, прибуток, рентабельність, точку беззбитковості);
- визначити структуру витрат на виробництво сорбетів та можливості їх оптимізації;
- оцінити чинники, що впливають на економічну ефективність виробництва і збуту продукції;
- обґрунтувати перспективи розвитку та економічні переваги впровадження нових видів сорбетів в умовах українського ринку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Запуск нових видів продукції має важливе стратегічне значення для малого підприємства харчової промисловості. Впровадження інноваційного сорбету (замороженого десерту на основі фруктів та ягід) дозволяє розширити асортимент і охопити нові сегменти ринку. Для крафтового виробника це шанс вигідно виділитися серед конкурентів, новий продукт привертає увагу споживачів, які шукають оригінальні смаки або корисніші

солодощі. У загальному економічному сенсі розширення продуктового портфеля сприяє збільшенню виручки та потенційного прибутку підприємства. Диверсифікація асортименту знижує ризики залежності від одного виду товару – якщо попит на традиційне морозиво зменшується, то нові види сорбетів можуть це компенсувати.

Нові продукти, особливо в інноваційному форматі (наприклад, сорбети з додаванням функціональних інгредієнтів – насіння чіа, льону, кунжуту тощо), підвищують конкурентоспроможність підприємства. В умовах швидких змін смаків споживачів і високої конкуренції на ринку морозива, малий виробник, що постійно пропонує новинки, сприймається як прогресивний та орієнтований на клієнта. Це зміцнює бренд і лояльність клієнтів.

Крім того, запуск нової продукції часто дозволяє ефективніше використовувати наявні виробничі потужності, наприклад, та ж морозильна техніка може працювати більше часу на добу для виготовлення різних видів десертів, зменшуючи простій та підвищуючи віддачу від обладнання.

Важливо й те, що випуск сорбетів із корисними добавками відповідає сучасним тенденціям здорового харчування. Споживачі дедалі більше цінують функціональні продукти, що не лише смачні, але й корисні для здоров'я. Сорбет без молока, зате з натуральними фруктами та насінням, приваблює людей з лактозною непереносимістю, веганів, а також тих, хто уважний до раціону.

Отже, запуск нових сорбетів задовольняє попит на здорові десерти, дозволяє зайняти перспективну нішу та формувати додану вартість, за яку споживач готовий платити більше. Це сприяє зростанню прибутку, зміцненню ринкових позицій і довгостроковому розвитку підприємства через інновації.

При плануванні й аналізі запуску нового продукту обов'язково розраховуються базові економічні показники ефективності. Вони допомагають оцінити, чи буде виробництво сорбетів прибутковим і наскільки швидко окупляться вкладення. Основними такими показниками є собівартість виробництва, дохід і прибуток, рентабельність, точка беззбитковості. Крім вищезазначених, можуть використовуватися й інші показники: термін окупності інвестицій, рентабельність інвестицій (ROI), а також аналіз грошових потоків (cash flow) від проекту. Усі ці показники допомагають комплексно оцінити економічну доцільність запуску нового продукту, виявити слабкі місця бізнес-плану та обґрунтувати рішення щодо виробництва. Для малого підприємства такий аналіз особливо важливий, оскільки ресурси обмежені й помилка в оцінці може призвести до фінансових збитків.

Для оцінки економічної ефективності необхідно детально розглянути витрати на

виробництво сорбетів. Малий крафтовий бізнес зазвичай має такі основні витрати у собівартості продукції:

1) Натуральні інгредієнти. Сорбет – це заморожений десерт на основі фруктових пюре або соку з цукром і водою. Інноваційні сорбети можуть містити насіння чіа, льону, кунжут, горіхи або трав'яні екстракти. Основну частку собівартості складають фрукти: імпортні чи позасезонні дорогі, локальні сезонні дешевші. На 1 кг сорбету потрібно 0,5-0,8 кг фруктів, що при ціні манго 200-400 грн/кг дає 100-200 грн витрат. Цукор і вода додають близько 9,5 грн/кг, а функціональні добавки (20 г насіння) – 6-8 грн/кг. Загалом, сировина 1 кг якісного сорбету коштує мінімально близько 113 грн. Для порівняння, у промисловому морозиві витрати на сировину значно нижчі, тоді як крафтові сорбети відрізняються високою якістю та натуральністю інгредієнтів.

2) Упакування. Готовий сорбет фасують у порційні стаканчики або великі контейнери. Упакування зберігає продукт і виконує маркетингову функцію – привабливий дизайн підвищує попит. Витрати на пакування включають стаканчик, кришку, етикетку та транспортну тару. Для невеликого виробництва порційна упаковка обходиться дорожче через відсутність оптових знижок: на 1 кг сорбету витрати складають 6-20 грн залежно від формату, сімейна тара – близько 10 грн/кг. Загалом, пакування додає приблизно 10-15 грн до собівартості 1 кг крафтового сорбету.

3) Заморожування та інші енергозатрати. Виробництво сорбетів потребує низькотемпературного обладнання та значної електроенергії. Крафтовий цех зазвичай має фрізер, морозильну камеру та холодильники, які споживають енергію. Наприклад, при тарифі 7 грн/кВт·год витрати на електроенергію для 100 кг сорбету на день становлять 300-350 грн, тобто 3-3,5 грн/кг. Додатково витрачається електроенергія на блендери, насоси, освітлення, а також можливі витрати води та газу. Загалом комунальні послуги для малого цеху можуть сягати 7-15 тис. грн на місяць і включаються у собівартість продукції.

4) Оплата праці персоналу. Навіть мале виробництво потребує робочої сили: технологів для приготування сумішей і фасування, підсобних працівників, а можливо й співробітника для збуту. Зарплатний фонд – постійні витрати, але у собівартості його можна розподілити на обсяг продукції. Наприклад, при двох працівниках із місячним фондом 40 тис. грн і виробництві 2 т продукції витрати на 1 кг становлять 20 грн; при 1 т продукції – 40 грн/кг. Тому для ефективності важливо оптимізувати чисельність персоналу та продуктивність.

5) Інші витрати. До непрямих витрат належать доставка сировини та готової продукції, оренда приміщень, амортизація обладнання, витратні

матеріали (санітарія, миючі засоби, одноразовий інвентар) і маркетинг (реклама, дизайн етикетки, дегустації). Наприклад, оренда цеху 25-35 тис. грн/міс при виробництві 3 тис. порцій додає 8,5-12 грн до собівартості порції. Логістика та маркетинг додають ще кілька гривень на кілограм продукції.

Приклад орієнтовної собівартості 1 кг сорбету. Підсумуємо типові витрати: скажімо, виготовляється сорбет "Тропічний" з манго та апельсином, з додаванням насіння чіа. На 1 кг потрібно 0,6 кг фруктів (манго+апельсин) за 130 грн/кг – це 78 грн; цукру 0,2 кг за 30 грн/кг – 6 грн; чіа 0,01 кг за 200 грн/кг – 2 грн; вода та лимонний сік – 2 грн. Пакування – 10 грн/кг (порційні стаканчики). Енергія на виробництво і заморожування – 3 грн. Прямі витрати на сировину, упакування та енергію становлять 101 грн/кг. Додаємо частку зарплати і оренди: наприклад, 30 грн/кг. Загалом собівартість може становити близько 131 грн за 1 кг готового продукту. Якщо з цього 1 кг отримуємо 10 порцій по 100 г, собівартість однієї порції 13,1 грн. Малий бізнес може реалізувати таку порцію, наприклад, по 50 грн кінцевому споживачеві. Маржа на одиниці виглядає високою, але з цих 50 грн ще потрібно покрити інші витрати (доставку, можливі втрати при зберіганні, податки). Цей приклад ілюструє, як формується собівартість і що її рівень доволі високий через якісні інгредієнти та малі масштаби. Для порівняння, у масовому виробництві собівартість промислового морозива нижча, одна промислова порція пломбіру може мати сировинні витрати всього приблизно 3-6 грн, упакування приблизно 0,5-1,0 грн, електроенергія 0,5-1,0 грн – сумарно не менше 6 грн змінних витрат на порцію. Низькі витрати досягаються великим обсягом виробництва, дешевшою сировиною (молочні порошки, пальмова олія тощо) і максимальною ефективністю. Крафтовий сорбет навпаки – вкладає більше в якість, тому собівартість вища, і ціну продажу необхідно ставити вищою, щоб отримати прибуток.

Отже, детальний аналіз витрат показує, з яких компонентів складається ціна нового сорбету. Підприємство повинно стежити за кожною статтею витрат та шукати шляхи оптимізації: наприклад, налагодити прямі поставки фруктів від фермерів (дешевше, ніж через посередників), закупити упакування оптом на сезон, використовувати енергоефективне обладнання, навчити персонал універсальним навичкам (щоб менше людей виконували більше операцій). Лише контролюючи собівартість, малий виробник зможе запропонувати ринку конкурентну ціну і досягти економічної вигоди від нового продукту.

Економічна ефективність виробництва – величина динамічна, на неї впливають різні внутрішні

та зовнішні чинники. Тому доцільно розглянути основні чинники, які можуть покращити чи погіршити ефективність виробництва нових заморожених сорбетів у крафтовому бізнесі:

– Масштаб виробництва суттєво впливає на собівартість: зі збільшенням обсягів діє ефект економії, коли постійні витрати розподіляються на більшу кількість продукції, а гуртові закупівлі знижують витрати. Розширення виробництва може підвищити прибутковість, але потребує стабільного попиту. Натомість низьке завантаження збільшує витрати на одиницю продукції. Тому важливо враховувати сезонність і планувати обсяги виробництва відповідно до попиту.

– Автоматизація та технології підвищують продуктивність і знижують витрати за рахунок скорочення ручної праці, часу виробництва та втрат сировини, водночас забезпечуючи стабільну якість продукції. Однак вони потребують значних початкових інвестицій і витрат на обслуговування. Для малого бізнесу доцільно впроваджувати автоматизацію поступово, знаходячи баланс між ручною працею та використанням обладнання для досягнення оптимальної ефективності.

– Цінова політика та позиціонування визначають прибутковість сорбету: ціна має враховувати собівартість, конкуренцію та сприйняття цінності продукту. Інноваційні сорбети можна позиціонувати як преміальний продукт і встановлювати вищу ціну, однак слід зважати на платоспроможність споживачів. Гнучке ціноутворення (акції, знижки, коригування маржі) допомагає реагувати на ринок і впливати на обсяги продажів. Оптимальна ціна формується з урахуванням витрат, попиту та конкурентного середовища.

– Попит і канали збуту визначають успішність продажів сорбетів: високий попит забезпечує швидку реалізацію та прибуток, тоді як низький призводить до втрат. Перед запуском важливо дослідити ринок, врахувати смаки споживачів, ціну та сезонність. Ефективність підвищують різноманітні канали збуту (кафе, магазини, онлайн), але кожен із них має свої витрати. Активний маркетинг і розширення каналів продажу сприяють зростанню попиту та рентабельності бізнесу.

– Сезонність суттєво впливає на продажі сорбетів: влітку попит і прибутки максимальні, взимку – різко знижуються. Це призводить до нерівномірного завантаження виробництва та доходів. Підприємству важливо адаптуватися: скорочувати витрати в міжсезоння, диверсифікувати асортимент або канали збуту та формувати фінансовий резерв у період високих продажів. Продумана стратегія допомагає зберегти рентабельність протягом року.

– Вартість сировини та матеріалів безпосередньо впливає на собівартість сорбетів: коливання цін на фрукти, ягоди чи імпортні інгредієнти (через

урожай, інфляцію, курс валют) можуть суттєво змінювати витрати. Подорожчання змушує підприємство коригувати ціни або рецептуру. Тому важливо постійно моніторити ринок, формувати запаси за вигідними цінами та використовувати гнучкі рецептури із можливістю заміни дорогих компонентів дешевшими аналогами без втрати якості.

– Макроекономічні та ринкові умови впливають на ефективність бізнесу через рівень доходів населення, конкуренцію та державне регулювання. У кризові періоди попит на сорбети може знижуватись, а висока конкуренція тисне на ціни та прибутковість. Додатково витрати зростають через вимоги до сертифікації та податки. Водночас, підтримка бізнесу чи гранти можуть покращити ситуацію. Тому підприємству важливо гнучко реагувати: адаптувати ціни, оптимізувати витрати, працювати з локальними постачальниками та планувати діяльність з урахуванням змін економічного середовища.

Інноваційні заморожені сорбети з доданою вартістю дають підприємству суттєві переваги. Якщо запуск проведений успішно, малий виробник може розраховувати на такі бенефіти:

– Запуск нового продукту сприяє зростанню продажів і доходів: залучає нових клієнтів і стимулює повторні покупки. Розширення асортименту підвищує середній чек, оскільки споживачі частіше купують кілька позицій. Якісний продукт також формує позитивні відгуки та рекомендації, що допомагає збільшити обсяги продажів без значних витрат на маркетинг.

– Вищий прибуток та маржинальність. Інноваційні сорбети можна позиціонувати як преміальний продукт, що дозволяє встановлювати вищу ціну та отримувати більшу маржинальність. Попри дещо вищу собівартість, унікальність і додана цінність забезпечують вищий прибуток з кожної одиниці продукції. Це створює можливість для розвитку бізнесу – інвестицій у обладнання, маркетинг і розширення збуту, підвищуючи загальну рентабельність.

– Випуск нового сорбету підвищує імідж бренду, демонструє інноваційність і турботу про споживача. Унікальні смаки та натуральні добавки створюють конкурентну перевагу, залучають лояльну аудиторію та спрощують вихід у нові канали збуту. Добрий імідж формує довгострокову довіру і стимулює повторні покупки.

– Нові сорбети відкривають доступ до нових ринкових ніш і каналів продажу – фітнес-клуби, еко-кафе, здорове харчування тощо. Унікальні продукти підвищують впізнаваність через ЗМІ та блогерів і дозволяють малому бізнесу поступово нарощувати ринкову частку, займаючи стабільний сегмент, який великі гравці освоюють повільніше.

– Впровадження нових сорбетів підвищує використання ресурсів: дозволяє переробляти

сезонні надлишки сировини, оптимально завантажувати обладнання та персонал і зменшувати простої. Асортиментна гнучкість також продовжує сезон продажів, забезпечуючи додатковий прибуток і стабільність бізнесу протягом року.

– Вихід на преміум-сегмент дозволяє підприємству продавати сорбети з доданою вартістю за вищою ціною, зменшуючи цінову конкуренцію та підвищуючи лояльність клієнтів. Це забезпечує стабільніший дохід, високу маржинальність та доступ до нішевих каналів продажу – делікатесних крамниць, ресторанів і кейтерингу.

Отже, впровадження нових сорбетів дає підприємству комерційні, іміджеві та стратегічні переваги. Це не лише короткостроковий прибуток, а й довгостроковий розвиток – зміцнення ринкових позицій, підготовка до розширення та підвищення вартості бренду. Успіх реалізується за умови якісного продукту, ефективного маркетингу та збалансованої економіки проекту, що забезпечує потужний поштовх для зростання бізнесу.

Вітчизняний ринок морозива залишається динамічним – попри війну та кризу, у 2024 р. українці витратили на нього понад 13 млрд грн, що перевищує показники попередніх років. При цьому 98 % ринку контролюють великі промислові виробники, а малим підприємствам дістається близько 2 %, що формує їхню нішу для успішної діяльності за правильною стратегією [5].

Рентабельність крафтових сорбетів залежить від правильної бізнес-моделі. Типово вона складає 10-20 %, для інноваційних продуктів малих підприємств можна прагнути 15-30 %. Спершу рентабельність може бути низькою або збитковою через інвестиції та поступове зростання продажів. Економічна доцільність проявляється після досягнення точки беззбитковості та нарощування обсягів продажів.

Українські реалії впливають на бізнес: сезонність скорочує активний продаж морозива до 5-6 місяців, а економічна нестабільність і зростання витрат на енергоносії та паливо підвищують собівартість. Підвищувати ціни ризиковано через платоспроможність населення, тому виробнику важливо конкурувати якістю та унікальністю, а не ціною.

Приклад українського ринку: один успішний крафтовий виробник морозива за кілька років розширився до понад 80 власних та 120 франчайзингових точок [3]. Це демонструє, що попит на якісний унікальний продукт існує, а інновації у смакових лінійках сприяють зростанню. Водночас, бізнес залишався складним, високі витрати на оренду, електроенергію та дорогі інгредієнти, значна сезонність і залежність від погоди, а також валютна волатильність впливали на прибуток. Виробник реінвестував прибуток у потужніше обладнання, автоматизацію та логістику, що

підвищувало ефективність і компенсувало вузьку маржу, підтверджуючи економічну доцільність крафтового виробництва за умови оптимізації процесів.

Для оцінки економічної доцільності нового сорбету слід скласти фінансовий план із трьома сценаріями: оптимістичний (високий попит, успішне літо, помірні витрати), базовий та песимістичний (нижчі продажі або зростання витрат). Якщо навіть у базовому чи песимістичному варіанті проєкт залишається беззбитковим, його доцільність підтверджується. В українських умовах слід враховувати додаткові ризики: відключення електроенергії (потрібен генератор або план дій, щоб уникнути псування продукту), перебої з постачанням імпортованих інгредієнтів, воєнні ризики у регіонах. Через непередбачуваність ринку формують фінансові “подушки безпеки” – резерви для покриття можливих ускладнень.

З іншого боку, є реальні можливості підвищення економічної привабливості такого виробництва в Україні:

– багатство фруктово-ягідної бази (у відповідний сезон можна дешево купити чи виростити потрібну сировину – чорницю, малину, гарбуз, яблука, кавуни та ін.) і виробити з них сорбети з мінімальною собівартістю, отримавши високу маржу);

– відносно дешева робоча сила (порівняно з країнами ЄС) дає шанс утримувати прийнятний рівень витрат на персонал, що суттєво для крафтового формату;

– відсутність аналогів: ринок здорових десертів лише формується, конкуренція у ніші функціональних сорбетів не висока, тому першопрохідці можуть завоювати споживачів майже монополярно. Наприклад, поки великі фабрики сконцентровані на пломбірах і ескімо, малий бізнес може стати відомим локально як «корисні сорбети з фермерських фруктів» та отримати гарантовану аудиторію споживачів.

Раціональне планування робить виробництво сорбетів економічно вигідним. Навіть невелика точка продажу може приносити прибуток: наприклад, вулична точка м'якого морозива окупається при продажу 50 порцій на день, а у спекотний день реально продати 200-300 порцій, що дає високу сезонну рентабельність. Для крафтового виробника фасованих сорбетів потрібні сотні порцій на день через усі канали, щоб окупити інвестиції. Вартість входу порівняно невелика – обладнання на кілька десятків тисяч доларів і санітарно придатне приміщення, що робить бізнес доступним для малого підприємця або сімейного бізнесу. При правильній стратегії вкладення окупаються за 2-3 роки, а далі підприємство приносить стабільний прибуток.

Економічна доцільність підтверджується тим, що ринок морозива в Україні навіть у складні часи

залишається активним: люди продовжують купувати «маленькі радощі». Певне скорочення попиту через війну і виїзд мільйонів українців відбулося, але ті, хто залишився, часто підтримують вітчизняні бренди, особливо коли імпортні солодощі дорожчі через курс валют. Це створює можливість для малих виробників завоювати нішу на полицях магазинів.

**Висновки.** Виробництво нових видів заморожених сорбетів – перспективний напрям для малого бізнесу за умови чіткого розуміння ринку. Такий бізнес може бути прибутковим

і рентабельним, що підтверджують приклади успішних крафтових виробників. Він забезпечує розвиток підприємства, робочі місця, задоволення споживачів і підтримку аграрного сектору через використання локальних фруктів. Ретельний економічний розрахунок, адаптивність до ринкових факторів і орієнтація на якість – ключові умови для економічного успіху. Виконання цих умов робить запуск нових сорбетів джерелом прибутку та довгострокового зростання на ринку заморожених десертів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білик О. Я., Сливка Н. Б., Михайлицька О. Р. Обґрунтування та розробка технології імбирного морозива. *Науковий вісник Полтавського університету економіки та торгівлі*. 2022. № 3. С. 15-19. DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-3>.
2. Берник І. М., Новгородська Н. В. Морозиво для оздоровчого харчування. *Продовольчі ресурси*. 2022 № 10 (19). С. 47-57. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-05>.
3. Черкасець О. «Файні льоди» цього року вже відкрили 75 нових точок з морозивом і готуються вийти на ринки Молдови та Румунії. 2025. *Delo.ua*. <https://delo.ua/news/faini-lyodi-cyogo-roku-vze-vidkrili-75-novix-tocok-z-morozivom-i-gotyuyutsya-viiti-na-rinki-moldovi-i-rumuniyi-451583/>.
4. Кадирус І. Г., Перерва К. А. Маркетингове дослідження ринку морозива в Україні. *Економіка та держава*. 2022. № 8. С. 93-98. DOI: 10.32702/2306-6806.2022.8.93. 8. 93-98. DOI: 10.32702/2306-6806.2022.8.93.
5. Керпань А. Українці з'їли морозива на понад 13,3 млрд грн у 2024 році – дослідження YC.Market. 2025. [https://ain.ua/2025/06/02/ukrayinci-zyili-moroziva-na-ponad-133-mlrd-grn-doslidzennia-ycmarket/?utm\\_source=chatgpt.com](https://ain.ua/2025/06/02/ukrayinci-zyili-moroziva-na-ponad-133-mlrd-grn-doslidzennia-ycmarket/?utm_source=chatgpt.com). (Переглянуто 17 березня 2026).
6. Ковбаса В. М., Осьмак Т. Г., Бандура У. Г., Куц А. М., Бондар М. В., Сапіга В. Я. Обґрунтування технологічних аспектів виробництва алкогольного морозива. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2023. № 35. С. 14-23. DOI 10.32782/2522-1221-2023-35-02.
7. Мороз С. Е., Калашник О., Лебідь М. Сучасний стан ринку морозива в Україні: виклики та перспективи розвитку. *Development Service Industry Management*. 2025. № 1. С. 204-211. [https://doi.org/10.31891/dsim-2025-9\(28\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2025-9(28)).
8. Павлюк Р., Погарська В., Павлюк В., Погарський А., Какадій І., Стуконоженко Т., Теленков О. Розробка нового методу виробництва здорового фруктово-овочевого морозива-сорбету з рекордно низьким вмістом основи. *Eureka: Біологічні науки*. 2018. № 6. С. 33-40. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00805.
9. Одарченко А. М., Соколова Е. Б., Карбівнича Т. В. Економічна ефективність виробництва замороженого напівфабрикату для смузі. *Бізнес Інформ*. 2019. № 4. С. 233-238. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-4-233-238>.
10. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. В Україні на 3 % виросло виробництво морозива. 2021. <https://dpss.gov.ua/news/v-ukrayini-na-3-viroslo-virobnictvo-moroziva> (Переглянуто 17 березня 2026).
11. Толоч С. Наукове обґрунтування інновацій у виробництві функціональних заморожених десертів. Ресторанно-готельний консалтинг. Інновації. 2024. № 7 (2). С. 245-260. DOI: 10.31866/2616-7468.7.2.2024.335184.

### REFERENCES

1. Bilyk, O. Ya., Slyvka, N. B., & Mykhailytska, O. R. (2022). Obhruntuvannia ta rozrobka tekhnolohii imbirnoho morozyva [Substantiation and development of ginger ice cream technology]. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky ta torhivli*, (3), 15–19. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-3> [in Ukrainian].
2. Berynk, I. M., & Novhorodska, N. V. (2022). Morozyvo dlia ozdorovchoho kharchuvannia [Ice cream for health nutrition]. *Prodovolchi resursy*, 10(19), 47–57. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-05> [in Ukrainian].
3. Cherkasets, O. (2025). «Faini liody» isoho roku vzhe vidkryly 75 novykh tochok z morozyvom i hotuiutsia vyity na rynky Moldovy ta Rumunii ["Faini liody" has already opened 75 new ice cream points this year and is preparing to enter the markets of Moldova and Romania]. *Delo.ua*. <https://delo.ua/news/faini-lyodi-cyogo-roku-vze-vidkrili-75-novix-tocok-z-morozivom-i-gotyuyutsya-viiti-na-rinki-moldovi-i-rumuniyi-451583/> [in Ukrainian].
4. Kadyrus, I. H., & Pererva, K. A. (2022). Marketynhove doslidzhennia rynku morozyva v Ukraini [Marketing research of the ice cream market in Ukraine]. *Ekonomika ta derzhava*, (8), 93–98. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.8.93> [in Ukrainian].
5. Kerpan, A. (2025). *Ukrainci ziily morozyva na ponad 13,3 mlrd hrn u 2024 rotsi – doslidzhennia YC.Market* [Ukrainians ate more than UAH 13.3 billion worth of ice cream in 2024 – YC.Market research]. *AIN.ua*. <https://ain.ua/2025/06/02/ukrayinci-zyili-moroziva-na-ponad-133-mlrd-grn-doslidzennia-ycmarket/> [in Ukrainian].

6. Kovbasa, V. M., Osmak, T. G., Bandura, U. H., Kuts, A. M., Bondar, M. V., & Sapiha, V. Ya. (2023). Obhruntuvannia tekhnologichnykh aspektiv vyrobnytstva alkoholnogo morozyva [Substantiation of technological aspects of alcoholic ice cream production]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*, (35), 14–23. <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2023-35-02> [in Ukrainian].

7. Moroz, S. E., Kalashnyk, O., & Lebid, M. (2025). Suchasnyi stan rynku morozyva v Ukraini: vyklyky ta perspektyvy rozvytku [Current state of the ice cream market in Ukraine: Challenges and development prospects]. *Development Service Industry Management*, 1, 204–211. [https://doi.org/10.31891/dsim-2025-9\(28\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2025-9(28)) [in Ukrainian].

8. Pavliuk, R., Poharska, V., Pavliuk, V., Poharskyi, A., Kakadii, I., Stukonozhenko, T., & Telenkov, O. (2018). Rozrobka novoho metodu vyrobnytstva zdorohohto fruktovo-ovochevoho morozyva-sorbetu z rekordno nyzkym vmistom osnovy [Development of a new method for the production of healthy fruit and vegetable ice cream-sorbet with a record low base content]. *EUREKA: Life Sciences*, (6), 33–40. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00805> [in Ukrainian].

9. Odarchenko, A. M., Sokolova, E. B., & Karbivnycha, T. V. (2019). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva zamorozhenoho napivfabrykatu dlia smuzi [Economic efficiency of production of frozen semi-finished products for smoothies]. *Biznes Inform*, (4), 233–238. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-4-233-238> [in Ukrainian].

10. State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection. (2021). *V Ukraini na 3 % vyroslo vyrobnytstvo morozyva* [Ice cream production in Ukraine increased by 3%]. <https://dpss.gov.ua/news/v-ukrayini-na-3-viroslo-vyrobnytstvo-virobnictvo-moroziva> [in Ukrainian].

11. Tolok, S. (2024). Naukove obhruntuvannia innovatsii u vyrobnytstvi funktsionalnykh zamorozhenykh desertiv [Scientific substantiation of innovations in the production of functional frozen desserts]. *Restoranno-hotelnyi konsaltnh. Innovatsii*, 7(2), 245–260. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.7.2.2024.335184> [in Ukrainian].

**I. Pandyak**, PhD, Associate Professor; **G. Kushniruk**, PhD, Associate Professor; **Kh. Kovalchuk**, PhD, Associate Professor (Ivan Franko National University of Lviv). **Assessment of the economic efficiency of craft production of new types of frozen sorbets**

**Abstract.** The article investigates the economic efficiency of the production of new types of frozen sorbets in the activities of small food industry enterprises. The feasibility of introducing innovative products as an important tool for the strategic development of the enterprise is substantiated, which contributes to the expansion of the assortment, attracting new consumer segments and increasing competitiveness in the market. It is established that the use of natural fruit and berry raw materials and functional additives corresponds to modern trends in healthy nutrition and allows you to form the added value of products.

The main economic indicators of the assessment of production efficiency are considered, in particular, cost, income, profit, profitability and break-even point. The structure of costs for the production of sorbets is determined, where the costs of raw materials, packaging, energy resources, labor and other operating costs play a key role. It is proven that craft production is characterized by a higher cost compared to mass production, but provides the opportunity to set a premium price due to the high quality and uniqueness of the product.

Factors influencing economic efficiency are analyzed, including the scale of production, the level of technological equipment, pricing policy, demand, seasonality of sales, as well as fluctuations in the cost of raw materials and macroeconomic conditions. It is emphasized that effective cost management, optimization of production processes and adaptation to market changes are key conditions for ensuring the profitability of the enterprise.

It is established that the introduction of new types of sorbets contributes to the growth of sales volumes, increased profitability, strengthening market positions and the formation of a positive brand image. A conclusion is made about the economic feasibility of the production of innovative frozen desserts provided that an integrated approach to planning, cost analysis and an effective marketing strategy.

**Key words:** economic efficiency, sorbet, cost, profitability, innovation, craft production, small business, frozen desserts.

Дата першого надходження статті до видання: 11.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

## ІННОВАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 663.5, 663.6

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-1-6>

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

## ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АГЛОМЕРОВАНОГО АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДНО-СПИРТОВИХ СУМІШЕЙ

С. І. ОЛІЙНИК, кандидат технічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-1528-6542;

Р. Г. ТИМЧЕНКО

ORCID ID: 0009-0008-6565-9304

(Національний університет харчових технологій)

**Анотація.** Використання активованого вугілля для промислового використання у горілчаному виробництві пов'язане з необхідністю постійного покращення якості. Удосконалення методів виробництва, активації або модифікації активованого вугілля відіграють значну роль.

У статті представлено результати дослідження агломерованого активованого вугілля у порівнянні з традиційним зернистим активним вугіллям з метою удосконалення способу очищення водно-спиртових сумішей у виробництві горілок та горілок особливих.

Під час проведення досліджень використовували стандартизовані органолептичні, фізико-хімічні, газохроматографічні, капілярфоретичні, спектрофотометричні методи аналізування, теоретичне узагальнення і порівняння результатів, системний підхід.

Проведено порівняльну оцінку сорбційних матеріалів, використовуваних для очищення водно-спиртових сумішей, експериментальні дослідження їх сорбційної та каталітичної активності. Встановлено фізико-хімічні показники та визначено, що досліджуване агломероване активоване вугілля має більше адсорбційну ємність, є більш міцностійким і низькозольним у порівнянні з контрольним зразком подрібненого деревного активованого вугілля.

Показано позитивний вплив агломерованого активованого вугілля на очищення водно-спиртової суміші у виробництві горілок і горілок особливих. З'ясовано, що очищення досліджуваним агломерованим активним вугіллям дає змогу збільшити ефект очищення, підвищити дегустаційну оцінку за рахунок видалення небажаних органічних мікродомішок та покращити прозорість водно-спиртової суміші у порівнянні з вихідною водно-спиртовою сумішшю.

Збільшення ефективності очищення за різницею окислюваності водно-спиртової суміші після оброблення агломерованим активним вугіллям дозволяють зробити висновок про доцільність використання у технології приготування горілок та горілок особливих.

**Ключові слова:** технологія, виробництво горілок, водно-спиртова суміш, сортівка, очищення, сорбційні властивості, активоване вугілля.

**Постановка проблеми.** Горілка є одним з популярних спиртних напоїв в Україні та світі. Її виробляють із спирту етилового харчового призначення, одержаного дистиляцією продуктів спиртового бродіння картоплі та/або зернових чи іншої сільськогосподарської продукції. Етиловий ректифікований спирт містить мінімальний вміст естерів, альдегідів, вищих спиртів, метилового спирту, кислот та інших мікродомішок, які як негативно так і позитивно впливають на органолептичну оцінку [1].

Згідно з ДСТУ 9335:2025 «Напої спиртні. Технічні умови» для надання горілкам особливих органолептичних характеристик застосовують обробку спеціальними адсорбентами та/або

обробку активним вугіллям. Тому, відповідно до вимог чинного ТР У 18.5084 «Виробничий технологічний регламент на виробництво горілок та лікєро-горілчанних напоїв» під час виробництва горілок однією з основних стадій є процес оброблення водно-спиртової суміші (ВСС) активним вугіллям (АВ) різних типів. Саме завдяки цій стадії сортівка під впливом активованого вугілля набуває характерного горілчаного смаку і аромату.

Для очищення сортівки використовують АВ, яке має розвинену адсорбційну поверхню: подрібнене, порошкоподібне, гранульоване, виготовлене на основі деревної, кокосової, кісточкової сировини. Його отримують обробкою водяною парою за температури понад 800 °С [1-4, 20-25].

Деревне АВ, одержують піролізом деревини порід першої групи – берези, бука, дуба, ясеня, граба, ільма, в'яза, клену. Однак, як показали дослідження, за останні 10–15 років заводи для виробництва деревного вугілля використовують не тільки ці породи дерев, а й породи другої групи – осики, липи, тополі та ін. Внаслідок цього отримують АВ низької якості – низькоміцне, з малорозвиненою мікропористою структурою. Під час використання м'якої деревини для виробництва активованого вугілля утворюється велика кількість макропор вугілля, які не беруть участі у процесах адсорбції, при цьому визначальна роль при очищенні водно-спиртових розчинів належить мікропорам і мезопорам [2, 4-6].

У зв'язку з цим, пошук нових сучасних ефективних адсорбентів з метою інтенсифікації технології виробництва горілок та підвищення якості готової продукції є актуальним [7-9].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Під час отримання високоякісних горілок і горілок особливих застосовують адсорбційні методи очищення водно-спиртових сумішей. Класична технологія передбачає динамічний спосіб оброблення сортівок у одній або декількох вугільно-очисних батареях, що включають фільтри попереднього фільтрування, вугільні колони та фільтри остаточного фільтрування [1, 8, 9].

Активоване вугілля – високопористий продукт обвуглювання матеріалу органічного походження, характеризується великою площею поверхні пір і має високу адсорбційну активність. Однак, при цьому не завжди забезпечується необхідна якість очищеної ВСС, оскільки під час контактування одночасно відбуваються процеси вибіркової адсорбції і каталітичного окиснення, що може спричинити як позитивні так і негативні результати [1, 10, 16-21].

Пориста структура активованого вугілля залежить від їх розміру: мікропори (менше 10 нм), мезопори (10–25 нм) і макропори (понад 25 нм) та має площу внутрішньої поверхні понад 500 м<sup>2</sup>/г, що дозволяє йому ефективно адсорбувати широкий спектр молекул за рахунок міжмолекулярних вандерваальсових сил [1, 4, 6, 10, 20-24].

Сумарна ефективність цих процесів залежить від властивостей АВ, якісного та кількісного складу мікродомішок водно-спиртової суміші та встановлюється експериментально [1, 5, 6, 10, 20-25]. Активоване вугілля підвищує смакові та ароматичні властивості шляхом поглинання мікродомішок спирту та водно-спиртових сумішей типу складних органічних сполук (альдегіди, естери, вищі спирти, кислоти та ін.), а також прискорює окиснювальні процеси, що призводять до руйнування деяких складних сполук. Завдяки каталітичній дії АВ окиснювальні процеси проходять під впливом кисню, який є поглинутий вугіллям,

а також кисню, що знаходиться в розчиненому стані у водно-спиртових сумішах. У наслідок сорбційного впливу активованого вугілля підвищується ступінь чистоти очищеної водно-спиртової суміші і значно покращуються її органолептичні властивості [1, 4, 6, 10, 20-25].

Низька механічна міцність, традиційно застосовуваного активованого вугілля БАВ-А для обробки сортівок, призводить до руйнування зерен під час транспортування та завантаження адсорбентів у вугільні колони, при цьому суттєво зростає тривалість стадії підготовки до роботи, збільшується об'єм підготовленої води, регенерація є нераціональною, внаслідок чого зростають витрати на 1000 дал готової продукції [1, 8, 10, 13, 14, 20-25].

Були спроби для очищення сортівок використовувати АВ, отримане з відходів виробництва: тирси, стружки, стебел та коробочок вовни, крони, берести та шкаралупи (хвойних дерев – сосни, модрина, ялівцю, листяних дерев – дуба, кедра, бука, берези), відходів кенафу тощо [1-4, 6, 10, 12-14, 16, 20-24].

У багатьох країнах для виробництва активованого вугілля, окрім деревини, використовують кісточку плодів вишні, черешні, сливи, персика) і шкаралупу кокосових горіхів, що має питомий об'єм мікропор до 4 разів вищий, ніж у традиційного активованого вугілля БАВ-А [1-4, 6, 10, 12-14, 16, 20-25].

На заводах галузі, після очищення на вугільно-очисній батареї, додатково сортівку спрямовують на установки «Срібної фільтрації», «Платинової фільтрації» з патронними сорбційно-фільтрувальними елементами, завантаженими гранульованим знезоленим вугіллям зі шкаралупи кокосового горіха, імпрегнованим сріблом або платиною [1, 20].

Науковцями було встановлено ефективність обробки ВСС активованим вугіллям компанії Norit Activated Carbon, виготовленого із особливих сортів кокосової шкаралупи, що має значну розвинену мікропористу структуру, високі адсорбційні та каталітичні властивості, а також активованого вугілля МеКС (Болгарія), виготовленого на основі кісточок абрикоса та персика. При цьому покращується окиснюваність ВСС, водночас збільшується масова концентрація альдегідів, що впливає на органолептичну оцінку [1, 8-10, 23, 24].

Таким чином, активоване вугілля для оброблення сортівок повинно мати:

- пористу структуру, що забезпечує вилучення з ВСС органічних домішок, які погіршують дегустаційну оцінку горілок;
- необхідний об'єм та співвідношення мікро- та мезопор, поверхневих оксидів, які сприяють зміні якісно-кількісного співвідношення мікродомішок;

- низькою зольністю та мінімальним вмістом спирто- та водорозчинної золи, що виключає високу альдегідоутворювальну здатність адсорбенту;

- високу механічну міцність.

Перед технологіями горілчаного виробництва стоїть завдання розширення асортименту активного вугілля. Найбільш важливою причиною зацікавленості виробників горілок до активованого вугілля нових марок є те, що в сучасних умовах для збільшення рентабельності виробництв необхідний перехід на багаторазове використання матеріалів міцністю не нижчою 70-75%, а також змога термічної реактивації.

Під час впровадження у горілчаному виробництві нових вуглецевих адсорбентів слід ураховувати систему технічних і органолептичних показників, обумовлених складними технологічними процесами, що протікають під час взаємодії сортівки з активованим вугіллям, що включають фізичну адсорбцію органічних домішок, окиснення спирту до альдегіду, розчинення. Також необхідно ураховувати обмеження за розмірами мікропор, що визначають адсорбцію небажаних мікродомішок та вміст зольних речовин внаслідок їх розчинення у спиртовмісних сумішах [1, 8, 20-25].

**Формування цілей статті. Метою статті** є вивчення доцільності використання агломерованого активного вугілля та його впливу на фізико-хімічні, органолептичні показники водно-спиртової суміші горілчаного виробництва.

Для визначення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Визначити фізико-механічні та сорбційно-каталітичні показники досліджуваного активного вугілля.

2. Дослідити вплив агломерованого активного вугілля на катіонно-аніонний і мікрокомпонентний склад, фізико-хімічні, органолептичні показники, визначити ефективність очищення водно-спиртової суміші.

**Матеріали і методи досліджень.** Об'єкт дослідження – технологія очищення водно-спиртової суміші під час виробництва горілок.

Предмет дослідження – агломероване активоване вугілля (АВВ).

Контрольний зразок – подрібнене активоване вугілля на основі кокосової сировини Silcarbon С 207.

Для активованого вугілля визначали:

- механічну міцність, насипну густину, вологість, зольність, сумарний об'єм пор за водою згідно з ДСТУ 2335,

- показники сорбційної та каталітичної активності за: йодом згідно з [25], оцтовою кислотою згідно з ДСТУ 7508, лужністю водного настою згідно з ДСТУ 7417 .

Водно-спиртову суміш міцністю (40±0,3) % об. готували змішуванням спирту етилового ректифікованого сорту «Люкс» та води підготовленої згідно з СОУ 18-37-237 «Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва. Технічні умови». Оброблення сортівки здійснювали відповідно до вимог чинного ТР У 18.5094 «Виробничий технологічний регламент на виробництво горілок і лікєро-горілчанних напоїв» за швидкості 40-80 дал/год.

Органолептичні та фізико-хімічні показники сортівки до та після очищення визначали згідно з ДСТУ 4165, ДСТУ 4222, прозорість згідно з ДСТУ 5068, катіонно-аніонний склад згідно з ДСТУ 4932, ДСТУ 4801.

**Викладення основних результатів дослідження.** АВВ – активоване вугілля загального призначення, яке активується водною парою. Виробляється шляхом агломерації з дрібних частинок спеціальних сортів кокосового вугілля.

Фізико-механічні характеристики досліджуваних зразків активованого вугілля наведено в табл. 1, сорбційно-каталітичні – у табл. 2.

Спеціальна технологія виготовлення агломерованого активованого вугілля сприяє зменшенню зольності на 10% та підвищенню механічної міцності на 3% у порівнянні з контрольним зразком АВ марки С 207. Це позитивно вплине на тривалість початкової стадії підготовки активованого вугілля підготовленою водою від пилу, зольних елементів, інших органічних домішок.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики активованого вугілля

Назва вугілля	Характеристики			
	Насипна густина, г/см <sup>3</sup>	Вологість, %	Механічна міцність, %	Зольність, %
С 207 (контроль)	0,54±0,05	4,5±0,5	92±3	4,2±0,5
АВВ	0,42±0,04	3,8±0,4	95±3	3,8±0,4

Таблиця 2

Сорбційно-каталітичні показники активованого вугілля

Назва вугілля	Сумарний об'єм пор за водою, см <sup>3</sup> /г	Активність за		
		йодом, %	оцтовою кислотою, см <sup>3</sup>	лужністю водного настою, см <sup>3</sup> 0,01 н розчину НСІ
С 207 (контроль)	2,5±0,5	70±25	120±5	10±0,15
АВВ	2,9±0,46	80±25	100±5	8±0,15

Показник сорбційної активності за йодом досліджуваного зразка марки ААВ переважає на 10% контрольний зразок. Це вказує на те, що даний зразок агломерованого активного вугілля має більшу кількість транспортних пор, вищий сумарний об'єм пор й сприятиме поглибленню сорбції небажаних мікродомішок спирту, таких як вищі спирти, деякі органічні ненасичені сполуки, метиловий спирт.

Визначено, що у досліджуваному зразку ААВ спостерігаються зменші значення каталітичної активності: за оцтовою кислотою – на 20%, лужністю водного настою – на 25%. Оскільки вказані показники характеризують каталітичні

властивості, можна передбачити, що у сортівці, оброблений АВВ буде спостерігатися менший вміст альдегідів, що вплине позитивно на дегустаційні показники і прогнозовану стійкість під час зберігання готового продукту.

Для встановлення ефективності застосування агломерованого активованого вугілля у порівнянні з подрібненим активованим вугіллем проаналізовано органолептичні, фізико-хімічні показники та мікрокомпонентний склад до та після очищення ВСС досліджуваними зразками АВ (табл. 3, 4).

Об'ємна частка етилового спирту, лужність, масова концентрація заліза, марганцю, хлоридів,

Таблиця 3

**Показники якості водно-спиртової суміші до і після обробки подрібненим і агломерованим активованим вугіллем**

Назва показника	Нормативне значення згідно з ДСТУ 4256	Значення показника у вихідній сортівці	Значення показника після оброблення сортівки активованим вугіллем	
			С 207 (контроль)	АВВ
Міцність, % об.	37,5-56,0	40±0,1	40±0,1	40±0,1
Лужність – об'єм соляної кислоти с(НСІ)=0,1 моль/дм <sup>3</sup> , витрачений на титрування 100 см <sup>3</sup> горілки, см <sup>3</sup>	не більше 3,5	1,2±0,1	1,3±0,1	1,2±0,1
Масова концентрація у безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> :				
альдегідів у перерахунку на оцтовий альдегід	не більше 4	1,6±0,2	3,2±0,2	2,5±0,2
сивушного масла у перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1)	не більше 2	1,5±0,15	1,4±0,15	1,3±0,15
естерів у перерахунку на оцтово-етиловий естер	не більше 5	1,4±0,25	1,9±0,25	1,5±0,25
ацетальдегіду	-	1,1±0,1	2,6±0,1	1,7±0,1
n-пропанолу	-	0,6±0,1	0,6±0,1	0,4±0,1
ізобутанолу	-	менше 0,4	менше 0,4	менше 0,4
ізоамілового спирту	-	0,5±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1
метилацетату	-	0,5±0,1	0,7±0,1	0,5±0,1
ізобутилацетату	-	менше 0,5	менше 0,5	менше 0,5
етилбутирату	-	менше 0,5	менше 0,5	менше 0,5
ізоамілацетату	-	менше 0,5	менше 0,5	менше 0,5
Об'ємна частка метилового спирту в перерахунку на безводний спирт, %	не більше 0,01	0,003±0,001	0,003±0,001	0,003±0,001
Масова концентрація, мг/дм <sup>3</sup> :				
кальцію	не більше 1,0	0,5±0,005	0,9±0,009	0,5±0,006
магнію	не більше 1,0	0,5±0,005	0,9±0,009	0,5±0,006
заліза	не більше 0,03	0,01±0,005	0,01±0,005	0,01±0,005
марганцю	не більше 0,01	0,01±0,005	0,01±0,005	0,01±0,005
сульфатів	не більше 40	10±1,5	18±1,8	11±1,5
хлоридів	не більше 40	10±1	12±1,2	10±1
силікатів	не більше 3	4±0,2	5±0,3	4±0,2
Загальна дегустаційна оцінка, бали	не менше 9,5	9,5	9,6	9,65
Коефіцієнт світлопропускання за довжини світлової хвилі 240 нм, %	не менше 98	95±0,05	98,5±0,05	99,9±0,05
Різниця окиснюваності до та після очищення сортівки, хвилин	не менше 2,0	-	4,0±0,5	9,0±0,05

силікатів, сивушного масла у перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) для зразка ААВ, у порівнянні зі зразками вихідної сортівки змінюються у межах похибки досліджень.

Масова концентрація:

– кальцію та магнію у зразку обробленому АВ марки ААВ менше в 1,8 рази, ніж у очищеному АВ марки С 207 і однакова з вихідною сортівкою, що підтверджується нижчою зольністю досліджуваного АВ;

– сульфатів у зразку обробленому АВ марки ААВ менше на 1,5 рази, ніж у зразку обробленому АВ марки С 207 і є в межах похибки досліджень з вихідною сортівкою;

– альдегідів у перерахунку на оцтовий альдегід у безводному спирті у зразку обробленому АВ марки ААВ менше на 28%, ніж в обробленому АВ марки С 207. Унаслідок проходження каталітичних процесів, у порівнянні з вихідною ВСС, спостерігається збільшення масової концентрації альдегідів в 1,6 рази для зразку обробленому АВ марки ААВ, а для зразку обробленого АВ марки С 207 – збільшення становить 2 рази;

– естерів у перерахунку на оцтово-етилловий естер у безводному спирті зразку обробленому АВ марки ААВ є меншою на 35-36%, ніж зразку обробленому АВ марки С 207. У порівнянні з вихідною сортівкою збільшення становить 7-10% для зразку обробленого ААВ, а для зразку обробленого С 207 – 36%.

Масова концентрація ізобутанолу, ізобутилацетату, етилбутирату, ізоамілацетату та метанолу у досліджуваних зразках, у порівнянні з вихідною сортівкою є в межах похибки відхилення методу визначення.

Масова концентрація у безводному спирті після обробки досліджуваним АВ марки ААВ, у порівнянні з контрольним зразком, є нижчою для ацетальдегіду та н-пропанолу на 50-52%; метилацетату та етилацетату на 18-20%.

Під час оброблення водно-спиртової суміші АВ відбувається окиснення і адсорбція таких домішок, як альдеїди, сивушне масло, ненасичені сполуки, що впливають на дегустаційну оцінку. Збільшення масової концентрації альдегідів впливає на загальну дегустаційну оцінку з наданням

спирту етиловому та водно-спиртовим сумішам різкості у ароматі, пекучості і терпкості у смаку.

За рахунок меншої масової концентрації альдегідів, в тому числі ацетальдегіду, у очищеній агломерованим активним вугіллям водно-спиртової суміші спостерігається підвищення загальної дегустаційної оцінки на 0,5 бали (табл. 3) у порівнянні з сортівкою, очищеною кокосовим подрібненим активним вугіллям марки С 207.

У сортівці, яку було очищено зразком АВ марки ААВ спостерігаються м'який горілчаний смак і аромат, без різких та сторонніх тонів.

Окиснюваність сортівки до і після вугільної колони визначається за методом Ланга та є додатковим показником оцінювання ефективності дії активованого вугілля. Різниця в окиснюваності між горілкою та сортівкою за температури 20 °С повинна бути не менше ніж 2,5 хвилин для високосортних горілок і 2 хвилини для ординарних горілок. Значення окиснюваності сортівки після її очищення агломерованим активним вугіллям збільшується до 5 разів, що у 2,2-2,5 разів краще у порівнянні з контрольним зразком С 207.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** На основі проведених аналітичних та експериментальних досліджень виявлено, що досліджуване агломероване активне вугілля, отримане із кокосової сировини відповідає вимогам чинного «Виробничого технологічного регламенту на виробництво горілок та лікеро-горілчаних напоїв» до активованого вугілля, призначеного до використання у виробництві горілок. Досліджений зразок володіє високою поглинаючою, сорбційною здатністю, низькою каталітичною властивістю, низькою зольністю.

Горілка, оброблена досліджуваним агломерованим активним вугіллям на основі кокосової сировини, володіє високими дегустаційними якостями та перевищує на 0,5 бали сортівку, оброблену контрольним зразком подрібненого кокосового активованого вугілля.

Практичні результати роботи можуть бути використані на підприємствах з виробництва горілок, горілок особливих та горілок ароматизованих.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Shendrik T., Levandovskiy L., Kuts A., Prybyl'skiy V., Grabovska O. Main directions of application of active carbons in alcoholic beverage production. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2019. №100(7.1). P. 100-113 DOI: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2019-7-12>
2. Tzvetkov G., Mihaylova S., Stoitchkova K., Tzvetkov P., Spassov T. Mechanochemical and chemical activation of lignocellulosic material to prepare powdered activated carbons for adsorption applications. *Powder Technology*. 2016. №299. P. 41-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.05.033>
3. Kwiatkowski M., Fierro V., Celzard A. Numerical studies of the effects of process conditions on the development of the porous structure of adsorbents prepared by chemical activation of lignin with alkali hydroxides. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2017. №486. P. 277-286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.10.003>
4. Marsh H., Rodriguez-Reinoso F. Activated Carbon. Elsevier: Science & Technology Books. 2006. 536 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044463-5.X5013-4>

5. Acikyildiz M., Gurses A., Karaca S. Preparation and characterization of activated carbon from plant wastes with chemical activation. *Microporous and Mesoporous Materials*. 2014. №198. P. 45–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.07.018>
6. Rivera-Utrilla J., Sánchez-Polo M., Gómez-Serrano V., Álvarez P.M., Alvim-Ferraz M.C.M., Dias J.M. Activated carbon modifications to enhance its water treatment applications. *An overview, J. Hazardous Materials*. 2011. №187(1–3). P. 1–23 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.01.033>
7. Melnik L., Turchun O., Tkachuk N. Water-alcohol adsorbing cleaning out of higher alcohols by shungite. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2014. №2(2). P. 312–317.
8. Širíšťová L., Přinosilová Š., Riddelová K., Hajšlová J., Melzoch K. Changes in quality parameters of vodka filtered through activated charcoal. *Czech J. Food Sci.* 2012. №30. P. 474–482. DOI: <https://doi.org/10.17221/361/2011-CJFS>
9. Blecha V. Technologie výroby vódek. *Internal material of Fruko-Schulz, Ltd., Jindřichův Hradec*. 2008.
10. Jumaeva D., Raxmatullaeva N., Ahrorova R., Abduraximov A., Barnoeva S., Raximov U., Toirov Z. Technologies for producing traditional and non-traditional adsorbents for deep purification of aqueous-alcohol solutions based on Paulownia wood. *E3S Web of Conferences*. 2024. №563. P. 7. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456303071>
11. Wiśniewska P., Śliwińska M., Dymerski T., Wardencki W., Namieśnik J. The Analysis of Vodka: A Review Paper. *Food Anal. Methods*. 2015. №8(8). P. 2000–2010. DOI <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0089-7>
12. Thakur A., Kumar A., Zhang R. Alcoholic Beverage Purification Applications of Activated Carbon. *Alcoholic Beverage Purification Applications of Activated Carbon*. 2023. №5(8). P. 152–178. DOI: <https://doi.org/10.1039/BK9781839169861-00152>
13. Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Patelski P., Dziekońska-Kubczak U., Jusel T. Treatment with activated carbon and other adsorbents as an effective method for the removal of volatile compounds in agricultural distillates. *Food Additives & Contaminants*. 2017. №34(5). P. 714–727. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1284347>
14. Marynchenko L., Marynchenko V., Hyvel M. Research of mineral adsorbents application for water-alcohol solutions purification in technology of alcoholic beverages. «*EUREKA: Physics and Engineering*». 2017. №4. P. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2017.00397>
15. Onuki S., Koziel J.A., Hans van Leeuwen J., Jenks W.S., Grewell D., Cai L Ethanol production, purification, and analysis techniques: a review. *Providence, Rhode Island*. 2008. №085136. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.25186>
16. Budianto A., Kusdarini E., Mangkurat W., Nurdiana E., Asri N.P. Activated Carbon Producing from Young Coconut Coir and Shells to Meet Activated Carbon Needs in Water Purification Process. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. №2117(1). 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012040>
17. Rózański M., Pielech-Przybylska K., Balcerek M. Influence of Alcohol Content and Storage Conditions on the Physicochemical Stability of Spirit Drinks. *Foods*. 2020. №9(9). 1264 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9091264>
18. Skoczko I., Guminska R., Bosb E., Zglobickac I. Impact of chemical activation on selected adsorption features of powdered activated carbon. *Desalination and Water Treatment*. 2021. №243. P. 165–179 DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27859>
19. Якименко А.В., Мельник Л.М., Бессараб О.С. Вплив кисню та аргону на адсорбційно-каталітичні процеси, що відбуваються при очищенні сортівок активним вугіллям і природними адсорбентами. *Наукові праці НУХТ*. 2025. №31(1), С. 216–225. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2025-31-1-11>
20. Левандовський Л., Шендрік Т., Куц А., Стукальська Н. Особливості застосування активного вугілля у лікоро-горілчаному виробництві. *Наукові праці НУХТ*. 2021. №27(1). С.188–198
21. Thakur A., Kumar A., Zhang R. Activated Carbon Progress and Applications. *The Royal Society of Chemistry*. 2023. №8. P. 152–178. DOI: <https://doi.org/10.1039/9781839169861>
22. Ziyang W., Silei L, Peng X., Huan C., Hehe L., Wu J., Sun J., Xingqian Y., Dong W., Baoguo S.. Preparation, Characterization, and Adsorption Capacity of Pyrophosphoric Acid Modified Activated Carbon from Baijiu Spent Grains for Risk Factor Mitigation. *Food Chemistry Advances*, 2024. №5. 100753. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100753>.
23. Єфремов О.О., Кустанов В.В., Логінова О.Б., Дюк В.С., Старик С.П. Дослідження адсорбційної здатності вуглецевих матеріалів, одержаних з різної рослинної сировини. *Хімія, фізика та технологія поверхні*. 2024. №15(3). С. 390–402. DOI: <https://doi.org/10.15407/hftp15.03.390>
24. Shendrik T., Levandovskiy L., Kuts A., Prybylskiy V., Karputina M. Correlation between the quality indicators of activated coal in vodka technology. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2019. №7(1). 33–48. DOI: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2019-7-1-6>
25. Олійник С.І., Куц А.М., Головенько А.В., Тарасюк Л.А. Спосіб очищення водно-спиртової суміші для виробництва горілок та горілок особливих. Пат. на винахід 158129u2024 02798; заявл. 24.05.2024; опубл. 01.01.2025. Бюл. №1/2025.

## REFERENCES

1. Shendrik, T. & Levandovskiy, L & Kuts, A. & Prybylskiy, V. & Grabovska, O. (2019). Main directions of application of active carbons in alcoholic beverage production. *Ukrainian Journal of Food Science*, 100. 7. 1. 100–113. DOI: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2019-7-1-2>.
2. Tzvetkov, G. & Mihaylova, S. & Stoitchkova, K. & Tzvetkov, P. & Spassov, T. (2016). Mechanochemical and chemical activation of lignocellulosic material to prepare powdered activated carbons for adsorption applications. *Powder Technology*, 299, 41–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.05.033>

3. Kwiatkowski, M. & Fierro, V. & Celzard, A. (2017). Numerical studies of the effects of process conditions on the development of the porous structure of adsorbents prepared by chemical activation of lignin with alkali hydroxides. *Journal of Colloid and Interface Science*, 486, 277–286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.10.003>
4. Marsh, H. & Rodriguez-Reinoso, F. (2006). Activated Carbon. *Elsevier Science & Technology Books*. 536. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044463-5.X5013-4>
5. Acikyildiz, M. & Gurses, A. & Karaca, S. (2014). Preparation and characterization of activated carbon from plant wastes with chemical activation. *Microporous and Mesoporous Materials*, 198, 45–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.07.018>
6. Rivera-Utrilla, J. & Sánchez-Polo, M. & Gómez-Serrano, V. & Álvarez, P.M. & Alvim-Ferraz, M.C.M. & Dias, J.M. (2011). Activated carbon modifications to enhance its water treatment applications. *An overview, J. Hazardous Materials*, 187(1–3), 1–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.01.033>
7. Melnik, L. & Turchun, O. & Tkachuk, N. (2014). Water-alcohol adsorbing cleaning out of higher alcohols by shungite. *Ukrainian Journal of Food Science*, 2 (2), 312–317.
8. Širíšťová, L. & Přinosilová, Š. & Riddelová, K. & Hajšlová, J. & Melzoch, K. (2012). Changes in quality parameters of vodka filtered through activated charcoal. *Czech J. Food Sci.* 30. 474–482. DOI: <https://doi.org/10.17221/361/2011-CJFS>
9. Blecha, V. (2008). Technologie výroby voděk. *Internal material of Fruko-Schulz, Ltd., Jindřichův Hradec*.
10. Jumaeva, D. & Raxmatullaeva, N. & Ahrorova, R. & Abduraximov, A. & Barnoeva, S. & Raximov, U. et al. (2024). Technologies for producing traditional and non-traditional adsorbents for deep purification of aqueous-alcohol solutions based on Paulownia wood. *E3S Web of Conferences*. 563 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456303071>
11. Wiśniewska, P. & Śliwińska, M. & Dymerski, T. & Wardencki, W. & Namieśnik, J. (2015). The Analysis of Vodka: A Review Paper. *Food Anal. Methods*, 8, 2000–2010. DOI <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0089-7>
12. Thakur, A. & Kumar, A. & Zhang, R. (2023). Alcoholic Beverage Purification Applications of Activated Carbon. *Alcoholic Beverage Purification Applications of Activated Carbon*, 5, 8. 152–178. DOI: <https://doi.org/10.1039/BK9781839169861-00152>
13. Balcerek, M. & Pielech-Przybylska, K. & Patelski, P. & Dziekońska-Kubczak, U. & Jusel, T. (2017). Treatment with activated carbon and other adsorbents as an effective method for the removal of volatile compounds in agricultural distillates. *Food Additives & Contaminants*, 34, 5. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1284347>
14. Marynchenko, L. & Marynchenko, V. & Hyvel, M. (2017). Research of mineral adsorbents application for water-alcohol solutions purification in technology of alcoholic beverages. «EUREKA: Physics and Engineering», 4, 3-10. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2017.00397>
15. Onuki, S. & Koziel, J.A. & Hans van Leeuwen, J. & Jenks, W.S. & Grewell, D. & Cai, L. (2008). Ethanol production, purification, and analysis techniques: a review. *Providence, Rhode Island*. 085136. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.25186>
16. Budianto, A. & Kusdarini, E & Mangkurat, W. & Nurdiana, E. & Asri, N.P. (2021) Activated Carbon Producing from Young Coconut Coir and Shells to Meet Activated Carbon Needs in Water Purification Process. *Journal of Physics: Conference Series*, 2117(1), 6. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012040>
17. Rózański, M. & Pielech-Przybylska, K. & Balcerek, M. (2020). Influence of Alcohol Content and Storage Conditions on the Physicochemical Stability of Spirit Drinks. *Foods*, 9(9), 1264. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9091264>
18. Skoczko, I. & Guminska, R. & Bosb, E. & Zglobickac, I. (2021). Impact of chemical activation on selected adsorption features of powdered activated carbon. *Desalination and Water Treatment*, 243, 165–179. DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27859>
19. Yakymenko, A.V. & Melnyk, L.M. & Bessarab, O.S. (2025). Vplyv kysniu ta arhonu na adsorbtsiino-katalitychni protsesy, shcho vidbuvaiutsia pry ochyshchenni sortivok aktyvnym vuhilliam i pryrodnymy adsorbentamy. [The influence of oxygen and argon on the adsorption-catalytic processes occurring during the purification of screenings with activated carbon and natural adsorbents]. *Naukovi pratsi NUKhT – Scientific works of the NUHT*, 31(1), 216-225. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2025-31-1-11> [in Ukrainian].
20. Levandovsky, L. & Shendrik, T. & Kuts, A. & Stukalska, N. (2021). Osoblyvosti zastosuvannya aktyvnoho vuhillia u likero-horilchanomu vyrobnytstvi. [Features of the use of activated carbon in alcoholic beverage production]. 2021. *Naukovi pratsi NUKhT – Scientific works of the NUHT*, 27(1). 188-198 [in Ukrainian].
21. Thakur, A. & Kumar, A. & Zhang, R. (2023). Activated Carbon Progress and Applications. *The Royal Society of Chemistry*, 8, 152-178. DOI: <https://doi.org/10.1039/9781839169861>
22. Ziyang, W. & Silei, L. & Peng, X. & Huan, C. & Hehe, L. & Wu., J., et al. (2024). Preparation, Characterization, and Adsorption Capacity of Pyrophosphoric Acid Modified Activated Carbon from Baijiu Spent Grains for Risk Factor Mitigation. *Food Chemistry Advances*, 5, 100753. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100753>.
23. Efremov, O.O. & Kusturov, V.V. & Loginova, O.B. & Diyuk, V.E. & Staryk, S.P. (2024). Doslidzhennia adsorbtsiinoi zdatnosti vuhletsevykh materialiv, oderzhanykh z riznoi roslynnoi syrovyny [Research on the adsorption capacity of carbon materials coated with various plant raw materials]. *Khimiia, fizyka ta tekhnolohiia poverkhni. – Chemistry, Physics and Surface Technology*. 15. 3. 390-402. DOI: <https://doi.org/10.15407/hftp15.03.390> [in Ukrainian].
24. Shendrik, T. & Levandovskiyi, L. & Kuts, A. & Prybylskyi, V. & Karputina, M. (2019). Correlation between the quality indicators of activated coal in vodka technology. *Ukrainian Journal of Food Science*, 7, 1, 33-48. DOI: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2019-7-1-6>.
25. Oliynyk, S.I. & Kuts, A.M. & Golovenko, A.V. & Tarasyuk, L.A. Sposib ochyshchennia vodno-spyrtovoi sumishi dlia vyrobnytstva horilok ta horilok osoblyvykh. [Method for purifying a water-alcohol mixture for the production of vodkas and special vodkas]. Patent for the invention 158129u2024 02798; appl. 24.05.2024; publ. 01.01.2025. 1/2025. [in Ukrainian].

**S. Oliinyk**, PhD, Associate Professor; **R. Tymchenko** (National University of Food Technologies). **Study of the efficiency of using agglomerated activated carbon for the purification of water-alcohol solution**

**Abstract.** The use of activated carbon for industrial use in vodka production is associated with the need for continuous quality improvement. Improvements in the methods of production, activation or modification of activated carbon play a significant role.

The article presents the results of a study of agglomerated activated carbon in comparison with traditional granular activated carbon in order to improve the method of purification of water-alcohol mixtures in the production of vodkas and special vodkas.

During the research, standardized organoleptic, physicochemical, gas chromatographic, capillarophoretic, spectrophotometric methods of analysis were used, theoretical generalization and comparison of results, and a systematic approach.

A comparative assessment of sorption materials used for purification of water-alcohol mixtures was carried out, experimental studies of their sorption and catalytic activity were carried out. Physicochemical indicators were established and it was determined that the studied agglomerated activated carbon has a greater adsorption capacity, is more durable and low-ash compared to the control sample of crushed wood activated carbon.

The positive effect of agglomerated activated carbon on the purification of the water-alcohol mixture in the production of vodkas and special vodkas was shown. It was found that purification with the studied agglomerated activated carbon allows to increase the purification effect, increase the tasting assessment by removing unwanted organic microimpurities and improve the transparency of the water-alcohol mixture in comparison with the original water-alcohol mixture.

The increase in the purification efficiency by the difference in the oxidation of the water-alcohol mixture after treatment with agglomerated activated carbon allows to conclude about the feasibility of using it in the technology of preparing vodkas and special vodkas.

**Key words:** technology, vodka production, water-alcohol mixture, sorting, purification, sorption properties, activated carbon.

Дата першого надходження статті до видання: 15.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

## ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ТОВАРОЗНАВСТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Редакційна колегія Наукового вісника Полтавського університету економіки і торгівлі.

Серія «Технічні науки» повідомляє про ретракцію статті:

«ЕКСПЕРТИЗА ЯКОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОБІОТИЧНИХ КЕФІРІВ  
НА ПРИКЛАДІ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ»

(автори: Л. В. Флока, Н. В. Гнітій, З. П. Рачинська).

Рішення про ретракцію ухвалено редакційною колегією від 5 червня 2026 року.

Причиною ретракції є порушення редакційної політики видання та вимог пункту 7

Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, а саме опублікування  
більше ніж однієї статті за участі одного автора в межах одного випуску.

Підкреслюємо, що редакцією не виявлено фактів академічного плагіату, фальсифікації чи фабрикації  
результатів дослідження, а також недостовірності наведених у статті наукових даних. Ретракцію  
здійснено з метою дотримання принципів редакційної доброчесності, прозорості видавничих процесів  
та належного врегулювання обставин, пов'язаних із потенційним конфліктом інтересів.

УДК 664.6:637.1

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-1-7>



Стаття поширюється на умовах  
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

## ЕКСПЕРТИЗА ЯКОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОБІОТИЧНИХ КЕФІРІВ НА ПРИКЛАДІ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ

Л. В. ФЛОКА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

ORCID ID: 0000-0001-5429-2924;

Н. В. ГНІТІЙ,

ORCID ID: 0000-0002-8882-1019;

З. П. РАЧИНСЬКА,

ORCID ID: 0000-0002-4210-7119

(Полтавський університет економіки і торгівлі)

**Анотація.** Актуальність проведення експертизи якості пробіотичних кефірів зумовлена зростанням їхнього споживання як функціональних кисломолочних продуктів, здатних підтримувати нормальну мікробіоту кишківника, покращувати травлення та зміцнювати імунну систему. На сучасному ринку України представлено широкий асортимент кефірів різних виробників, що відрізняються технологією виробництва, жирністю, вмістом білка та вологою, кислотністю та органолептичними властивостями. Водночас продукція окремих виробників характеризується варіативністю фізико-хімічних показників, нестабільними сенсорними властивостями та відсутністю уніфікованих критеріїв оцінки якості, що ускладнює порівняння продуктів та формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору високоякісних напоїв. Експертиза якості кефірів дозволяє інтегрувати дані лабораторних фізико-хімічних досліджень із оцінками органолептичних характеристик та бальною системою, що зменшує суб'єктивний вплив експертів і забезпечує всебічну, порівнянну характеристику продукції. Метою дослідження є наукове обґрунтування та проведення експертизи якості пробіотичних кефірів українських виробників із використанням органолептичних, фізико-хімічних та інтегрованих бальних методів оцінки. Об'єктами дослідження стали чотири зразки кефіру жирністю 2,5 % виробництва АТ «Молочний Альянс», ПрАТ «Тернопільський молокозавод», «Галичина Карпатський Енергія» та кефір із молока буйволівці Tasbio. Органолептичну оцінку проводили відповідно до ДСТУ 4417:2005 та міжнародного Codex Standard for Fermented Milks за показниками зовнішнього вигляду, кольору, консистенції, смаку та запаху із залученням підготовленої експертної групи. Фізико-хімічний аналіз включав визначення масової частки білка, жиру та кислотності як ключових показників харчової цінності, свіжості та функціональних властивостей кефіру. Для інтеграції результатів застосовано бальну систему оцінювання, що дозволяє об'єктивно порівнювати якість різних зразків та визначати їх споживчу привабливість. Отримані дані підтверджують доцільність застосування комплексного підходу для експертизи якості кефірів, формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення технології виробництва та стандартизації функціональних кисломолочних продуктів.

**Ключові слова:** кефір, пробіотичні властивості, експертиза якості, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, мікробіологічні показники, бальна оцінка, якість, функціональні продукти харчування.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Пробиотичні кисломолочні напої займають важливе місце серед функціональних продуктів харчування завдяки здатності нормалізувати мікробіоту кишечника, покращувати травлення та зміцнювати імунну систему. Кефір, як один із найпоширеніших видів таких продуктів, цікавить споживачів не лише оздоровчими властивостями, але й стабільними органолептичними характеристиками та різноманітним смаковим профілем.

Сучасний український ринок демонструє широку номенклатуру торгових марок кефіру, що відрізняються складом молочнокислих культур, технологією виробництва, співвідношенням білка, жиру та вологи, рівнем кислотності та органолептичними показниками. Водночас відсутність уніфікованих національних стандартів оцінки пробиотичних властивостей ускладнює порівняльний аналіз продукції та формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору високоякісних напоїв [4].

Експертиза якості пробиотичних кефірів дозволяє комплексно оцінити фізико-хімічні та мікробіологічні показники, органолептичні властивості та функціональну цінність продукції різних виробників. Систематизація отриманих даних забезпечує визначення переваг і недоліків окремих марок, перевірку відповідності сучасним харчовим нормам та сприяє вдосконаленню технологічних процесів. Науково обґрунтована експертна оцінка кефірів виступає ефективним інструментом підвищення безпечності, харчової цінності та конкурентоспроможності кисломолочних продуктів на українському ринку [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові дослідження у сфері технології та експертизи якості пробиотичних кисломолочних напоїв останніми роками активно розвиваються. Американські вчені Джейн Сміт і Роберт Джонсон досліджували вплив різних штамів *Lactobacillus* і *Bifidobacterium* на органолептичні властивості кефіру, його кислотність та стабільність мікрофлори під час зберігання, що має пряме значення для оцінки споживчої якості продукту. Європейські дослідники П'єр Дюпон та Анна Мюллер вивчали технологічні параметри ферментації, типи заквасок та їхній вплив на текстуру, смак і функціональні властивості кефіру, що дозволяє встановлювати стандарти якості та контролювати стабільність продукту [2].

Вітчизняні науковці, зокрема О. В. Гуменюк і Л. В. Кравченко, проводили експертну оцінку кефіру українського виробництва, досліджуючи склад і активність пробиотичних культур, фізико-хімічні показники (масову частку білка, жиру та кислотність) та органолептичні характеристики. Їхні роботи підкреслюють необхідність локальних технологічних адаптацій, що забезпечують стабільність мікрофлори, безпечність продукту та відповідність споживчим очікуванням.

Особлива увага приділяється експертизі якості, яка включає оцінку фізико-хімічних,

органолептичних та біологічно активних показників. Узагальнення зарубіжних і вітчизняних джерел дозволяє визначити основні тенденції розвитку ринку пробиотичних кисломолочних напоїв: розширення асортименту, підвищення функціональної цінності, впровадження контрольованих технологій ферментації та забезпечення стабільності смакових і текстурних характеристик. Такий аналіз формує наукове підґрунтя для проведення локальної експертизи якості пробиотичних кефірів різних торгових марок, представлених на ринку міста Полтави, та дозволяє оцінити відповідність продукції сучасним харчовим стандартам і очікуванням споживачів [7].

**Формування цілей статті.** Метою статті є проведення експертизи якості та споживчих властивостей пробиотичних кефірів українських виробників, представлених на ринку міста Полтави. Дослідження передбачає оцінку фізико-хімічних показників, органолептичних характеристик та активності молочнокислих культур, що визначають функціональні, харчові та пробиотичні властивості продукту. Встановлення відповідності продукції сучасним стандартам якості та порівняння різних торгових марок дозволяє визначити переваги і недоліки окремих зразків, а також сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо вдосконалення технологій виробництва, складу заквасок та підвищення функціональної цінності кефіру [3].

**Виклад основного матеріалу.** Пробиотичні кефіри відносяться до продуктів функціонального харчування, поєднуючи високу харчову цінність із впливом на мікробіоту кишечника та загальний стан організму. Комплексне дослідження їхніх характеристик дозволяє ідентифікувати ключові чинники якості, оцінити стабільність мікрофлори та сформулювати об'єктивну характеристику споживчих властивостей продукту.

Ферментований кисломолочний напій кефір містить живі молочнокислі бактерії та дріжджові культури, що забезпечують біологічну активність. Основні мікроорганізми включають *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* та дріжджові штами, які формують смак, аромат, консистенцію та кислотність. Пробиотичні властивості визначаються здатністю культур зберігати життєздатність під час зберігання, виживати в шлунково-кишкових умовах та нормалізувати кишкову мікрофлору [4].

Кефір є джерелом повноцінного білка, кальцію, фосфору, магнію, вітамінів групи В і біологічно активних пептидів. Споживання пробиотичних напоїв сприяє нормалізації травлення, підвищенню імунної відповіді, зменшенню ризику запальних процесів та хронічних захворювань. З метою підвищення біологічної цінності деякі продукти збагачують вітамінами, мінералами або рослинними компонентами, що підсилює функціональні та споживчі властивості [6].

Якість кефіру визначається стабільністю органолептичних і фізико-хімічних параметрів, що оцінюються в межах експертизи якості. Органолептичні показники включають зовнішній вигляд, колір, консистенцію, смак і запах, які формують споживчі

очікування та впливають на конкурентоспроможність продукту. Фізико-хімічні характеристики, такі як вміст білка, жиру, вологи та кислотність, оцінюються для визначення харчової цінності, свіжості та функціональних властивостей кефіру. Проведення системної експертизи якості дозволяє об'єктивно порівнювати продукцію різних виробників, визначати переваги та недоліки окремих зразків, а також формувати науково обґрунтовані рекомендації щодо вдосконалення технології виробництва та стандартизації пробіотичних кефірів [3].

Використання високоякісної молочної сировини, контрольованих заквасок і оптимальних умов ферментації забезпечує стабільність фізико-хімічних і органолептичних показників. Біологічно активні компоненти, що утворюються під час ферментації, проявляють антиоксидантну, протизапальну та імуномодулюючу активність, що підвищує функціональну цінність і споживчу привабливість продукту [5].

Для проведення експертизи якості було обрано чотири зразки пробіотичного кефіру жирністю 2,5% українського виробництва: кефір «Яготинський» 2,5 % жирності, класичний кефір із традиційним набором молочнокислих культур, включно з *Lactobacillus rhamnosus*, виробництва АТ «Молочний Альянс», кефір питний «Молюксія» 2,5 % жирності – класичний кисломолочний продукт із пробіотичними культурами, виробництва ПрАТ «Тернопільський молокозавод», кефір «Галичина Карпатський Енергія», жирність 2,5% – типовий український кисломолочний напій із стандартним набором молочнокислих культур, доступний у супермаркетах та кефір із молока буйволиці Tasbio, як альтернатива на основі буйволячого молока з іншою мікробною та поживною структурою, виробництва ТОВ «Тасбіо» (TASbio). Обрана продукція відображає різноманітність сучасного українського ринку пробіотичних кефірів і надає можливість оцінити вплив складу, виду молока та технологічних особливостей виробництва на якість і споживчі властивості кисломолочних продуктів. Зразки забезпечують комплексний матеріал для порівняльного аналізу органолептики, фізико-хімічних характеристик та функціональних властивостей продукту.

Органолептичні та фізико-хімічні показники досліджуваних зразків кефіру визначалися відповідно до ДСТУ 4417:2005 «Кефір. Технічні умови» та Codex Standard for Fermented Milks (CODEX STAN 243-2003), які регламентують основні вимоги до кисломолочних продуктів, отриманих шляхом ферментації молока з використанням специфічних заквасок та симбіотичних культур. ДСТУ 4417:2005 визначає кефір як кисломолочний продукт, що виробляється сквашуванням молока симбіотичною закваскою на кефірних грибках або концентратом кефірної закваски, та встановлює базові вимоги до технології та якості такого продукту, зокрема щодо масової частки жиру та живих культур, хоча він не поширюється на продукти зі збагаченням пробіотичними культурами та іншими функціональними добавками. Codex Alimentarius

охоплює вимоги до ферментованих молочних продуктів у міжнародному контексті, включаючи кефір, та містить положення щодо мінімальної кількості життєздатних мікроорганізмів, кислотності та інших якісних характеристик, що забезпечує обґрунтовану методологічну основу для порівняльного аналізу [1, 3].

Оцінка органолептичних властивостей здійснювалася методом дегустації за участю підготовленої експертної групи в стандартизованих умовах без маркування продукції. Параметри зовнішнього вигляду включали однорідність структури, відсутність сторонніх включень та характер текстури поверхні. Колір продукту аналізувався щодо відповідності типовим спектрам для кефірних напоїв без неприродних відтінків. Консистенція оцінювалася за збереженням однорідної текстури при помішуванні та відсутності грубих згустків. Оцінювання запаху передбачало визначення типового кисломолочного аромату без затхлих чи сторонніх нот, а смак – рівноваги кислото профілю, м'якості й відсутності неприємних присмаків [1].

Визначення фізико-хімічних показників кефіру зосереджувалося на масовій частці жиру, білка та кислотності, що є основними критеріями харчової цінності, свіжості та функціональних властивостей продукту. Масова частка жиру оцінювалася методом екстракції за Сокслетом, що дозволяє точно визначити вміст жирової фази залежно від виду кефіру (нежирний, 1,0-5,0 %). Масова частка білка обчислювалася за методом К'ельдаля, який ґрунтується на визначенні загального азоту з подальшим перерахунком на білок. Кислотність продукту визначалася титрованим методом у градусах Тернера, що дає змогу оцінити ступінь ферментації молока [1].

Для об'єктивізації результатів застосовувалася бальова система оцінки, що дозволяла інтегрувати органолептичні параметри та фізико-хімічні показники в єдину шкалу. Кожен показник (зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак) оцінювався за п'ятибальною шкалою: 5 балів – відмінна якість, 4 – добра, 3 – задовільна, 2 – незадовільна, 1 – непридатна для реалізації продукції. Отримані бали відображають не лише відповідність стандартам, але й уподобання споживачів щодо органолептики.

Мікробіологічні показники оцінювалися за кількістю життєздатних молочнокислих культур (*Lactobacillus* spp. та *Bifidobacterium* spp.), що є критерієм пробіотичного ефекту та функціональних властивостей продукту. Визначення проводилося методом висіву на селективні поживні середовища з подальшим підрахунком колоній, що дозволяє оцінити активність і життєздатність пробіотичних мікроорганізмів у різних зразках кефіру [1, 3].

Отримані дані забезпечили можливість порівняльного аналізу зразків різних виробників, визначення впливу сировинної бази, виду молока та технологічних особливостей виробництва на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні

характеристики, а також інтегрування цих показників у балову оцінку для визначення уподобань споживачів та функціональної цінності продукту.

Усі вимірювання виконувалися в лабораторних умовах зі строгим дотриманням протоколів, контролюваним температурним режимом, чистою обладнання та чіткою послідовністю процедур, що забезпечувало точність, достовірність і відтворюваність результатів. Отримані дані дозволили об'єктивно порівняти якість кефірів різних виробників та визначити вплив технологічних особливостей і сировинної бази на органолептичні й фізико-хімічні характеристики продуктів.

Узагальнюючи результати органолептичної оцінки, всі обрані кефіри відповідають базовим вимогам ДСТУ 4417:2005 та міжнародного Codex Stan 243-2003. Виявлено індивідуальні особливості, що зумовлені видом молока та технологічними особливостями виробництва. Найбільш типовими за стандартними параметрами є кефіри «Яготинський» та «Галичина Карпатський Енергія», тоді як кефір Tasbio відрізняється специфічним смаком і ароматом буйволячого молока, а «Молокія» – більш рідкою консистенцією (табл.1).

Аналіз фізико-хімічних показників продемонстрував відповідність усіх обраних зразків кефіру вимогам стандарту щодо ключових параметрів: масової частки білка, жиру та титрованої кислотності (табл. 2). Масова частка білка коливалася в межах 3,0-3,3 %, забезпечуючи належну харчову цінність. Жирність продуктів становила 2,5-2,7 %, що відповідає заявленій категорії 2,5 % жирності. Титровану кислотність визначено в межах 80-95 °Т, що відображає оптимальний ступінь ферментації

та гарантує свіжість і безпечність кефірів. Отримані результати свідчать про стабільність технологічного процесу та підтверджують відповідність продукції сучасним стандартам якості.

Балова оцінка якості обраних зразків кефіру проводилася для визначення споживчих уподобань та загальної органолептичної привабливості продуктів. Оцінювання здійснювалося за п'ятибальною шкалою, де 5 балів відповідало відмінній якості, 4 – добрій, 3 – задовільній, 2 – не задовільній, а 1 – продукт не допускався до реалізації. Кожний показник – зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах і колір – оцінювався окремо, після чого обчислювалося середнє значення для кожного зразка. Така система дозволяє виділити переваги продукції та виявити аспекти, що можуть впливати на сприйняття споживачем.

Результати оцінки показали, що кефір «Яготинський» отримав найвищі бали за більшістю параметрів, що свідчить про високу збалансованість органолептичних властивостей і привабливість для споживачів (рис. 1). Кефіри «Молокія», «Галичина Карпатський Енергія» та Tasbio продемонстрували стабільно добрий рівень якості (4,0-4,3 бала), хоча дещо поступаються лідеру за густиною, рівномірністю кольору та інтенсивністю кисломолочного смаку.

Всі досліджені зразки відповідають основним вимогам ДСТУ 4417:2005 та Codex Stan 243-2003 щодо органолептичних та фізико-хімічних характеристик, що підтверджує їх безпечність і придатність до споживання. Виявлені відмінності між продуктами зумовлені видом молока, технологічними особливостями виробництва та рецептурними компонентами, зокрема наявністю

Таблиця 1

## Органолептичні показники якості зразків кефіру

Назва показника	Кефір «Яготинський»	Кефір питний «Молокія»	Кефір «Галичина Карпатський Енергія»	Кефір із молока буйволиці Tasbio
Зовнішній вигляд	Однорідний, без згустків, чистий	Рівномірний, без осаду	Однорідний, без осаду, чистий	Однорідний, легкий осад
Колір	Білий з легким кремовим відтінком	Білий, однорідний	Білий, рівномірний	Світло-кремовий
Консистенція	Середньої густоти, однорідна текстура	Рідкий, однорідна рідина без грудочок	Середньої густоти, помірно щільний	Середньої густоти, злегка в'язкий
Запах	Типовий кисломолочний, без сторонніх нот	Свіжий кисломолочний	Кисломолочний, легкий аромат	Насичений кисломолочний, специфічний аромат буйволячого молока
Смак	М'який, злегка кислуватий, приємний післясмак	Легко кислуватий, м'який, збалансований	М'який, з характерною кислинкою	М'який, помірно кислий, з характерним післясмаком

Таблиця 2

## Фізико-хімічні показники якості зразків кефіру

Назва зразка	Вимога стандарту	Кефір «Яготинський»	Кефір питний «Молокія»	Кефір «Галичина Карпатський Енергія»	Кефір із молока буйволиці Tasbio
Масова частка жиру, %	2,5 ± 0,5	2,5	2,5	2,6	2,7
Масова частка білка, %	≥ 2,8	3,2	3,0	3,1	3,3
Титрована кислотність, °Т	70-110	85	80	90	95

пробіотичних культур і жирністю. Такий підхід дозволяє зробити висновок не лише про відповідність стандарту, а й про уподобання споживачів стосовно текстури, смаку та аромату кефіру.

Мікробіологічні показники є важливим критерієм якості пробіотичних кефірів, оскільки кількість життєздатних молочнокислих бактерій визначає пробіотичний ефект та функціональні властивості продукту. Визначення чисельності *Lactobacillus* spp. та *Bifidobacterium* spp. дозволяє оцінити активність і життєздатність мікроорганізмів у різних зразках, а також порівняти ефективність заквасок та вплив технологічних особливостей виробництва на формування пробіотичного потенціалу продукту (табл. 3).

Результати дослідження показали, що усі чотири зразки кефіру містять життєздатні культури *Lactobacillus* spp. та *Bifidobacterium* spp. у кількості, що відповідає вимогам до пробіотичних продуктів. Значення чисельності *Lactobacillus* spp. варіюють від  $9,5 \times 10^{-7}$  до  $1,3 \times 10^{-8}$  КУО/мл, а *Bifidobacterium* spp. – від  $7,5 \times 10^{-7}$  до  $9,0 \times 10^{-7}$  КУО/мл. Найвищий вміст *Lactobacillus* spp. зафіксовано у кефірі Tasbio, а *Bifidobacterium* spp. – також у Tasbio та «Галичина Карпатський Енергія». Дані показники свідчать про достатню пробіотичну активність продуктів та їхню відповідність функціональним характеристикам кефіру. Отримані результати підтверджують можливість використання цих зразків для підтримки здорової мікрофлори кишківника споживачів.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Проведене дослідження показало, що пробіотичні кефіри українського виробництва відрізняються стабільними фізико-хімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками, що відповідають вимогам ДСТУ 4417:2005 та Codex Stan 243-2003. Встановлено, що усі обрані зразки

містять достатню кількість життєздатних молочнокислих культур (*Lactobacillus* spp. та *Bifidobacterium* spp.), що забезпечує пробіотичний ефект та функціональні властивості продукту. Масова частка білка, жиру та кислотність відповідає заявленим нормам, а органолептичні показники – колір, консистенція, смак і запах – демонстрували високий рівень споживчої привабливості.

Виявлені відмінності між зразками, зумовлені видом молока (коров'яче або буйволяче), складом заквасок та технологічними особливостями виробництва, свідчать про необхідність подальшого вивчення впливу цих факторів на стабільність пробіотичних культур, текстуру та смакові характеристики кефіру.

Перспективи подальших досліджень включають:

- розробку єдиних національних критеріїв оцінки пробіотичних властивостей кисломолочних продуктів, що дозволить об'єктивно порівнювати різні марки кефіру;
- дослідження впливу різних штамів *Lactobacillus* та *Bifidobacterium* на функціональні властивості та органолептичні характеристики кефіру;
- аналіз стабільності пробіотичних культур протягом терміну зберігання та в умовах моделювання шлунково-кишкового середовища;
- вивчення ефекту технологічних параметрів ферментації, складу заквасок та виду молока на формування смаку, текстури та біологічно активних компонентів продукту.

Отже, отримані результати створюють наукову базу для удосконалення технологій виробництва пробіотичного кефіру, підвищення його функціональної цінності та забезпечення стабільності органолептичних і мікробіологічних показників, що сприятиме задоволенню потреб споживачів і розвитку ринку функціональних кисломолочних продуктів в Україні.

Таблиця 3

Мікробіологічні показники якості зразків кефіру

Назва зразка	Кефір «Яготинський»	Кефір питний «Молокія»	Кефір «Галичина Карпатський Енергія»	Кефір із молока буйволиці Tasbio
Кількість <i>Lactobacillus</i> spp., КУО/мл	$1,2 \times 10^{-8}$	$9,5 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-8}$	$1,3 \times 10^{-8}$
Кількість <i>Bifidobacterium</i> spp., КУО/мл	$8,0 \times 10^{-7}$	$7,5 \times 10^{-7}$	$8,2 \times 10^{-7}$	$9,0 \times 10^{-7}$



Рис. 1. Результати балової оцінки якості обраних зразків кефірів

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 4417: 2005. Кефір. Технічні умови. [Чинний від 2005-06-15]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
2. Alraddadi F. A. J., Ross T., Powell S. M. Evaluation of the microbial communities in kefir grains and kefir over time. *International Dairy Journal*. 2023. Vol. 136. Pp. 105490. URL: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105490>.
3. Codex Alimentarius. Codex Standard for Fermented Milks (CODEX STAN 243-2003). Rome: FAO/WHO, 2003. 12 p.
4. Karssa T. H., Mugula J. K., Semedo-Lemsaddek T. Probiotics in fermented milk products and associated health benefits – a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 2025. Vol. 60(2). Pp. 112-128. URL: <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf227>.
5. Leite A. M. O., Miguel M. A. L., Peixoto R. S., Rosado A. S., Silva J. T., Paschoalin V. M. F. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2013. Vol. 44(2). Pp. 341-349. URL: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000200001>.
6. Ryzhkova T. M., Danylenko S. G., Bondarchuk V. V., Lysenko H. L., Heida I. M., Bodnarchuk I. M. Fermented milk product based on kefir with the addition of cranberry. *Human and Nation's Health*. 2025. Vol. 3(3). Pp. 110-121. URL: <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.110>.
7. Utebaeva A., Yevlash V., Gabrilyants E., Abish Z., Aitbayeva A. Development of kefir product with Bifidobacterium animalis subsp. lactis (BB-12) activated by Sanguisorba officinalis L. extract. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 5, № 11 (131). Pp. 6-15. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312708>.

## REFERENCES

1. Kefir. Tekhnichni umovy [Kefir. Technical specifications]. (2005). DSTU 4417:2005. From 15 June 2005. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine [in Ukrainian].
2. Alraddadi, F. A. J., Ross, T., Powell, S. M. (2023). Evaluation of the microbial communities in kefir grains and kefir over time. *International Dairy Journal*. Vol. 136. Pp. 105490. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105490>.
3. Codex Standard for Fermented Milks (CODEX STAN 243-2003). Rome: FAO/WHO, 2003. 12 p.
4. Karssa, T. H., Mugula, J. K., Semedo Lemsaddek, T. (2025). Probiotics in fermented milk products and associated health benefits – a review. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 60(2). Pp. 112-128. <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf227>.
5. Leite, A. M. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*. Vol. 44(2). Pp. 341-349. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000200001>.
6. Ryzhkova, T. M., Danylenko, S. G., Bondarchuk, V. V., Lysenko, H. L., Heida, I. M., Bodnarchuk, I. M. (2025). Fermented milk product based on kefir with the addition of cranberry. *Human and Nation's Health*. Vol. 3(3). Pp. 110-121. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.110>.
7. Utebaeva, A., Yevlash, V., Gabrilyants, E., Abish, Z., Aitbayeva, A. (2024). Development of kefir product with Bifidobacterium animalis subsp. lactis (BB 12) activated by Sanguisorba officinalis L. extract. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5, № 11 (131). Pp. 6-15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312708>.

**L. Floka**, PhD, Associate Professor; **N. Hnitiu**, **Z. Rachynska** (Poltava University of Economics and Trade). *Expertise of the quality and functional properties of probiotic kefir using the example of products of Ukrainian manufacturers*

**Abstract.** The relevance of conducting a quality expertise of probiotic kefir is determined by the increasing consumption of these products as functional fermented milk beverages, capable of supporting a healthy gut microbiota, improving digestion, and strengthening the immune system. The modern Ukrainian market offers a wide range of kefir from different producers, varying in production technology, fat content, protein and moisture levels, acidity, and organoleptic properties. At the same time, some products are characterized by variability in physicochemical parameters, unstable sensory properties, and the absence of standardized quality assessment criteria, which complicates product comparison and the formulation of scientifically grounded recommendations for selecting high-quality beverages.

Quality expertise of kefir allows the integration of laboratory data on physicochemical analyses with assessments of organoleptic characteristics and a scoring system, reducing the subjective influence of experts and providing a comprehensive, comparable characterization of the products. The aim of the study is the scientific justification and implementation of a quality expertise of probiotic kefir from Ukrainian producers using organoleptic, physicochemical, and integrated scoring methods. The study objects included four samples of 2.5% fat kefir produced by JSC «Molochnyi Alliance», PJSC «Ternopil Dairy Plant», «Halychyna Carpathian Energy» and buffalo milk kefir from «Tasbio».

Organoleptic evaluation was performed in accordance with DSTU 4417:2005 and the international Codex Standard for Fermented Milks, assessing appearance, color, consistency, taste, and aroma, using a trained expert panel. Physicochemical analysis included determination of protein, fat, and acidity as key indicators of nutritional value, freshness, and functional properties of kefir. To integrate the results, a scoring system was applied, enabling objective comparison of the quality of different samples and assessment of their consumer appeal. The results confirm the feasibility of applying a comprehensive approach for kefir quality expertise and support the formulation of scientifically grounded recommendations for improving production technology and standardizing functional fermented milk products.

**Key words:** kefir, probiotic properties, quality expertise, organoleptic characteristics, physicochemical parameters, scoring evaluation, quality, functional foods.

Дата першого надходження статті до видання: 09.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 07.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

# ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

УДК 640.432:613.2/.3:004.8:004.94

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-1-8>

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

## МЕТОДОЛОГІЯ ІНТЕГРАЦІЇ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМУ ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ

**М. Б. КОЛЕСНИКОВА**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0002-6223-7105;

**Т. В. ЧЕРЕМСЬКА**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0001-6518-3889;

**С. Л. ЮРЧЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0003-1286-081X;

**А. О. КОЛЕСНИК**, кандидат технічних наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0002-9890-6040;  
(Державний біотехнологічний університет)

**Анотація.** Обґрунтовано необхідність трансформації традиційної моделі НАССР у закладах ресторанної індустрії в умовах зростаючої динамічності виробничих процесів, варіативності асортименту та суттєвого впливу людського чинника. Показано, що практика впровадження НАССР у ЗРІ, яка базується на фіксації відповідності критичним межам і веденні журналів, не забезпечує можливості кількісного оцінювання кумулятивного впливу короточасних і повторюваних відхилень параметрів технологічного процесу, що обмежує аналітичну чутливість системи та її превентивний потенціал.

Метою дослідження є розроблення методологічних засад інтеграції інструментів штучного інтелекту та цифрового моніторингу в систему НАССР закладів ресторанної індустрії шляхом переходу від бінарної моделі контролю до ґрадуїрованої моделі оцінювання ризику. Методологічну основу становлять принципи НАССР, положення ризик-орієнтованого підходу відповідно до ISO 31000, а також концепція *risk-based thinking*.

Запропоновано концепцію AI-НАССР як адаптивної моделі управління безпечністю, що базується на інтеграції багатоконтурної цифрової архітектури, яка включає виробничий, матеріальний, санітарний, кадровий та нормативний контури. Розроблено інтегральний цифровий індекс ризику (DHRI) для нормування, вагового агрегування та представлення показників у єдиній шкалі для кількісного оцінювання стану системи безпечності в реальному часі.

Доведено, що застосування безперервного цифрового моніторингу та аналітичної обробки даних забезпечує виявлення прихованих тенденцій і кумулятивних ризиків, які не фіксуються в межах традиційної бінарної логіки «відповідність/невідповідність». Інтеграція інструментів штучного інтелекту дозволяє реалізувати функції виявлення аномалій, прогнозування динаміки ризику та оптимізації управлінських рішень. Запропонований підхід формує методологічне підґрунтя для розвитку адаптивних систем управління безпечністю харчових продуктів у закладах ресторанної індустрії, підвищує доказовість управлінських рішень і сприяє переходу від реактивної до превентивної моделі управління ризиками.

**Ключові слова:** НАССР, штучний інтелект, цифровий моніторинг, заклади ресторанної індустрії, управління ризиками.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

Система аналізу небезпечних чинників і контролю у критичних точках (НАССР), закріплена в Codex Alimentarius та імплементована в законодавство України, є базовим інструментом забезпечення безпечності харчових продуктів [1, 2]. Для закладів ресторанної індустрії її функціонування ускладнюється високою динамікою виробничих

процесів, варіативністю асортименту та значною часткою ручної праці.

На практиці впровадження НАССР у ЗРІ часто набуває формалізованого характеру: контроль зводиться до ведення журналів температури, санітарії та простежуваності сировини. Такий підхід забезпечує відповідність нормативним вимогам, проте не дозволяє кількісно оцінювати сукупний

вплив короточасних і повторюваних відхилень параметрів. Розвиток цифрових технологій створює можливість безперервного моніторингу виробничих показників і накопичення великих масивів даних. Водночас існуючі цифрові рішення в ресторанному бізнесі залишаються фрагментарними та орієнтованими переважно на автоматизацію операційної діяльності, а не на інтегроване управління ризиком [3].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю формування системного підходу до інтеграції цифрового моніторингу та інструментів штучного інтелекту в систему НАССР закладів ресторанної індустрії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Цифровізація ресторанного бізнесу в Україні та світі розвивається переважно в площині автоматизації операційних процесів. POS- та ERP-системи забезпечують контроль продажів, управління складом, формування калькуляційних карт і фінансову аналітику. Проте ці рішення спрямовані насамперед на оптимізацію економічної діяльності та не формують повноцінного механізму управління небезпечними чинниками [4].

Окремий сегмент становлять цифрові платформи для ведення санітарних журналів і температурного моніторингу. Вони дозволяють автоматизувати фіксацію параметрів, зменшити паперовий документообіг та спростити підготовку до перевірок. Проте їх функціонування здебільшого обмежується логікою документування відповідності. Дані накопичуються, але не інтегруються в багатофакторну модель оцінювання ризику.

Комплексні системи менеджменту безпеності, що застосовуються в харчовій промисловості, мають ширший функціонал, однак їх впровадження у ЗРІ часто ускладнюється масштабом, вартістю та необхідністю адаптації до змінного асортименту продукції (сезонне, святкове, пісне меню тощо).

Отже, сучасний рівень цифровізації ЗРІ характеризується фрагментарністю та відсутністю інтеграційної архітектури, що поєднувала б виробничі, санітарні, кадрові та нормативні дані в єдину аналітичну систему.

Попри активне впровадження цифрових інструментів у діяльність закладів ресторанної індустрії, відсутня узгоджена методологія їх інтеграції в систему НАССР як цілісну модель управління ризиком. Наявні рішення зосереджені переважно на автоматизації окремих процедур (температурний моніторинг, електронні журнали, складський облік), проте не формують механізму багатофакторного аналізу стану системи безпечності в реальному часі.

Таким чином, виникає наукова проблема: яким чином трансформувати процедурну модель

НАССР у кількісно-орієнтовану адаптивну систему, здатну інтегрувати різномірні дані цифрового моніторингу та забезпечити градуйоване управління ризиком у ЗРІ? З методологічної точки зору окреслена проблема корелює з положеннями ризик-орієнтованого підходу, закріпленого в міжнародних стандартах управління якістю та ризиками та концепції *risk-based thinking* у системах менеджменту [5].

У цих підходах ризик розглядається не як статичний факт перевищення порогового значення, а як ймовірність небажаних наслідків у контексті змінних умов функціонування системи. У діяльності ЗРІ така змінність є постійною: виробниче навантаження, асортимент, сезонність, поведінкові фактори персоналу створюють середовище з високою варіативністю параметрів. Тому інтеграція цифрового моніторингу в НАССР має розглядатися не як інструмент автоматизації, а як етап розвитку ризик-орієнтованої моделі управління безпечністю.

У традиційній моделі НАССР ризик розглядається як наслідок перевищення критичної межі. Проте у діяльності ЗРІ ризик має динамічний характер і формується під впливом сукупності факторів: мікроклімату, тривалості зберігання, частоти відкривання холодильного обладнання, дисципліни персоналу та інтенсивності виробничого навантаження [6].

Навіть за відсутності формального перевищення критичних меж можливе накопичення кумулятивного ефекту, який підвищує ймовірність небезпечної ситуації. Це свідчить про необхідність переходу до моделі безперервного та кількісного оцінювання стану системи.

Саме на цьому методологічному підґрунті формується концепція AI-НАССР – адаптивної моделі, у якій цифровий моніторинг і аналітична обробка даних забезпечують градуйоване управління ризиком.

**Формування цілей статті.** Метою статті є представлення результатів розроблення методологічних засад інтеграції інструментів штучного інтелекту та цифрового моніторингу в систему НАССР закладів ресторанної індустрії з переходом від бінарної моделі оцінювання критичних контрольних точок до кількісно-орієнтованої адаптивної моделі управління ризиком на основі інтегрального цифрового індексу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Методологічною основою дослідження стали принципи системи НАССР, положення ризик-орієнтованого підходу, закріплені в міжнародних стандартах управління ризиками (зокрема ISO 31000), а також концепція *risk-based thinking* у системах менеджменту безпеності харчових продуктів. У процесі дослідження використано комплекс взаємодоповнювальних методів: аналіз

і синтез – для узагальнення сучасних підходів до цифровізації системи НАССР у закладах ресторанної індустрії; структурно-функціональний аналіз – для формування багатокоштурної архітектури AI-НАССР (виробничий, матеріальний, санітарний, кадровий, нормативний контури); метод математичного моделювання – для побудови інтегрального цифрового індексу ризику (DHRI) як кількісного показника стану системи безпеки, методи нормування та вагового агрегування показників – для формування часткових індикаторів ризику та їх інтеграції в узагальнений показник. Інформаційною базою дослідження слугували дані цифрового моніторингу виробничого середовища (температурні логери, контроль мікроклімату, електронні санітарні журнали), цифровий облік матеріальних потоків, результати тестування персоналу, а також нормативні вимоги до функціонування системи НАССР у закладах ресторанної індустрії.

Контурна архітектура може розглядатися як еволюційний етап розвитку систем менеджменту безпеки в умовах цифровізації [7]. Класична система НАССР є процедурно орієнтованою: вона визначає критичні точки, встановлює межі та регламентує коригувальні дії. Проте, у діяльності закладів ресторанної індустрії ризик формується не ізольовано в межах окремої ККТ, а внаслідок взаємодії кількох факторів, що діють одночасно та змінюються в реальному часі. З огляду на це

система менеджменту безпеки може бути розглянута як багатокоштурна структура (рис. 1), у якій кожен контур генерує масив даних, що впливають на загальний стан ризику. Інтеграція цих даних у межах єдиного аналітичного середовища створює передумови для формування адаптивної системи AI-НАССР.

*Контур виробничого середовища.* Виробниче середовище є фізичною основою формування небезпек у ЗРІ. Температура, відносна вологість повітря, інтенсивність повітрообміну, режим роботи холодильного обладнання безпосередньо впливають на стабільність сировини, напівфабрикатів, готової продукції, особливо холодних страв та закусок, холодних супів та соусів, десертної продукції, кондитерських виробів з кремом.

Впровадження логерів температури та вологості забезпечує безперервний моніторинг із формуванням часових рядів параметрів. На відміну від дискретного контролю (періодичне зняття показань із засобів вимірювальної техніки), безперервні дані дозволяють аналізувати не лише максимальні значення, а й тривалість і частоту відхилень. Додатковим елементом цього контуру є автоматизоване керування бактерицидними лампами з формуванням електронних журналів роботи, що підвищує доказовість виконання інструкцій та процедур системи, дозволяє співвідносити режими опромінення з параметрами мікроклімату.

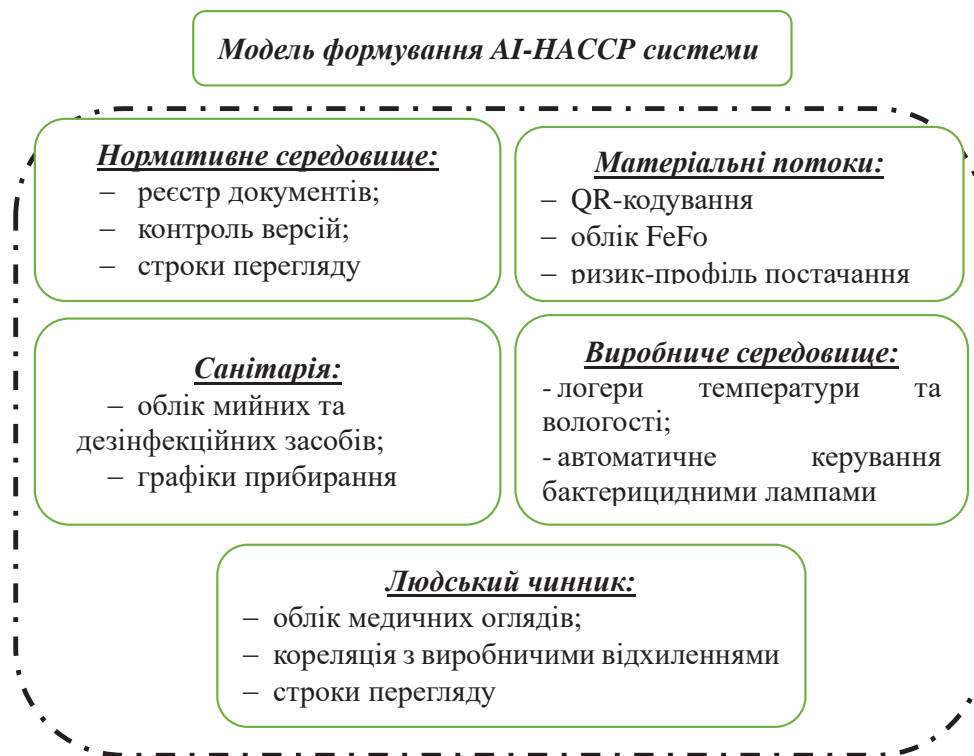


Рис. 1. Модель формування AI-НАССР системи менеджменту харчової безпеки (п'ять контурів цифрової екосистеми AI-НАССР)

*Контура матеріальних потоків.* Матеріальні потоки у ЗРІ характеризуються високою варіативністю постачань, строків придатності та умов зберігання. Цифровізація цього контуру передбачає використання штрих-кодування або QR-кодування партій сировини з автоматичним обліком дати надходження, строку придатності та режимів зберігання. Інтеграція з принципами FEFO дозволяє зменшити ризик використання сировини з наближеним строком придатності. Водночас аналіз частоти прострочень, затримок у використанні або порушень температурно-вологісного режиму дає змогу формувати ризик-профіль постачання [8].

*Контура санітарії.* Санітарні процедури формують базу програм-передумов (PRP). Цифровий облік приймання та видачі мийних і дезінфекційних засобів, контроль строків їх придатності, кількісних витрат згідно з інструкціями та автоматизовані графіки прибирання створюють прозору систему моніторингу виконання PRP. Аналітична обробка даних дозволяє виявляти аномалії у споживанні засобів або порушення періодичності процедур, що може свідчити про потенційне зростання біологічного та/або хімічного ризику.

*Контура людського чинника.* Людський фактор є однією з найбільш варіативних складових ризику. Цифровий реєстр медичних оглядів, автоматичний контроль строків їх дії, електронні модулі навчання та тестування персоналу дозволяють кількісно оцінювати рівень компетентності та дисципліни. Кореляція результатів тестування з даними виробничих відхилень створює основу для формування індикатора людського ризику.

*Контура нормативного середовища.* Система НАССР функціонує в умовах постійної актуалізації законодавчої, нормативної бази та внутрішньої документації закладу [9, 10]. Цифровий реєстр внутрішніх документів із контролем версій та строків перегляду забезпечує актуальність процедур, використання діючої нормативної документації, зменшує регуляторні ризики.

Взаємодія зазначених контурів формує єдину цифрову екосистему управління ризиком, у межах якої дані виробничого середовища, матеріальних потоків, санітарних процедур та людського фактора не існують ізольовано, а підлягають агрегуванню й аналітичній інтерпретації. Саме інтеграція різномірних джерел інформації створює передумови для переходу від фрагментарного контролю до системного управління станом безпечності, що реалізується через розрахунок інтегрального індексу ризику [11].

У традиційній моделі НАССР ризик розглядається як функція ідентифікованої небезпеки та ймовірності її реалізації. Оцінювання здійснюється на етапі розроблення НАССР-плану, після чого система функціонує відповідно до встановлених критичних меж і процедур моніторингу

[12]. Такий підхід є достатнім у відносно стабільних виробничих умовах, однак у ЗРІ ризик має виражений динамічний характер. Динамічний ризик – це змінна величина, що формується в реальному часі під впливом сукупності параметрів середовища, часу, інтенсивності виробничого навантаження, поведінкових факторів персоналу та стану обладнання. Його рівень може змінюватися навіть без формального перевищення критичних меж. Наприклад, температура зберігання холодного супу може не перевищувати +6 °C, але часті короткочасні коливання, поєднані з тривалим зберіганням та високою вологістю в цеху, формують кумулятивний ефект, який не відображається у бінарній логіці «норма/відхилення».

З позицій системного підходу ризик у ЗРІ доцільно розглядати як функцію взаємодії декількох змінних, що змінюються у часі та не є незалежними. У таких умовах використання лише порогового контролю окремих параметрів не дозволяє адекватно відобразити стан системи. Необхідною стає побудова інтегральної моделі, що враховує як амплітуду відхилення, так і його тривалість, частоту та контекст виробничого процесу [13, 14].

Для підвищення аналітичної чутливості системи НАССР необхідно перейти від статичної до адаптивної моделі, у якій ризик оцінюється безперервно, враховується взаємодія кількох контурів, здійснюється агрегування показників у кількісний індекс, забезпечується прогнозування наближення до критичного стану. Саме ця потреба зумовлює введення інтегрального цифрового індикатора ризику. Тому, у межах AI-НАССР ризик не може розглядатися як функція одного параметра, а є результатом багатофакторної взаємодії [15].

Саме тому доцільно використовувати інтегральну модель, що агрегує ключові компоненти ризику в єдину нормовану шкалу. До основи моделі покладено такі принципи:

- нормування показників для забезпечення їх відтворюваності;
- зважування складових відповідно до їх значущості;
- обмеження індексу в інтервалі [0;1] для зручності інтерпретації;
- можливість адаптації коефіцієнтів вагомості до специфіки процесу.

З огляду на багатофакторність ризику доцільним є використання інтегральної лінійної моделі з нормуванням показників до інтервалу [0;1], що забезпечує їх зіставність та можливість агрегування. Лінійна форма є початковою апроксимацією взаємодії чинників і дозволяє зберегти інтерпретованість результатів у практичних умовах ЗРІ [16]. Інтегральний цифровий індекс ризику DHRI визначається за формулою 1:

$$DHRI = \sum_{i=1}^n w_i D_i, \quad (1)$$

де  $D_i$  – нормований показник окремого чинника ризику;

$w_i$  – коефіцієнт вагомості ( $\sum w = 1$ );

$n$  – кількість урахованих факторів.

Для ЗРІ доцільно використовувати п'ятифакторну модель:

$$DHRI = w_T D_T + w_H D_H + w_t D_t + w_F D_F + w_L D_L \quad (2)$$

де  $D_T$  – температурний чинник;

$D_H$  – чинник вологості/мікроклімату;

$D_t$  – часовий чинник (тривалість перебування у зоні ризику);

$D_F$  – частотний чинник відхилень;

$D_L$  – людський чинник.

$$D_T = \min\left(1, \left| \frac{T - T_{crit}}{\Delta T_{max}} \right| \right) \quad (3)$$

де  $T$  – зафіксоване значення;

$T_{crit}$  – критична межа;

$\Delta T_{max}$  – максимально допустиме відхилення для нормування.

$$D_t = \min\left(1, \frac{t}{t_{max}}\right) \quad (4)$$

де  $t$  – сумарна тривалість перебування поза межами;

$t_{max}$  – порогове значення часу.

$$D_F = \min\left(1, \frac{F}{F_{max}}\right) \quad (5)$$

де  $F$  – кількість відхилень за період;

$F_{max}$  – критична частота.

$$D_L = \alpha P + \beta(1 - S) + \gamma M \quad (6)$$

де  $P$  – частка процедурних порушень;

$S$  – нормований бал тестування персоналу;

$M$  – частка прострочених медичних допусків;

$\alpha, \beta, \gamma$  – коефіцієнти значущості.

Особливістю моделі є можливість адаптації вагових коефіцієнтів залежно від типу продукції. Наприклад, для холодних супів вагомості температурного чинника зростає, для кремкових десертів підвищується значущість мікроклімату, для продукції з коротким терміном реалізації збільшується вага часової складової. Інтерпретація індексу:

$0 \leq DHRI < 0,3$  – контрольований стан

$0,3 \leq DHRI < 0,7$  – підвищений ризик

$DHRI \geq 0,7$  – високий ризик

Такий підхід дозволяє перейти від бінарного сприйняття ризику до градуйованої системи управління. Штучний інтелект у цій архітектурі виконує три функції: виявлення аномалій у часових рядах, прогнозування значення DHRI на основі трендів, оптимізація коефіцієнтів вагомості. Тобто система переходить від реактивної логіки до адаптивної.

Для демонстрації практичної реалізації запропонованої моделі розглянемо процес виготовлення холодного супу типу окрошка, яка в теплий період року широко представлена в меню ЗРІ України. Незалежно від рецептурних варіацій, ця страва характеризується відсутністю повторного термічного оброблення після змішування компонентів та реалізується у готовому до споживання вигляді, що обумовлює підвищений ризик виникнення небезпечних чинників.

Технологічний процес передбачає попереднє термічне оброблення окремих інгредієнтів (картопля, яйця, м'ясний компонент), охолодження, подрібнення, змішування з рідкою основою, зберігання за температури  $+2 \dots +6^\circ\text{C}$ , реалізацію протягом обмеженого терміну. Критичною контрольною точкою (ККТ) у цьому випадку є температура та час зберігання готового продукту. За відсутності статистики інцидентів для первинної апробації моделі прийнято рівні коефіцієнти вагомості чинників. За результатами цифрового моніторингу (за одну виробничу зміну) встановлено:

– критична межа температури зберігання:  $T_{crit} = +6^\circ\text{C}$ ;

– пікове значення температури:  $T_{peak} = +8^\circ\text{C}$ ;

– сумарна тривалість перебування температури вище критичної межі: 40 хв;

– кількість епізодів перевищення температури: 3;

– зафіксовано 1 випадок затримки внесення даних у журнал (нормована частка процедурних порушень  $P=0,1$ );

– середній бал тестування персоналу:  $S = 0,82$  (шкала  $0 \dots 1$ );

– критичних відхилень вологості не встановлено.

Порогові значення для нормування показників визначені експертним методом НАССР-групи на підставі аналізу небезпек та практики функціонування закладу:  $\Delta T_{max} = 4^\circ\text{C}$ ,  $t_{max} = 120$  хвилин,  $F_{max} = 5$  відхилень за зміну. За відсутності статистики інцидентів для первинної апробації моделі прийнято рівні коефіцієнти вагомості чинників  $w_i = 0,2$ .

Температурний чинник:

$$D_T = \frac{T_{peak} - T_{crit}}{T_{max}} = \frac{8 - 6}{4} = 0,5 \quad \text{Часовий чинник:}$$

$$D_t = \frac{40}{120} = 0,33$$

Частотний чинник:

$$D_F = \frac{3}{5} = 0,6$$

Людський чинник:

$$D_L = \alpha P + \beta(1 - S), \alpha = 0,4, \beta = 0,6$$

$$D_L = 0,4 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot (1 - 0,82) = 0,148$$

Людський чинник визначено як зважену суму процедурних порушень і рівня компетентності персоналу.

Чинник вологості (критичних відхилень вологості не зафіксовано):

$$D_H = 0$$

Інтегральний цифровий індекс ризику:

$$DHRI = 0,2D_T + 0,2D_H + 0,2D_I + 0,2D_F + 0,2D_L \quad (7)$$

$$DHRI = 0,2 \cdot 0,5 + 0 + 0,2 \cdot 0,33 + 0,2 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 0,148 \quad DHRI = 0,316$$

Отримане значення (0,316) відповідає зоні підвищеного контролю. Незважаючи на відсутність тривалого перевищення критичної межі температури, інтегральний показник відображає кумулятивний вплив короткочасних піків, їх повторюваності та внеску людського чинника. Це демонструє перевагу градуйованої моделі над бінарною логікою «відповідність/невідповідність», оскільки система дозволяє виявити тенденцію до зростання ризику до переходу процесу в критичний стан. Холодні супи характеризуються коротким строком реалізації та високою чутливістю до температурних коливань. Слід підкреслити, що в межах традиційної системи НАССР зазначені параметри не призвели б до формального визнання ситуації як критичної. Проте інтегральний показник виявив тенденцію до накопичення ризику, що у довгостроковій перспективі могло б призвести до мікробіологічної нестабільності продукції. Отже, запропонований підхід дозволяє виявляти приховані ризикові стани до моменту їх переходу у критичну фазу. На підставі отриманих даних було змінено організацію зберігання, зменшено обсяг одночасно відкритої продукції та переглянуто графік виробництва.

Роль ШІ полягає у виявленні тенденцій зростання частоти пікових температур, встановленні зв'язку між піками температури та годинами пікового навантаження, прогнозуванні ймовірності переходу DHRI у зону високого ризику протягом наступних змін. Таким чином, управління ризиком стає не реакцією на відхилення, а прогнозно-орієнтованим процесом.

Запропонована модель AI-НАССР не потребує повної зміни нормативної структури НАССР, а передбачає інтеграцію цифрових джерел даних у межах єдиної аналітичної моделі. Застосування інтегрального індексу ризику дозволяє стандартизувати оцінювання стану ККТ і процедур PRP, мінімізувати вплив суб'єктивної інтерпретації, забезпечити доказовість управлінських рішень, знизити ймовірність кумулятивних відхилень, оптимізувати використання ресурсів та зменшити втрати продукції.

Наукова новизна роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні можливості трансформації системи НАССР у ЗРІ шляхом формування багатоконтурної цифрової архітектури, уточненні поняття динамічного ризику для умов ресторанного виробництва та розробленні інтегрального цифрового індексу ризику як інструменту градуйованого управління станом системи безпечності.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Обґрунтовано доцільність трансформації процедурної моделі НАССР у закладах ресторанної індустрії в напрямі інтеграції цифрового моніторингу та кількісних методів оцінювання ризику. Запропоновано контурну архітектуру AI-НАССР, що поєднує виробничий, санітарний, матеріальний, кадровий та нормативний компоненти в єдину аналітичну систему. Уточнено поняття динамічного ризику для умов ЗРІ як результату взаємодії багатьох змінних факторів, що змінюються у часі. Розроблено інтегральний цифровий індекс ризику (DHRI), який забезпечує нормування різнорідних показників до інтервалу [0;1] та дозволяє реалізувати градуйовану систему управління. На прикладі виробництва літньої холодної страви продемонстровано можливість виявлення кумулятивних відхилень параметрів, які не фіксуються в межах бінарної логіки традиційного контролю. Запропонований підхід створює передумови для підвищення доказовості управлінських рішень та розвитку превентивної моделі менеджменту безпечності в закладах ресторанної індустрії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969) (Revised 2020). Annex: Hazard Analysis and Critical Control Point (НАССР) System and Guidelines for its Application / Codex Alimentarius Commission. Rome : FAO/WHO, 2020.
2. Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs.
3. Ellahi R. M., Wood L. C., Bekhit A. E.-D. A. Blockchain-based frameworks for food traceability: A systematic review. *Foods*. 2023. Vol. 12(16). Art. 3026. DOI: 10.3390/foods12163026.
4. Zhang Q., Lu Z., Liu Z., Li J., Chang M., Zuo M. Application of machine learning in food safety risk assessment. *Foods*. 2025. Vol. 14(23). Art. 4005. DOI: 10.3390/foods14234005.
5. ISO 22000:2018 Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain. Geneva : International Organization for Standardization, 2018.
6. Козлова К., Колеснікова М. Розробка елементів системи НАССР для впровадження в ресторані італійської кухні. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості : матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф.* 2019. С. 37–38.
7. Chen Y., Wang Y., Zhang Y., Wang X., Zhang C., Cheng N. Intelligent biosensors promise smarter solutions in Food Safety 4.0. *Foods*. 2024. Vol. 13(2). Art. 235. DOI: 10.3390/foods13020235.

8. Protopappas L., Bechtsis D., Tsotsolas N. IoT services for monitoring food supply chains. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15(13). Art. 7602. DOI: 10.3390/app15137602.
9. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР.
10. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР): Наказ Мінагрополітики України від 01.10.2012 № 590.
11. Bouzembrak Y., Klüche M., Gavai A., Marvin H. J. P. Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 94. P. 54–64. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.11.005
12. Колеснікова М. Б., Гринченко О. О., Юрченко С. Л., Андрєєва С. С., Черемська Т. В. Системне забезпечення харчової безпечності продукції закладів ресторанного господарства. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 4. С. 64–73.
13. Semercioz-Oduncuoglu A. S., Luning P. A. Industry 4.0 technologies in quality and safety control systems in food manufacturing: a systematic techno-managerial analysis on benefits and barriers. *Trends in Food Science & Technology*. 2025. Vol. 163. 105144. DOI: 10.1016/j.tifs.2025.105144.
14. Dadhaneeya H., Nema P. K., Arora V. K. Internet of Things in food processing and its potential in Industry 4.0 era: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2023. Vol. 139. 104109. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.07.006.
15. Marvin H. J. P., Bouzembrak Y., van der Fels-Klerx H. J., Kempenaar C., Tekinerdogan B. Digitalisation and Artificial Intelligence for sustainable food systems. *Trends in Food Science & Technology*. 2022. Vol. 120. P. 344–348. DOI: 10.1016/j.tifs.2022.01.020.
16. Membré J. M., Boué G. Quantitative microbiological risk assessment in food industry: theory and practical application. *Food Control*. 2018. Vol. 91. P. 321–329. DOI: 10.1016/j.foodcont.2018.04.015.

## REFERENCES

1. Codex Alimentarius Commission. (2020). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969) (Revised 2020). Annex: Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system and guidelines for its application*. FAO/WHO.
2. European Parliament and Council of the European Union. (2004, April 29). *Regulation (EC) No 853/2004 on the hygiene of foodstuffs*.
3. Ellahi, R. M., Wood, L. C., & Bekhit, A. E.-D. A. (2023). Blockchain-based frameworks for food traceability: A systematic review. *Foods*, 12(16), Article 3026. DOI: 10.3390/foods12163026.
4. Zhang, Q., Lu, Z., Liu, Z., Li, J., Chang, M., & Zuo, M. (2025). Application of machine learning in food safety risk assessment. *Foods*, 14(23), Article 4005. DOI: 10.3390/foods14234005.
5. International Organization for Standardization. (2018). *Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain* (ISO Standard No. 22000:2018).
6. Kozlova, K., & Kolesnikova, M. (2019). Rozrobka elementiv systemy NASSR dlia vprovadzhenia v restorani italiiskoi kuhni [Development of elements of the HACCP system for implementation in an Italian restaurant]. In *Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti: materialy V Mizhnar. nauk.-tekhn. konf.* (pp. 37–38). [in Ukrainian].
7. Chen, Y., Wang, Y., Zhang, Y., Wang, X., Zhang, C., & Cheng, N. (2024). Intelligent biosensors promise smarter solutions in Food Safety 4.0. *Foods*, 13(2), Article 235. DOI: 10.3390/foods13020235.
8. Protopappas, L., Bechtsis, D., & Tsotsolas, N. (2025). IoT services for monitoring food supply chains. *Applied Sciences*, 15(13), Article 7602. DOI: 10.3390/app15137602.
9. Law of Ukraine. (1997, December 23). *Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do bezpechnosti ta yakosti kharchovykh produktiv* [On the basic principles and requirements for the safety and quality of food products] (No. 771/97-VR). [in Ukrainian].
10. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2012, October 1). *Pro zatverdzhennia Vymoh shchodo rozrobky, vprovadzhenia ta zaostovuvannia postoiyno diuochykh protsedur, zasnovanykh na pryntsypakh Systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv (NASSR)* [On approval of requirements for the development, implementation and application of permanent procedures based on the principles of the Food Safety Management System (HACCP)] (Order No. 590). [in Ukrainian].
11. Bouzembrak, Y., Klüche, M., Gavai, A., & Marvin, H. J. P. (2019). Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 94, 54–64. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.11.005
12. Kolesnikova, M. B., Hrynchenko, O. O., Yurchenko, S. L., Andreieva, S. S., & Cheremaska, T. V. (2022). Systemne zabezpechennia kharchovoi bezpechnosti produktiv zakladiv restorannoho hospodarstva [Systemic ensuring of food safety of products of restaurant business establishments]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Tekhnichni nauky*, (4), 64–73. [in Ukrainian].
13. Semercioz-Oduncuoglu, A. S., & Luning, P. A. (2025). Industry 4.0 technologies in quality and safety control systems in food manufacturing: A systematic techno-managerial analysis on benefits and barriers. *Trends in Food Science & Technology*, 163, 105144. DOI: 10.1016/j.tifs.2025.105144.

14. Dadhaneeya, H., Nema, P. K., & Arora, V. K. (2023). Internet of Things in food processing and its potential in Industry 4.0 era: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 139, 104109. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.07.006.
15. Marvin, H. J. P., Bouzembrak, Y., van der Fels-Klerx, H. J., Kempenaar, C., & Tekinerdogan, B. (2022). Digitalisation and Artificial Intelligence for sustainable food systems. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 344–348. DOI: 10.1016/j.tifs.2022.01.020.
16. Membré, J. M., & Boué, G. (2018). Quantitative microbiological risk assessment in food industry: Theory and practical application. *Food Control*, 91, 321–329. DOI: 10.1016/j.foodcont.2018.04.015.

**M. Kolesnikova**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor; **T. Cheremskaya**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor; **S. Iurchenko**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor; **A. Kolesnyk**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor (State Biotechnological University). **Methodology for integrating artificial intelligence and digital monitoring tools into the food safety management system of restaurant industry establishments**

**Abstract.** The necessity of transforming the traditional HACCP model in restaurant industry establishments under conditions of increasing production process dynamism, product range variability, and the significant influence of the human factor is substantiated. It is shown that the current practice of HACCP implementation, based on documenting compliance with critical limits and maintaining records, does not ensure quantitative assessment of the cumulative impact of short-term and recurring deviations in technological parameters, which limits the analytical sensitivity of the system and its preventive potential.

The aim of the study is to develop methodological principles for integrating artificial intelligence tools and digital monitoring into the HACCP system through the transition from a binary control model to a graded risk assessment model. The methodological framework is based on HACCP principles, ISO 31000 risk-based management approaches, and the concept of risk-based thinking in food safety management systems.

The concept of AI-HACCP is proposed as an adaptive food safety management model based on a multi-contour digital architecture integrating production, material, sanitation, human factor, and regulatory domains. An integrated Digital Hazard Risk Index (DHRI) is developed to normalize, weight, and aggregate heterogeneous indicators into a unified scale, enabling real-time quantitative assessment of system performance and supporting evidence-based management.

It is demonstrated that continuous digital monitoring and analytical data processing allow the identification of hidden trends and cumulative risks not captured by the traditional binary “compliance/non-compliance” logic. The integration of artificial intelligence enables anomaly detection, risk forecasting, and optimization of decision-making. The proposed approach supports the transition from reactive to preventive food safety management in restaurant industry establishments.

**Key words:** HACCP, artificial intelligence, digital monitoring, restaurant industry establishments, risk management.

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

УДК 005.935.2:339:[656.13:629.052.4](477)  
DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-1-9>



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСТИТУЦІЙНИХ ЗМІН ТА МЕХАНІЗМІВ ЇХ ВРАХУВАННЯ В СИСТЕМІ ТОРГІВЛІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯМИ В УКРАЇНІ

Є. Є.Тарасенко, магістр  
ORCID ID: 0009-0002-5836-0837

І. Ю.Пилипенко, аспірант  
ORCID ID: 0009-0004-9026-4495

Л. С.Франко, кандидат економічних наук  
ORCID ID: 0000-0002-0597-1960

Н. С. Педченко, доктор економічних наук, професор  
ORCID ID: 0000-0001-5093-2453  
(Полтавський університет економіки і торгівлі)

**Анотація.** У статті досліджено інституційні зміни та механізми їх врахування в системі торгівлі електромобілями в Україні в умовах глобальної трансформації автомобільної індустрії, посилення геоекономічної конкуренції та розвитку політики декарбонізації. Метою дослідження є розкриття інституційних змін та механізмів їх врахування в системі торгівлі електромобілями в Україні.

Обґрунтовано актуальність розвитку ринку електромобілів для України в контексті євроінтеграції, післявоєнного відновлення економіки та зниження паливної залежності.

Проаналізовано наукові підходи до трактування сутності торгівлі електромобілями та визначено її як систему транснаціональних обмінних операцій із постачання електромобілів, комплектуючих, технологій і сервісних послуг. Встановлено, що сучасна система торгівлі електромобілями формується під впливом державної промислової політики, розвитку глобальних ланцюгів створення вартості, конкуренції за критичні мінерали та трансформації міжнародної торговельної системи.

У роботі узагальнено основні етапи розвитку торгівлі електромобілями, визначено їх ключові характеристики та інституційні особливості. Доведено, що сучасний етап розвитку ринку характеризується переходом від глобалізованої моделі до регіоналізованих виробничо-торговельних систем, посиленням протекціонізму, локалізацією виробництва та зростанням ролі державного регулювання.

Визначено, що для України ключовими напрямками адаптації до нових умов розвитку світового ринку електромобілів є вдосконалення нормативно-правового забезпечення, розвиток електрозарядної інфраструктури, стимулювання локалізації виробництва, підтримка імпорту доступних електромобілів та інтеграція до європейських виробничих і логістичних ланцюгів.

**Ключові слова:** система торгівлі, електромобілі, інституційні зміни, реформи, механізми, цифрова інфраструктура, етапи розвитку торгівлі, державне регулювання, технологічні інновації, зелена економіка, євроінтеграційні процеси, Україна.

**Постановка проблеми.** Сучасний розвиток ринку електромобілів відбувається під впливом масштабних інституційних трансформацій, пов'язаних із декарбонізацією економіки, зміною моделей торгівлі, формуванням нової промислової політики та стимулюванням екологічного транспорту. Для України питання розвитку системи торгівлі електромобілями набуває особливої актуальності в умовах євроінтеграції, післявоєнного відновлення економіки та необхідності зменшення паливної залежності.

Торгівля електромобілями є складною системою, що перебуває під впливом чинників трансформації сучасної глобальної та національної економіки, оскільки поєднує тенденції технологічних інновацій, екологізації транспортної сфери та лібералізації світових ринків. Її формування відбувалося поступово: від поодиноких

експериментальних поставок на початку розвитку електротранспорту до масштабних торговельних потоків, які нині визначають стратегічні пріоритети багатьох країн і корпорацій. Еволюція цієї системи зумовлена як прогресом у виробництві акумуляторних технологій, так і зміною споживчих переваг, посиленням державної підтримки та зростанням конкуренції між виробниками.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання державної підтримки підприємництва та інституційного забезпечення економічних трансформацій розглядаються у працях Н. С. Педченко, В. Ю. Стрілець, Л. С. Франко та інших дослідників, де автори визначають, що інтеграція України до європейського економічного простору потребує модернізації державної політики підтримки інноваційних секторів економіки, зокрема транспортної сфери та цифрової інфраструктури [2, 3, 4, 5].

Дослідники акцентують увагу на необхідності адаптації інституційного середовища до стандартів ЄС, що є важливим для розвитку ринку електромобілів.

Значна частина сучасних досліджень присвячена міжнародним аспектам торгівлі електромобілями та новим інструментам торговельної політики. У праці J. Edwards [6] аналізуються відмінності між торговельною політикою США та ЄС щодо китайських електромобілів. Подібні питання розглядає I. Khalid [9], який досліджує подвійний підхід ЄС до китайських електромобілів - одночасне застосування «зелених» субсидій та тарифних обмежень. У дослідженні Y. Jeong [9] аналізується вплив положень американського законодавства щодо «чистих транспортних засобів» на міжнародну торгівлю та норми міжнародного права. Глобальні тенденції розвитку електромобільного ринку відображені у звіті International Energy Agency «Global EV Outlook 2025» [6]. Проблеми залежності світового ринку від постачання критичних мінералів аналізуються у звіті IEA «With new export controls on critical minerals, supply concentration risks become reality» [8]. Схожі висновки містяться у дослідженні U.S. Energy Information Administration [14], де наголошується на домінуванні Китаю у глобальній торгівлі мінералами для акумуляторних батарей. Це свідчить про формування нової гео-економічної структури ринку електромобілів, у якій доступ до ресурсів стає ключовим чинником конкурентоспроможності.

Проблематику глобальної експансії китайських виробників електромобілів висвітлено у роботах I. Mazzocco (CSIS), M. Townsend [12] та J. Webster [18]. У звіті KPMG «Revving up for localization» (2025) обґрунтовується необхідність адаптації автомобільних компаній до нової моделі світової економіки, заснованої на локалізації виробництва, регіоналізації ланцюгів постачання та посиленні державного регулювання. Аналітичні матеріали WTO та Virta Global [17, 15] свідчать про зміну структури торгівлі електромобілями, зростання ролі азійських виробників та посилення конкуренції між провідними економічними центрами.

Таким чином, проведений огляд літератури дозволяє зробити висновок, що інституційні зміни у сфері торгівлі електромобілями формуються під впливом комплексу взаємопов'язаних факторів: державної політики стимулювання електротранспорту, євроінтеграційних процесів, цифровізації економіки, глобальної конкуренції, трансформації міжнародної торговельної системи та боротьби за контроль над критичними ресурсами. Для України ключовими завданнями залишаються вдосконалення нормативно-правового забезпечення ринку електромобілів, розвиток зарядної інфраструктури, стимулювання локалізації виробництва та адаптація національної системи торгівлі до сучасних міжнародних тенденцій.

**Формулювання цілей статті.** Метою дослідження є розкриття інституційних змін та механізмів їх врахування в системі торгівлі електромобілями в Україні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз сутності та історичного розвитку системи торгівлі електромобілями дає можливість виявити ключові фактори, що впливають на її динаміку, а також зрозуміти, як цей сегмент сприяє формуванню зеленої економіки та нової архітектури автомобільної промисловості.

У дослідженні проведено науковий аналіз тлумачень різними джерелами та авторами (таблиця 1) і на їх основі узагальнено розуміння торгівлі електромобілями як системи транснаціональних обмінних операцій із постачання електромобілів, комплектуючих до них, технологічних рішень та сервісних послуг, що здійснюються між країнами з метою задоволення попиту на екологічно чистий транспорт. Така система охоплює як торгівлю готовими електромобілями, так і переміщення компонентів високотехнологічних виробничих ланцюгів, що формують глобальну індустрію електротранспорту.

Система торгівлі електромобілями охоплює декілька профільних напрямів, серед яких:

- постачання готових електромобілів, що є основою товарних потоків;
- торгівля комплектуючими (тяговими батареями, електродвигунами, системами керування та програмним забезпеченням);
- торгівля критичними мінералами (літієм, кобальтом, нікелем і графітом, що є основою для виробництва акумуляторів);
- торгівля технологіями, патентами та інжиніринговими рішеннями, що сприяє трансферу інновацій між країнами;
- торгівля вживаними електромобілями та сервісними послугами з їх обслуговування.

Дослідження у сфері торгівлі електромобілями показують, що її контент сьогодні трансформується від звичайного товарообміну до складного геополітичного інструмента. Вебстер Дж. у матеріалі для Atlantic Council наголошує, що Європа опинилася перед «дилемою», балансує між потребою знижувати викиди та ризиками залежності від Китаю [18]. Його критичний аналіз підкреслює, що подвійне використання батарейних технологій перетворює торгівлю на питання безпеки, а не ринку. Аналіз IEA демонструє, що уряди вимушено переходять від вільної торгівлі до політики зниження ризиків, фактично легітимізуючи гео-економічні обмеження [8].

У звіті KPMG зазначається, що автомобільна індустрія входить у фазу «кінця глобалізації», а компанії повертають виробництво ближче до ринків збуту. Критичний аналіз цих висновків свідчить: регіоналізація не є тимчасовим трендом,

Таблиця 1

## Визначення поняття «торгівля електроавтомобілями» різними авторами

Джерело	Визначення сутності та ключові аспекти торгівлі
Дж. Вебстер [15]	Розглядає торгівлю електромобілями як геополітичну дилему. З одного боку, імпорт (китайських) авто необхідний для кліматичних цілей, з іншого – він створює комерційні ризики та загрози національній безпеці (збір даних, залежність у ланцюгах постачання).
TRENDS Research & Advisory [17]	Розглядає торгівлю через призму ніаршорінгу (nearshoring) та обходу тарифів. Інвестиції (наприклад, BYD у Туреччину) використовуються як інструмент для отримання доступу до ринків (ЄС) через угоди про вільну торгівлю, минаючи протекціоністські бар'єри.
Звіт за результатами дослідження ефективності застосування положень ЗУ [1]	У контексті України розглядає торгівлю як інструмент подолання паливної залежності, що стимулюється державою через податкові пільги (скасування ПДВ та мита). Ринок формується переважно імпортом вживаних авто через їхню доступність.
Халід І. [9]	Описує торгівлю як арену подвійних стандартів та «гонки субсидій». ЄС вводить тарифи проти китайського імпорту під приводом чесної конкуренції, водночас масивно субсидує власну зелену індустрію, що фактично є формою протекціонізму.
Мазокко І. [12]	Розглядає торгівлю як фактор промислової трансформації країн, що розвиваються. Китайський експорт змінює автомобільний сектор Глобального Півдня, змушуючи уряди обирати між захистом власного виробництва та доступом до дешевих зелених технологій.
U.S. Energy Information Administration [14]	Визначає сутність торгівлі через контроль над ланцюгами постачання мінералів. Китай домінує не лише у виробництві, а й у міжрегіональній торгівлі переробленими матеріалами (графіт, літій, кобальт), що є основою ринку ЕМ.

а перетворюється на структурний зсув, спричинений протекціонізмом найбільших економік світу [11]. За твердженням М. Таунсенда міжнародна торгівля фактично переходить у форму «торгівлі інвестиціями», де локалізація стає інструментом обходу бар'єрів, а не добровільним вибором [13].

На регуляторні конфлікти звертає увагу Й. Чжон, критикуючи положення американського Закону про зниження інфляції як такі, що порушують принципи СОТ і фактично дискримінують іноземних виробників. Його критичний аналіз доводить, що навіть екологічні стимули можуть перетворюватися на приховані тарифи [9]. Едвардс Дж. зі свого боку підкреслює, що США й ЄС користуються різними підходами: Вашингтон застосовує односторонні заходи, тоді як Європа маскує протекціонізм під антисубсидійні процедури [6]. Це узгоджується з тезою Імрана Халіда про подвійні стандарти ЄС, адже Брюссель водночас і вводить тарифи, і активно субсидує власні «зелені» виробництва [9]. Критичний аналіз цих матеріалів демонструє: регуляторне середовище стає ареною прихованої торговельної війни, що підриває принципи багатосторонньої системи.

Аналіз останніх досліджень вказує на суттєвий розрив між кліматичними амбіціями та реаліями глобальної геополітики. Це пояснюється тим, що для декарбонізації світ потребує доступних електромобілів, які здебільшого постачають китайські виробники. Попри це держави прагнуть зменшити стратегічну залежність від китайського виробництва, запроваджуючи нові бар'єри, що підвищує вартість переходу на електротранспорт. Такий контекст свідчить про формування моделі «керуваної торгівлі», де геополітика, протекціонізм та контроль над критичними ресурсами переважають над традиційними принципами глобалізації.

Світова торгівля електричними транспортними засобами та їх ключовими компонентами формується на перетині технологічних інновацій, державної промислової політики, енергетичної безпеки та посилення глобальної екологічної регуляції. Ринок демонструє не лише швидку експансію, а й глибоку структурну трансформацію, що проявляється у зміщенні центрів виробничої концентрації, перегрупованні ланцюгів доданої вартості та перегляді стратегій держав щодо контролю над критичними ресурсами.

Історично торгівля електромобілями бере свій початок наприкінці XIX століття, коли перші електромобілі виходили на ринки США та Європи. Проте активний розвиток ринку розпочався лише на початку XXI століття, завдяки поєднанню технологічних інновацій у сфері літій-іонних батарей, політики декарбонізації та зростаючого попиту на екологічно чистий транспорт. У 2010-х роках ключовим гравцем на міжнародних ринках стала компанія Tesla, яка започаткувала масштабні транскордонні поставки преміальних електромобілів [6].

Розпочинаючи з 2015 року домінуючу роль на ринку почав відігравати Китай, створивши повні виробничі ланцюги – від видобутку критичних мінералів до випуску готових електромобілів. Це забезпечило стрімке зростання експорту китайських електромобілів до Європи, Південної Кореї, Ізраїлю та інших країн [8].

У 2018–2020 роках торговельні війни США–Китай та глобальна невизначеність вплинули на структуру потоків, посиливши регіоналізацію ланцюгів постачання. Після пандемії COVID-19 міжнародна торгівля електромобілями увійшла у фазу експоненціального зростання, що продовжується й сьогодні (таблиця 2).

Огляд наукових підходів дозволяє виділити окремі етапи розвитку системи торгівлі електромобілями на основі врахуванням технологічних, економічних та інституційних змін. Серед них: рівень технологічної зрілості батарей та електродвигунів; трансформації державної політики стимулювання електротранспорту; розвиток глобальних ланцюгів створення вартості; обсяги інвестицій у виробництво та інфраструктуру заряджання; ступінь інтеграції держав у міжнародні торговельні угоди; а також зовнішньополітичні події, які впливають на логістику та тарифне регулювання. Саме комплексний вплив цих факторів визначив послідовні етапи формування та розвитку глобальної системи торгівлі електромобілями.

Таким чином, розвиток системи торгівлі електромобілями відбувається у формі багаторівневого процесу, де класичні закономірності глобальної та національної торгівлі трансформуються під

впливом конкуренції та вимог зеленої економіки (таблиця 3).

Для першого етапу розвитку ринку електротранспорту (ЕТЗ) характерним є використання тривалих державних субсидій та програм підтримки, що дозволили Китаю встановити стійке виробниче лідерство. Це призвело до концентрації більшості виробничих потужностей і критичних технологій у Східній Азії. Сьогодні Китай контролює понад 70% глобальних потужностей з виробництва літій-іонних батарей (основного компоненту електромобілів), а також абсолютну більшість у виробництві батарейних елементів (75%), анодних матеріалів (83%) та потужностях з переробки мінеральної сировини (85%), що зробило країну ключовим гравцем у глобальних ланцюгах постачання [6].

Історична динаміка ринку електромобілів засвідчує про перехід від нестабільності до швидкого зростання, спричиненого технологічним

Таблиця 2

## Реформи та інституційні зміни у системі торгівлі автомобілями

Рік	Подія	Опис
1979	Встановлення дипломатичних відносин між Китаєм і США	Початок стратегічного економічного співробітництва, що стало фундаментом подальшої інтеграції Китаю у світову економіку.
1994	Укладення Північноамериканської угоди про вільну торгівлю (NAFTA)	Символізувала пік гіперглобалізації та посилення економічної інтеграції США, Канади та Мексики.
2001	Вступ Китаю до Світової організації торгівлі (СОТ)	Відкрив Китаю доступ до світових ринків та прискорив глобальне перерозподілення виробничих ланцюгів у автомобільній індустрії.
2018	Запровадження тарифів урядом США	Призвело до відповідних тарифів з боку Китаю та ЄС і вплинуло на діяльність американських автовиробників.
2019	Підписання Угоди США–Мексика–Канада (USMCA), що замінила NAFTA	Запровадила нові правила для регіональних ланцюгів поставок і виробництва автомобілів.
2021	Вплив пандемії COVID-19 на виробничі та логістичні ланцюги	Викликав масштабні перебої та стимулював перехід індустрії до підвищення частки локальних поставок.
2022	Вторгнення росії в Україну	Спричинило нові порушення ланцюгів постачання та посилено прагнення держав до регіональної стійкості.
2023	Фінансування Міністерством енергетики США переходу до електромобілів	DOE виділило \$15,5 млрд на підтримку розвитку вітчизняного виробництва електромобілів та реалізацію Закону про зниження інфляції (IRA).

Джерело: складено на основі [11].

Таблиця 3

## Етапи розвитку торгівлі електромобілями

Етап	Характеристика	Ключові особливості
1. Етап становлення домінування та інтенсивної експансії	Початковий етап розвитку глобального ринку ЕТЗ характеризується різким прискоренням інтернаціоналізації та формуванням структурної асиметрії у ланцюгах створення вартості.	Роль державного стимулювання та домінування Китаю Високі темпи інтернаціоналізації торгівлі. Стратегічний контроль над критичними компонентами.
2. Етап структурної трансформації та адаптації до протекціоністського середовища (2025 рік)	Наступна фаза розвитку ринку зумовлена геополітичним загостренням, ескалацією торговельних суперечностей і впровадженням масштабних протекціоністських заходів.	Реакція на тарифний та регуляторний тиск. Локалізація виробничих систем. Розширення ринку вживаних ЕТЗ.
3. Етап формування регіональних виробничо-торговельних блоків (довгострокова перспектива – до 2030 року)	У довгостроковому періоді очікується трансформація глобальної архітектури торгівлі ЕТЗ від моделі глобальної взаємозалежності до регіоналізованої структури.	Формування триполярної ринкової конфігурації. Посилення конкуренції за сировинну базу та midstream-сектор.

Джерело: складено на основі [6].

прогресом, посиленням екологічних стандартів та державною підтримкою. У 2020 році пандемія COVID-19 спричинила тимчасове падіння продажів автомобілів, але саме цей рік став основою для активного розвитку сектору: світові продажі електромобілів зросли на 43% порівняно з 2019 роком, а частка ЕТЗ на ринку досягла рекордних 4,6% [15]. У 2021 році обсяги продажів зросли й досягли 6,75 млн одиниць, а у 2022 році реалізація перевищила 10 млн одиниць, що збільшило світовий парк електротранспорту до 26 млн. У 2023 році на фоні глобальних програм декарбонізації та стимулів продажі досягли близько 14 млн одиниць, а парк електромобілів сягнув 40 млн, що підтверджує системне зміцнення ринку та його важливу роль у трансформації транспортного сектору [15].

Для другого етапу характерним є запровадження нових індустріальних політик з метою зменшення залежності від імпортованих компонентів, стимулювання локалізації виробництва та відновлення стратегічної автономії. Виробники, включно з китайськими корпораціями, такими як BYD, адаптували бізнес-моделі, створюючи регіональні виробничі кластери в Європі, Мексиці та інших ключових регіонах, що дозволяє зменшити тарифні ризики, логістичні витрати та політичну невизначеність [13].

У розвинутих країнах різке старіння електроавтомобілів очікується зростання транскордонної торгівлі вживаними електромобілями, що особливо важливо для країн, що розвиваються, включно з Україною.

Для третього етапу характерним є трансформація глобальної торгівлі електромобілями: від єдиної моделі взаємозалежності до регіоналізованої структури (прогнозується триполярний поділ ринку, де Китай матиме близько 49% частки, ЄС – 27%, а США – 14%) [14].

Зростання попиту на батареї, що є характерним для етапу формування регіональних виробничо-торговельних блоків (довгострокова перспектива – до 2030 року), спричинить загострення конкуренції за критичні мінерали, технології переробки та проміжні елементи виробництва.

Поширення нетарифних бар'єрів, вимоги до ESG-стандартів, обліку вуглецевого сліду та прозорості видобутку сировини створюватимуть додаткові перешкоди доступу до ринків [8].

За даними Міжнародного енергетичного агентства, світовий експорт електромобілів зріс з 500 тис. одиниць у 2017 році до понад 5,8 млн у 2023 році, а провідними експортерами стали Китай (понад 35% світового експорту), ЄС (переважно Німеччина та Франція) і Південна Корея. Найбільшими імпортерами є країни ЄС, Велика Британія, Норвегія, Ізраїль, Канада та Австралія. Частка електромобілів у світовій торгівлі автотранспортом перевищила 23%, що свідчить про структурні зміни на міжнародних ринках [8].

**Висновки із зазначених проблем.** Еволюція системи торгівлі електромобілями демонструє поступовий перехід від глобалізованої моделі, орієнтованої на цінову конкурентоспроможність, забезпечену державними субсидіями, до регіоналізованих ланцюгів постачання. У нових умовах доступ до ринків регулюється складними тарифними, нетарифними та геоекономічними механізмами, а стратегічна боротьба зосереджується навколо контролю над критично важливими ресурсами та технологічними потужностями. Це визначатиме конфігурацію світового ринку електротранспорту в найближчі десятиліття.

Торгівля електромобілями постає як багаторівнева та динамічна система, розвиток якої визначається поєднанням технологічних інновацій, політики декарбонізації та структурних змін у глобальному автопрому. Хоч ринок розвивався нерівномірно, з початку 2010-х років чітко простежується прискорення процесів формування глобальних виробничих ланцюгів і посилення міжнародної конкуренції. Сучасний етап відзначається стрімким зростанням світових торговельних потоків, домінуванням Китаю, активізацією ЄС у сфері регуляторної політики та поступовою регіоналізацією ланцюгів постачання. Таким чином, торгівля електромобілями стає одним із ключових факторів формування нової глобальної та національної економіки екологічних технологій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіт за результатами дослідження ефективності застосування положень Закону України «Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів» від 24 лютого 2023 року No2956-IX. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2956-20#Text>
2. Педченко Н. С., Стрілець В. Ю., Франко Л. С. Міжнародний досвід державної підтримки діджиталізації малого та середнього підприємництва : монографія. Полтава : ПУЕТ, 2022. 141 с. URL : <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/14102>
3. Педченко Н. С., Стрілець В. Ю., Яріш О. В., Сокіл А. А., Муха М. Ю. Державна підтримка відновлення малого підприємництва в Україні у післявоєнний період: галузевий аспект. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент»*. 2023. № 57. С. 37-47. DOI <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2023-57-5>

4. Педченко Н.С., Стрілець В. Ю. Державна підтримка розвитку малого підприємництва в умовах євроінтеграційних процесів України : монографія. Полтава : ПУЕТ, 2022. 250 с. URL : <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/11897>
5. Педченко Н.С., Стрілець В.Ю., Франко Л.С. Макроконкурентна парадигма інноваційного розвитку національної економіки. *Наукові перспективи*. 2022. №1(19). С. 351-360. URL : <http://perspectives.pp.ua/index.php/np/article/view/1019>
6. Edwards J. What the tariffs on Chinese electric vehicles tell us about the differences in EU and U.S. trade policy. *The Fletcher Forum of World Affairs*. 2025. URL: <https://www.fletcherforum.org/home/07/22/what-chinese-ev-tariffs-tell-us>
7. *Global EV Outlook 2025*. International Energy Agency. 2025. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/0aa4762f-c1cb-4495-987a-25945d6de5e8/GlobalEVOutlook2025.pdf>
8. IEA. With new export controls on critical minerals, supply concentration risks become reality. *International Energy Agency*. 2025. URL: <https://www.iea.org/commentaries/with-new-export-controls-on-critical-minerals-supply-concentration-risks-become-reality>
9. Jeong Y. One Year of the Clean Vehicle Provisions: International Law and Trade. *Emory International Law Review*. 2025. № 39, Issue 2. URL: <https://scholarlycommons.law.emory.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1360&context=eilr>
10. Khalid I. The EU's Dual Approach: Green Subsidies and Tariffs on China EVs. *Foreign Policy In Focus*. 2024. URL: <https://fpif.org/the-eus-dual-approach-green-subsidies-and-tariffs-on-china-evs/>
11. KPMG. Revving up for localization: How automotive companies should adapt to the new world order. 2025. URL: <https://kpmg.com/kpmg-us/content/dam/kpmg/pdf/2025/navigating-future-of-localization-automotive-1.pdf>
12. Mazzocco I. Electric Vehicles, China, and the Industrial Strategies Reshaping Mobility in Emerging Economies. URL : <https://www.csis.org/analysis/electric-vehicles-china-and-industrial-strategies-reshaping-mobility-emerging-economies>
13. Townsend M. China's BYD Races Ahead With New Plants In Emerging Markets. *Global Finance Magazine*. 2024. URL: <https://gfmag.com/economics-policy-regulation/china-byd-global-expansion-new-plants-emerging-markets/>
14. U.S. Energy Information Administration. China dominates global trade of battery minerals. 2025. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=65305>
15. Virta Global. Global Electric Vehicle Market. 2025. URL: <https://www.virta.global/global-electric-vehicle-market>
16. Which Countries Globally Receive Tesla Exports from Gigafactory Shanghai? *ALSETTE*. 2025. URL: <https://alsettevs.com/which-countries-globally-receive-tesla-exports-from-gigafactory-shanghai/>
17. WTO. Trade data reveal changing patterns in electric vehicles market. URL : [https://www.wto.org/english/blogs\\_e/data\\_blog\\_e/blog\\_dta\\_14may24\\_e.htm#:~:text=Figure%20%20suggests%20that%20some,free](https://www.wto.org/english/blogs_e/data_blog_e/blog_dta_14may24_e.htm#:~:text=Figure%20%20suggests%20that%20some,free)
18. Webster J. As Chinese EVs threaten to overrun Europe, Germany should ramp up supply-chain investment. *Atlantic Council*. 2025. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/as-chinese-evs-threaten-to-overrun-europe-germany-should-ramp-up-supply-chain-investment/>

## REFERENCES

1. *Zvit za rezultatamy doslidzhennia efektyvnosti zastosuvannya polozhen Zakonu Ukrainy «Pro deiaki pytannia vykorystannia transportnykh zasobiv, osnashchenykh elektrychnymy dvyhunamy...»* [Report on the results of the study of the effectiveness of the application of the provisions of the Law of Ukraine "On certain issues of the use of vehicles equipped with electric motors..." No. 2956-IX]. (2023). Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2956-20#Text>
2. Pedchenko, N. S., Strilets, V. Yu., & Franko, L. S. (2022). *Mizhnarodnyi dosvid derzhavnoi pidtrymky didzhytalizatsii maloho ta serednyoho pidpriemnytstva* [International experience of state support for digitalization of small and medium enterprises]: Monograph. PUET. <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/14102>
3. Pedchenko, N. S., Strilets, V. Yu., Yarish, O. V., Sokil, A. A., & Mukha, M. Yu. (2023). Derzhavna pidtrymka vidnovlennia maloho pidpriemnytstva v Ukraini u pislivoienni period: haluzevyi aspekt [State support for the restoration of small business in Ukraine in the post-war period: sectoral aspect]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: «Ekonomika i menedzhment»*, (57), 37–47. <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2023-57-5>
4. Pedchenko, N. S., & Strilets, V. Yu. (2022). *Derzhavna pidtrymka rozvytku maloho pidpriemnytstva v umovakh yevrointehratsiinykh protsesiv Ukrainy* [State support for the development of small business in the conditions of European integration processes of Ukraine]: Monograph. PUET. <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/11897>
5. Pedchenko, N. S., Strilets, V. Yu., & Franko, L. S. (2022). Makrokonkurentna paradyhma innovatsiinoho rozvytku natsionalnoi ekonomiky [Macro-competitive paradigm of innovative development of the national economy]. *Naukovi perspektyvy*, 1(19), 351–360. <http://perspectives.pp.ua/index.php/np/article/view/1019>
6. Edwards, J. (2025). What the tariffs on Chinese electric vehicles tell us about the differences in EU and U.S. trade policy. *The Fletcher Forum of World Affairs*. <https://www.fletcherforum.org/home/07/22/what-chinese-ev-tariffs-tell-us>
7. *Global EV Outlook 2025*. (2025). *International Energy Agency*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/0aa4762f-c1cb-4495-987a-25945d6de5e8/GlobalEVOutlook2025.pdf>
8. IEA. (2025). With new export controls on critical minerals, supply concentration risks become reality. *International Energy Agency*. <https://www.iea.org/commentaries/with-new-export-controls-on-critical-minerals-supply-concentration-risks-become-reality>
9. Jeong, Y. (2025). One Year of the Clean Vehicle Provisions: International Law and Trade. *Emory International Law Review*, 39(2). <https://scholarlycommons.law.emory.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1360&context=eilr>

10. Khalid, I. (2024). The EU's Dual Approach: Green Subsidies and Tariffs on China EVs. *Foreign Policy In Focus*. <https://fpif.org/the-eus-dual-approach-green-subsidies-and-tariffs-on-china-evs/>
11. KPMG. (2025). *Revving up for localization: How automotive companies should adapt to the new world order*. <https://kpmg.com/kpmg-us/content/dam/kpmg/pdf/2025/navigating-future-of-localization-automotive-1.pdf>
12. Mazzocco, I. (2024). *Electric Vehicles, China, and the Industrial Strategies Reshaping Mobility in Emerging Economies*. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/electric-vehicles-china-and-industrial-strategies-reshaping-mobility-emerging-economies>
13. Townsend, M. (2024). China's BYD Races Ahead With New Plants In Emerging Markets. *Global Finance Magazine*. <https://gfmag.com/economics-policy-regulation/china-byd-global-expansion-new-plants-emerging-markets/>
14. U.S. Energy Information Administration. (2025). *China dominates global trade of battery minerals*. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=65305>
15. Virta Global. (2025). *Global Electric Vehicle Market*. <https://www.virta.global/global-electric-vehicle-market>
16. Which Countries Globally Receive Tesla Exports from Gigafactory Shanghai? (2025). *ALSETTE*. <https://alsettevs.com/which-countries-globally-receive-tesla-exports-from-gigafactory-shanghai/>
17. WTO. (2024). *Trade data reveal changing patterns in electric vehicles market*. [https://www.wto.org/english/blogs\\_e/data\\_blog\\_e/blog\\_dta\\_14may24\\_e.htm](https://www.wto.org/english/blogs_e/data_blog_e/blog_dta_14may24_e.htm)
18. Webster, J. (2025). As Chinese EVs threaten to overrun Europe, Germany should ramp up supply-chain investment. *Atlantic Council*. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/as-chinese-evs-threaten-to-overrun-europe-germany-should-ramp-up-supply-chain-investment/>

**Ye. Tarasenko, Master; I. Pylypenko, PhD Candidate, L. Franko, PhD, N. Pedchenko, Doctor of Economics (Poltava University of Economics and Trade). Research on institutional changes and mechanisms for their consideration in the electric vehicle trade system in Ukraine**

**Abstract.** The article examines institutional changes and mechanisms for their consideration in the system of electric vehicle trade in Ukraine in the context of the global transformation of the automotive industry, increased geoeconomic competition and the development of decarbonization policy. The aim of the study is to reveal institutional changes and mechanisms for their consideration in the system of electric vehicle trade in Ukraine. The relevance of the development of the electric vehicle market for Ukraine in the context of European integration, post-war economic recovery and reduction of fuel dependence is substantiated. Scientific approaches to interpreting the essence of electric vehicle trade are analyzed and it is defined as a system of transnational exchange operations for the supply of electric vehicles, components, technologies and services. It is established that the modern system of electric vehicle trade is formed under the influence of state industrial policy, the development of global value chains, competition for critical minerals and the transformation of the international trading system. The paper summarizes the main stages of the development of electric vehicle trade, identifies their key characteristics and institutional features. It is proven that the current stage of market development is characterized by the transition from a globalized model to regionalized production and trade systems, increased protectionism, localization of production and an increasing role of state regulation. It is determined that for Ukraine, the key areas of adaptation to the new conditions for the development of the global electric vehicle market are improving regulatory support, developing electric charging infrastructure, stimulating production localization, supporting the import of affordable electric vehicles and integrating into European production and logistics chains.

**Key words:** trading system, electric vehicles, institutional changes, reforms, mechanisms, digital infrastructure, stages of trade development, state regulation, technological innovations, green economy, European integration processes, Ukraine.

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026



## АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІКРИ ІМІТОВАНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕСКРИПТИВНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ

**Н. О. ОФІЛЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
ORCID ID: 000-0002-9537-6304

**О. О. ГОРЯЧОВА**, кандидат технічних наук  
ORCID ID: 0000-0002-0424-4198

(Полтавський університет економіки і торгівлі)

**Анотація.** У представлений роботі проведено комплексне дослідження споживних властивостей імітованої харчової продукції, яка позиціонується на вітчизняному ринку як альтернатива натуральній ікрі лососевих риб. Предметом дослідження виступили органолептичні та фізико-хімічні показники якості імітованої ікри провідних вітчизняних виробників, що широко представлена в роздрібній торговельній мережі України.

Актуальність роботи обумовлена стрімким зростанням попиту на імітовані морепродукти через їх доступну вартість та необхідністю об'єктивного оцінювання їхньої відповідності заявленим характеристикам і нормативним вимогам. Метою дослідження стало вивчення якісних параметрів та споживних властивостей імітованої ікри із застосуванням сучасних методів аналізу: стандартних лабораторних методик та профільного дескриптивного методу сенсорного оцінювання.

Результати проведених досліджень дозволили встановити, що рецептурний склад зразків імітованої ікри різних виробників базується на використанні дозволених харчових добавок, стабілізаторів та екстрактів морських водоростей (альгінатна технологія), що свідчить про безпечність продукції для здоров'я споживачів. Проте детальний аналіз показників якості із застосуванням дескриптивного методу (побудова профілограм) виявив суттєві відмінності у споживній цінності товарів. Найвищі бальні оцінки за сенсорними характеристиками отримав зразок виробництва ТМ *Vomond*. Даний продукт продемонстрував найкращі показники за параметрами «зовнішній вигляд» (рівномірність зерен, відсутність деформацій), «консистенція» (ефект лускання оболонки) та «смак», що робить його найбільш наближеним до натуральної ікри лососевих риб за сприйняттям споживача.

Водночас у ході фізико-хімічних випробувань було виявлено низку критичних невідповідностей. Зокрема, встановлено, що більшість зразків імітованої ікри не відповідають вимогам чинних нормативних документів за показником масової частки вологи, що вказує на порушення технологічних регламентів або рецептурних пропорцій під час виробництва.

**Ключові слова:** ікра імітована, органолептичні показники якості, фізико-хімічні показники якості, дескриптивний метод, масова частка вологи, масова частка загальної золи.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

Імітована ікра має кілька переваг, завдяки яким вона користується високим попитом. Така ікра має доступну вартість, однорідний вигляд, однаковий розмір і колір ікринок, може імітувати червону, чорну ікру або мати додаткові смаки. Термін зберігання імітованої ікри тривалий, її легко намазувати, вона добре тримає форму на канапках і в закусках. Ця ікра безпечна, бо не містить рибної ікри, тому підходить людям з алергією на рибні продукти (за умови відсутності алергії на складники) й може слугувати альтернативою натуральній ікрі, хоча поступається їй за харчовою цінністю. Імітована ікра є альтернативним продуктом для вегетаріанців, бо часто виготовляється на основі рослинних компонентів (агар, альгінати).

Водночас варто пам'ятати, що імітована ікра поступається натуральній за харчовою цінністю (менше білків, омега-3), тому її розглядають радше як декоративний і смаковий продукт.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Науковими дослідженнями з цього питання

займалися вчені: Thaís Moron Machado, Yara Aiko Tabata, Neuza Sumico Takahashi, Luiz Miguel Casarini, Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva та Marcelo Barbosa Henriques тощо [1–10].

**Формування цілей статті.** Метою даної роботи було вивчення споживних властивостей ікри імітованої з використанням дескриптивного (профільного) методу, а також науково-практичне обґрунтування введення в раціон вегетаріанців заміників ікри. Застосування профільного методу дало змогу наочно встановити відхилення показників якості імітованої ікри різних виробників.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Завдяки доступній ціні і гарним зберіганням без втрати якості ікра імітована має достатньо високу споживчу привабливість. Така ікра зручна у використанні та має широкий асортимент за кольором і смаковими характеристиками. Але при всіх цих привабливих факторах така ікра має задовільні органолептичні показники якості, такі як смак, запах та консистенція.

З врахуванням військового стану, що призвів до погіршення фінансових можливостей громадян

України, а також зростання психічних та емоціональних навантажень у зв'язку з цим, проблема збалансованого харчування в нашій державі стала ще більш актуальною. Імітована ікра на сьогодні забезпечує споживчу привабливість як альтернатива натуральній ікри.

Найбільшого розповсюдження серед імітованої ікри отримала ікра імітована зі смаком лососевих видів риб. Виробництвом ікри імітованої в Україні на сьогодні займається небагато виробництв, але основині з них це:

1. ПП «СВ-ІМПЕКС КО» / 100% Ікорно – займається виробництвом капсульованої (імітаційної) ікри нового покоління з повним контролем якості на виробничій базі в Україні.

2. Виробництво «Vomond» – приватне підприємство, що виготовляє імітовану ікру (червону та чорну) та інші рибні продукти, реалізуючи їх через українські торгові мережі.

3. ТМ «Рибанов» (виробник – ТОВ «Ново-Водолагський олійно-жировий завод») – в Україні виготовляє імітовану ікру червоного та чорного кольору в скляних банках.

4. Caps Food Systems – український виробник імітованої ікри зі смаком осетрової (sturgeon) за власними технологіями.

5. ІкраОпт та інші постачальники – онлайн-платформи/торгівельні бренди, що пропонують українську імітовану ікру під різними торговими марками.

В Україні виробництво імітованої ікри розміщено на підприємствах харчової промисловості, де для цього є відповідні технологічні лінії та сертифіковані виробничі цехи і воно не прив'язано до певних регіональних особливостей, сировинних можливостей чи споживчих вподобань населення.

Основною сировиною для виробництва імітованої ікри є бульйон з лососевих видів риб та гелеутворювальні речовини та харчові добавки, такі як альгінати натрію або агар-агар (для формування ікринок), а також рослинні олії або жири (для надання смакових і текстурних властивостей), харчові барвники (для імітації кольору натуральної ікри), ароматизатори та смакові добавки (для відтворення смаку рибної ікри), кухонна сіль, за потреби – консерванти для подовження терміну зберігання.

У деяких рецептурах додатково використовують рибні гідролізати або екстракти, однак класична імітована ікра не містить справжньої рибної ікри.

Імітована ікра може мати обмежену користь, однак не є повноцінним замінником натуральної ікри: залежно від рецептури вона може містити окремі мінеральні речовини, бути низькокалорійною, не містити або містити мінімальну кількість холестерину та підходити для споживачів, які не вживають рибні продукти, водночас її харчова цінність є низькою через відсутність повноцінних

білків і омега-3 жирних кислот, а наявність харчових добавок зумовлює доцільність помірному споживання.

Для оцінки якості ікри імітованої нами були взяті два зразки, які за рецептурним складом схожі, але різних виробників:

1. Ікра імітована зерниста червона «Лосось» виробництва ТМ Vomond Склад: вода питна, сіль кухонна, загущувач мальтодекстрин, олія соняшникова, загущувач карбоксиметилцелюлози натрієва сіль, , стабілізатори кальцій хлористий ,альгінат натрію, ароматизатори «Ікра», «Рибної ікри», жир харчовий з риби, барвники бета каротин, екстракт карміну, консерванти бензоат натрію, сорбат калію, підсилювач смаку та аромату глутамат натрію, регулятор кислотності лимонна кислота. Вага 325 г.

Ікра імітована «Лосось» – оригінальний продукт, який в точності нагадує справжню ікру своїм зовнішнім виглядом і смаковими якостями. Такий делікатес містить цілий комплекс корисних речовин – мінералів і вітамінів. Ікра імітована «Лосось» має ледь вловимий аромат моря і риби, і дуже приємний смак. При легкому натисканні язиком її оболонка лопається. Зерна ікри добре відокремлюються одна від одної. І при подачі з ложки на стіл падають характерною гіркою, зберігаючи свою форму. Вони не розтікаються і не сповзають.

2. Ікра імітована зі смаком Кижуча виробництва CAPS FOOD.

Склад: бульйон рибний (вода питна, сировина рибна з лососевих видів риб), сіль кухонна, олія соняшникова рафінована дезодорована, жир лососевий, омега-3 риб'ячий жир, цукор білий, желюючий агент (альгінат натрію), загущувачі (камедь целюлозна, каррагінан), крохмаль кукурудзяний модифікований, стабілізатор (хлорид кальцію харчовий), ароматизатори («Ікра червона», «Тріска»), барвники (сироп цукровий карамелізований, аннато), регулятор кислотності (кислота лимонна), консервант (бензоат натрію). Вага 250 г.

Імітована ікра від Caps Food Systems – це доступна альтернатива натуральній ікри, виготовлена на основі рибного бульйону (з додаванням м'яса лососевих), рослинних олій, загусників (альгінат натрію, камедь) та натуральних барвників, що імітують смак та колір лосося, осетра, кети, кижуча та ін. Вона збагачена Омега-3, вітамінами та має приємний смак, ідеальна для бутербродів, салатів, паштетів, представлена в зручних упаковках дой-пак та вагових форматах.

Термін придатності – 6 місяців.

Умови зберігання – від 2 °С до 6 °С

Предметом дослідження були якісні характеристики (органолептичні, фізико-хімічні показники) вище зазначеної продукції, а також оцінка продукції за допомогою дискриптивного методу.

Обидва зразки ікри імітованої були упаковані в упакування дой-пак. На пакуванні містилась назва продукту, масу, юридичну адресу і адресу потужностей виробника, склад продукту, енергетичну і поживну цінність, умови зберігання та штрих-код. Нормативний документ, за яким виготовлено ці продукти не зазначено.

В Україні специфічного окремого державного стандарту (ДСТУ), який би регламентував саме виробництво імітованої ікри як окремого виду продукції, наразі не встановлено у загальнодержавних Переліках чинних стандартів (тобто у складі затверджених національних стандартів України окремого стандарту саме для «імітаційної ікри» немає). Нормативні документи зазвичай регламентують вимоги до харчових продуктів загалом (групи продуктів), але для нових видів продукції, як імітована ікра, виробники розробляють власні технічні умови (ТУ) та рецептурну й технологічну документацію на основі загальних вимог щодо безпеки та маркування харчових продуктів. Але обидва ці продукти не зазначили ТУ, за яким виготовлено продукт.

При цьому на виробництві імітованої ікри система безпечності НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) також часто застосовується для контролю критичних показників безпечності в технологічному процесі.

Основними є такі нормативні акти:

1. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» – визначає обов'язкові вимоги до безпечності сировини, технологічних процесів, готової продукції та відповідальність виробника.

2. Система НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – обов'язкова для харчових підприємств і використовується для контролю критичних точок під час виробництва імітованої ікри.

3. ДСТУ та технічні регламенти, що стосуються харчових добавок – регламентують допустимість і норми використання альгінатів, барвників, ароматизаторів, консервантів.

4. Вимоги до маркування харчових продуктів – встановлюють порядок зазначення складу, харчової цінності, терміну придатності, умов зберігання та назви продукту (з обов'язковим зазначенням, що ікра є імітованою).

5. Технічні умови (ТУ) підприємства – розробляються виробником для конкретного продукту та визначають рецептуру, технологію виготовлення і показники якості.

Але жодного з перерахованих документів також не зазначено на продуктах, що є невірно і не відповідає Законам України.

Так як на упакування не зазначено нормативного документа, то нами було вирішено проводити дослідження з порівнянням ікри імітованої з ікрою натуральною згідно ДСТУ ДСТУ

8096:2015 «Ікра риб пробійна. Солоня. Технічні вимоги» для встановлення найбільшої подібності до ікри лососевих риб.

Органолептичну і фізико-хімічну оцінку якості було проведено згідно ДСТУ 8096:2015 в лабораторіях Полтавського університету економіки і торгівлі.

Органолептично в запропонованих продуктах оцінили смак, запах, зовнішній вигляд, консистенцію, наявність сторонніх домішок. Із фізико-хімічних показників визначили масову частку вологи і загальної золи.

Для дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників використовувались загальноприйняті методи, передбачені державними стандартами. Балова оцінка якості ікри імітованої проводилась за ДСТУ ISO 4121 : 2010.

Результати дослідження подано в таблиці 1.

Подана таблиця дозволяє провести детальний порівняльний аналіз органолептичних і фізико-хімічних показників натуральної солонної ікри (згідно з ДСТУ 8096:2015) та імітованої ікри різних виробників.

Згідно з вимогами ДСТУ 8096:2015, натуральна ікра за органолептичними показниками повинна складатися з ікринок одного виду риб, мати однорідний колір, бути чистою, без механічних домішок і згустків крові. Консистенція характеризується пружністю та розбористістю, що свідчить про цілісність оболонки ікринок і правильний режим посолу.

Імітована ікра ТМ Vomond і CAPS FOOD за зовнішнім виглядом і консистенцією успішно відтворює споживчі властивості натуральної ікри: ікринки (або кульки) мають однорідну форму та розмір, пружну оболонку, яка лопається під час споживання, що створює сенсорний ефект, подібний до натуральної ікри. Разом з тим, їхня железна структура та водянистий вміст чітко вказують на штучне походження продукту.

За показниками смаку та запаху обидва зразки імітованої ікри відповідають вимогам безпечності (відсутність сторонніх запахів і присмаків), проте формування смаку досягається використанням рибних бульйонів та ароматизаторів, а не природним складом ікри. Сторонні домішки у досліджуваних зразках не виявлені, що свідчить про належний рівень виробничого контролю.

Порівняння фізико-хімічних показників демонструє суттєві відмінності між натуральною та імітованою ікрою. Відповідно до ДСТУ 8096:2015, масова частка вологи в ікрі лососевих не повинна перевищувати 60–65 %, що забезпечує характерну щільну консистенцію та високу харчову цінність продукту.

У зразку імітованої ікри ТМ Vomond вміст вологи становить  $75,2 \pm 1,2$  %, що істотно перевищує нормативні значення для натуральної ікри.

Таблиця 1

## Оранолептична і фізико-хімічна оцінка якості ікри імітованої різних виробників

Показник	Згідно ДСТУ 8096:2015	Ікра імітована виробництва ТМ Vomond	Ікра імітована виробництва CAPS FOOD
Зовнішній вигляд	Ікра одного виду риб, однорідного кольору. Ікринки чисті, цілі, без згустків крові	Ікринки округлої форми, однорідні за розміром та кольором. Колір від світложовтого до темножовтого. Ікринки чисті, цілі.	Кульки за кольором нагадують натуральну ікру (червону, золотисту) і мають приблизно однаковий розмір.
Консистенція	Ікринки пружні, з дещо вологою поверхнею, розбористі	Структура міцна, але ніжна оболонка, що легко лопається при споживанні, з водянистим вмістом всередині, що створює приємні відчуття, як у натуральній ікри. Ікринки добре відокремлюються одна від одної, не злипаються та не деформуються	Текстура пружня, желеїні кульки, які «лопають», виділяючи смак.
Запах	Приємний, властивий даному виду продукту, без стороннього запаху	Властивий ікрі імітованій, відсутній різкий запах риби	Властивий, без різкого рибного запаху
Смак	Приємний, властивий ікрі даного виду, без стороннього присмаку	Властивий ікрі імітованій	Імітує смак лосося завдяки рибному бульйону та ароматизаторам.
Сторонні домішки	Не дозволено.	Не виявлено	Сторонніх домішок не виявлено.
Масова частка вологи	<b>не більше 60–65 %</b>	75,2±1,2	86,4±0,8
Масова частка загальної золи	2,5–4,5 %	3,7±0,2	2,7±0,4

Ще вищий показник зафіксовано для імітованої ікри CAPS FOOD –  $86,4 \pm 0,8$  %, що зумовлює більш виражену желеподібну консистенцію та нижчу концентрацію поживних речовин. Таким чином, імітована ікра характеризується значно меншою часткою сухих речовин порівняно з натуральною.

Масова частка загальної золи для імітованої ікри ТМ Vomond ( $3,7 \pm 0,2$  %) і CAPS FOOD ( $2,7 \pm 0,4$  %) знаходиться в межах, встановлених ДСТУ 8096:2015 ( $2,5$ – $4,5$  %), що свідчить про допустимий рівень мінеральних речовин і кухонної солі. Однак у даному випадку мінеральний склад формується переважно за рахунок доданої солі та харчових добавок, а не природних компонентів ікри.

Загалом результати аналізу підтверджують, що імітована ікра обох виробників не відповідає вимогам ДСТУ 8096:2015 за фізико-хімічними показниками, насамперед за вмістом вологи, оскільки цей стандарт призначений для натуральної солоні ікри. Водночас за органолептичними характеристиками імітована ікра наближається до натуральної, що забезпечує її споживчу привабливість.

Отже, імітовану ікру доцільно розглядати як окрему товарну групу, яка повинна оцінюватися за власними технічними умовами виробника, а не за стандартами, встановленими для натуральної рибної ікри.

Використання описового методу оцінки імітованої ікри почалось із вибору дескрипторів за показниками: консистенція, зовнішній вигляд та смак. При цьому враховувались можливі

відхилення ікри імітованої в цих показниках, бо порівняння з натуральною ікрою не є зовсім доречним, так як продукт штучно виготовлений. Другим етапом була побудова профілограм.

Сенсорні показники продукту було декомпоновано на окремі дескриптори, інтенсивність яких оцінювали за п'ятибальною шкалою: 5 балів – показник якості повністю відповідає вимогам нормативного документа і характеризується дуже високою інтенсивністю; 4 бали – висока інтенсивність; 3 бали – помірна інтенсивність із відхиленням від норми; 2 бали – слабка інтенсивність; 1 бал – ознака ледь відчутна; 0 балів – ознака відсутня.

Для зовнішнього вигляду ікри імітованої було запропоновано 5 показників: ікринки округлої форми, однорідні; ікринки округлі, але дещо відрізняються за розміром; ікринки не округлі, але однакові за розміром; ікринки не округлі і різні за розміром; ікринки не тримають форму, розплющені із витеклим вмістом.

Для консистенції: ікринки пружні, з дещо вологою поверхнею, розбірні; ікринки дуже пружні і дещо сухі для продукту, легко розбираються; ікринки не пружні і легко лопаються при розбиранні; ікринки частково мають лопнутий вміст, але легко відділяються одна від одної; однорідна консистенція ікри імітованої без відділення ікринки одна від одної, із лопнувшим вмістом.

Для смаку: приємний властивий ікрі лосося; має рибний присмак; має інтенсивний смак рибного бульйону; безсмаковий; прогірклий присмак (непритаманний).

Всі складові були оцінені як негативні так і позитивні:

Для зовнішнього вигляду:

– позитивні: ікринки округлої форми, однорідні; ікринки округлі, але дещо відрізняються за розміром;

– негативні: ікринки не округлі і різні за розміром; ікринки не тримають форму, розплющені із витеклим вмістом.

Для консистенції:

– позитивні: ікринки пружні, з дещо вологою поверхнею, розбірні; ікринки дуже пружні і дещо сухі для продукту, легко розбираються.

– негативні: ікринки частково мають лопнутий вміст, але легко відділяються одна від одної; однорідна консистенція ікри імітованої без відділення ікринок одна від одної, із лопнувшим вмістом.

Для смаку:

– позитивні: приємний властивий ікри лосося; має рибний присмак;

– негативні: безсмаковий; прогірклий присмак (непритаманний).

Результати аналізу зовнішнього вигляду ікри імітованої різних виробників наведено на рисунку 1. Кращим за цим показником виявився зразок ікри імітованої виробництва ТМ Vomond, бо мав всі ікринки однакової округлої форми, які мали яскравожовтий колір, розмір ікринок 5 мм, вологі, гарно відділяються одна від одної. На відміну від ікри імітованої виробництва CAPS FOOD, яка за зовнішнім виглядом дещо відрізнялась від натуральної, бо мала щільні ікринки, пружні, сухіші із дещо меншим діаметром (до 3 мм), ікра виробництва ТМ Vomond взагалі не відрізнялась від натуральної. Перше враження при огляді ікри імітованої ТМ Vomond було наче перед очима ікра натуральна лосося.

При побудові профілограми консистенції ікри імітованої різних виробників більшу кількість балів отримала консистенція пружна з дещо вологою поверхнею. Наближення до нульової мітки мав показник «консистенція однорідна, рідка, із лопнувшим вмістом ікринок». Слід відмітити, що обидва зразки майже не відрізнялись за консистенцією (рис. 2). Слід зазначити, що ікра імітована виробництва ТМ Vomond мала міцну, але ніжна оболонку, що легко лопалась при споживанні, з водянистим вмістом всередині, що створювала присмні відчуття, як у натуральної ікри, а ікра виробництва CAPS FOOD мала досить пружну текстуру, де ікринки лопались важко, що знизило бали за показник консистенція.

Ікринки при цьому добре відокремлювались одна від одної, не злипались та не деформувались в обох зразках.

Смакові властивості ікри імітованої дегустаторам сподобались, але всі відмітили смак ікри імітованої виробництва ТМ Vomond, хоча вона була не ідеально схожа на смак натуральної ікри з лососевих риб, але досить близька (рис. 3).

Ікра імітована виробництва CAPS FOOD мала сильний інтенсивний присмак рибного бульйону, що говорить про те, що основним інгредієнтом при її виготовленні був саме бульйон із лососевих риб. Достатньо сильно відчувався смак желатину, з якого виготовлені ікринки імітованої ікри, але це також основна складова рецептури і вона зазначена на маркуванні.

Обидва види ікри імітованої мали достатньо виражений смак, але менш схожою на ікру натуральну з лососевих риб була ікра імітована виробництва CAPS FOOD. Прогірклий смак не відчувався в усіх дослідних зразках, що свідчить про свіжість продукту.

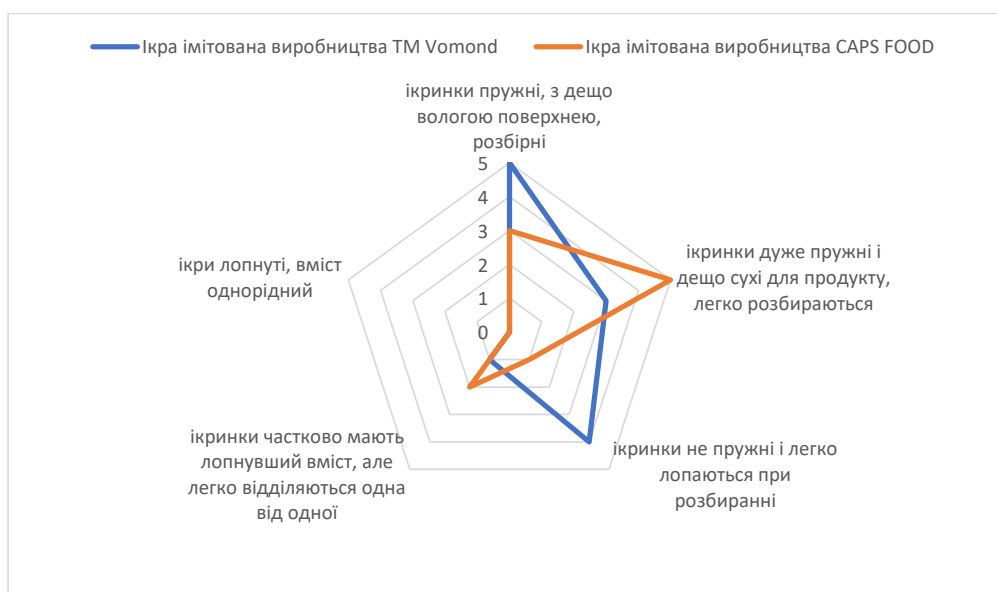


Рис.1 Профілограма зовнішнього вигляду ікри імітованої різних виробників

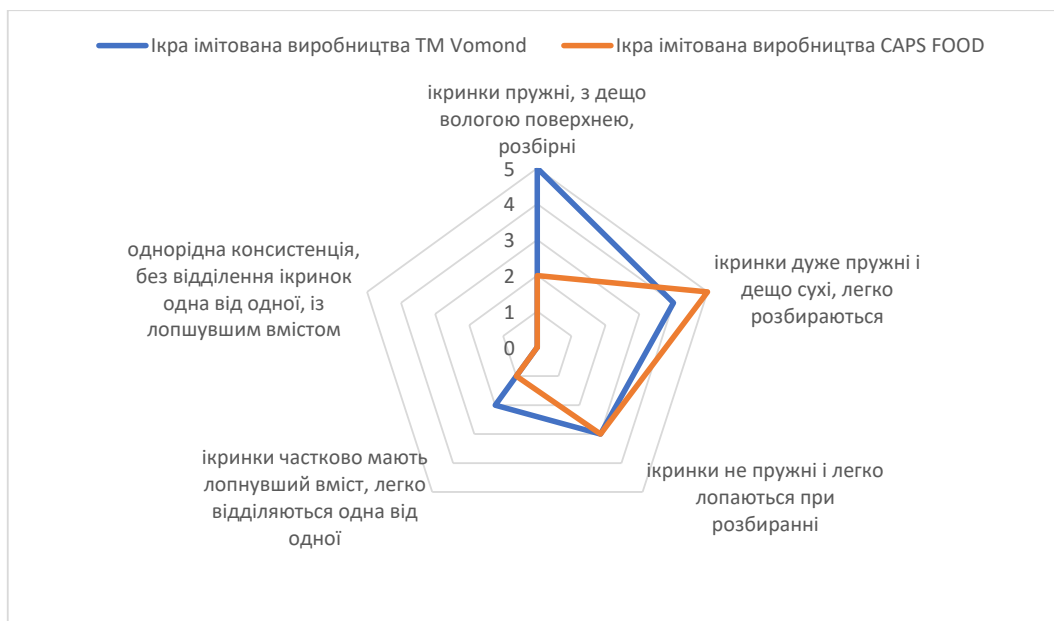


Рис. 2. Профілограма консистенції ікри імітованої різних виробників

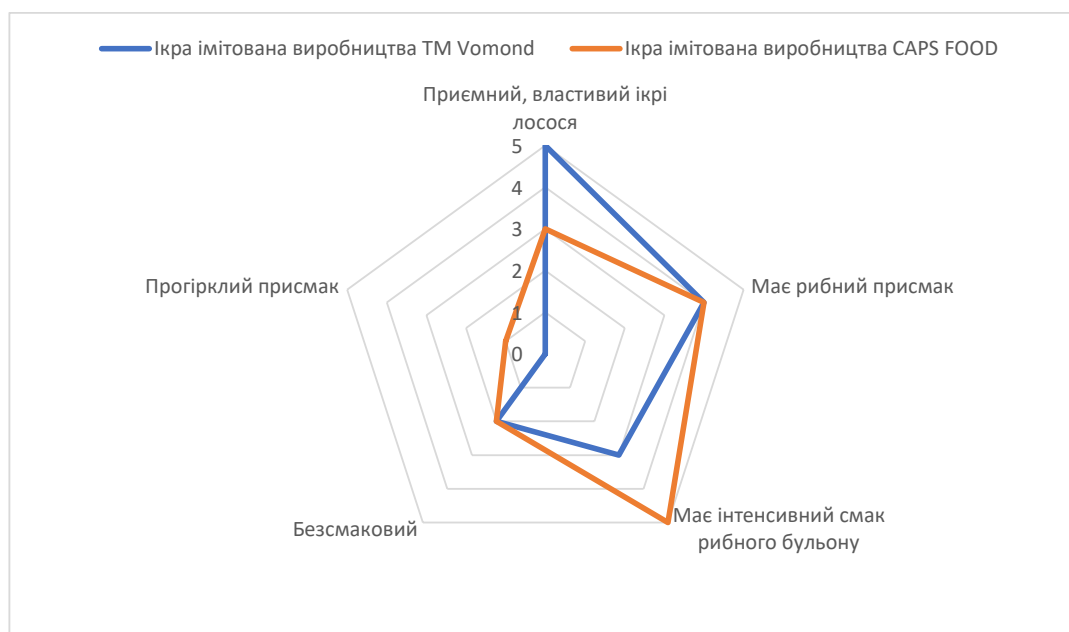


Рис. 3. Профілограма смаку ікри імітованої різних виробників

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Дослідження показали, що рецептурний склад ікри імітованої різних виробників є безпечним для споживачів, тому така ікра може бути чудовим заміником ікри натуральної і споживатись не лише споживачами традиційного харчування, а й вегетаріанцями.

Аналіз показників якості ікри імітованої з використанням дескриптивного методу оцінки показав, що кращим виявився продукт виробництва ТМ

TM Vomond як за зовнішнім виглядом, так і за консистенцією і смаком, бо мала достатньо схожий смак і вигляд натуральної ікри з лососевих видів риб.

Рекомендовано виготовляти імітовану ікру за власними ТУ виробника з обов'язковим дотриманням загальнодержавних вимог щодо безпечності, якості та маркування харчових продуктів. Це дасть можливість підприємствам встановити стандарти якості на ікру імітовану, а споживачеві орієнтуватись у органолептичних показниках якості і захистити себе від фальсифікації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.º 25 de 2 de junho de 2011. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de pescado e seus derivados. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 2011.
2. Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) / F. Caprino et al. *Analytica Chimica Acta*. 2008. Vol. 6, no. 17. P. 139–147.
3. Castilhos M. B. M., Del Bianchi V. L. Caracterização físico-química e sensorial de vinhos brancos da região noroeste de São Paulo. *Holos Environment*. 2011. Vol. 4. P. 148–158.
4. Farias M. C. A., Freitas J. A. Qualidade microbiológica de pescado beneficiado em indústrias paraenses. *Instituto Adolfo Lutz*. 2008. Vol. 67, no. 2. P. 113–117.
5. Ferreira F. A., Carbonera N., Santo M. L. P. E. Influência do teor de NaCl no caviar à base de ovas de tainha (*Mugil platanus*). *Instituto Adolfo Lutz*. 2011. Vol. 70, no. 1. P. 35–40.
6. The effect of extrinsic product attributes of pineapple juice on consumer intention to purchase / F. D. B. A. Finco et al. *Journal of Food & Agribusiness Marketing*. 2010. Vol. 22. P. 125–142.
7. Liem D. G., Miremadi F., Keast R. S. J. Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients*. 2011. Vol. 3, no. 6. P. 694–711.
8. Mol S., Turam S. Comparison of proximate, fatty acid and amino acid compositions of various types of fish roes. *International Journal of Food Properties*. 2008. Vol. 11, no. 3. P. 669–677.
9. Osório J. C. S., Osório M. T. M., Sañudo C. Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2009. Vol. 38. P. 292–300.
10. Silva F. V. M., Gibbs P. A. Non-proteolytic *Clostridium botulinum* spore in low-acid cold-distributed foods and design of pasteurization processes. *Trends in Food Science & Technology*. 2010. Vol. 21, no. 2. P. 95–105.

## REFERENCES

1. Brasil. (2011). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.º 25 de 2 de junho de 2011. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de pescado e seus derivados. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
2. Caprino, F., Moretti, V. M., Bellagamba, F., Turchini, G. M., Busetto, M. L., Giani, I., ... Pazzaglia, M. (2008). Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Analytica Chimica Acta*, 6(17), 139-147.
3. Castilhos, M. B. M., & Del Bianchi, V. L. (2011) Caracterização físico-química e sensorial de vinhos brancos da região noroeste de São Paulo. *Holos Environment*, 4, 148-158.
4. Farias, M. C. A., & Freitas, J. A. (2008) Qualidade microbiológica de pescado beneficiado em indústrias paraenses. *Instituto Adolfo Lutz*, 67(2), 113-117.
5. Ferreira, F. A., Carbonera, N., & Santo, M. L. P. E. (2011). Influência do teor de NaCl no caviar à base de ovas de tainha (*Mugil platanus*). *Instituto Adolfo Lutz*, 70(1), 35-40.
6. Finco, F. D. B. A., Deliza, R., Rosenthal, A., & Silva, C. H. O. (2010). The effect of extrinsic product attributes of pineapple juice on consumer intention to purchase. *Journal of Food & Agribusiness Marketing*, 22, 125-142.
7. Liem, D. G., Miremadi, F., & Keast, R. S. J. (2011). Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients*, 3(6), 694-711.
8. Mol, S., & Turam, S. (2008). Comparison of proximate, fatty acid and amino acid compositions of various types of fish roes. *International Journal of Food Properties*, 11(3), 669-677.
9. Osório, J. C. S., Osório, M. T. M., & Sañudo, C. (2009). Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 292-300.
10. Silva, F. V. M., & Gibbs, P. A. (2010). Non-proteolytic *Clostridium botulinum* spore in low-acid cold-distributed foods and design of pasteurization processes. *Trends in Food Science & Technology*, 21(2), 95-105.

**N. Ofilenko**, PhD, Associate Professor; **O. Goryacova**, PhD, Associate Professor (Poltava University of Economics and Trade). **Analysis of quality indicators of simulated caviar using a descriptive evaluation method**

**Abstract.** The subject of the study was the organoleptic and physicochemical quality indicators of imitation caviar produced by domestic manufacturers. The aim of the research was to investigate the consumer properties of imitation caviar using standard analytical methods and the descriptive sensory evaluation method.

The research results demonstrated that the formulation composition of imitation caviar from different manufacturers is safe for consumers. The analysis of quality indicators using the descriptive method showed that the product manufactured by TM *Vomond* exhibited the best sensory characteristics, distinguished by superior appearance, texture, and taste, and was the closest to natural caviar from salmonid fish species. At the same time, the assessment of physicochemical parameters revealed that imitation caviar does not meet the requirements of regulatory documents in terms of moisture content.

In addition, the consumer packaging of the studied samples does not indicate the regulatory document according to which the products were manufactured.

**Key words:** imitation caviar, organoleptic quality indicators, physicochemical quality indicators, descriptive method, moisture content, total ash content.

Дата першого надходження статті до видання: 21.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

## НОТАТКИ

**НАУКОВИЙ ВІСНИК  
ПОЛТАВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ**

**Серія «Технічні науки»**

**Випуск 1, 2026**

Українською та англійською мовами

Відповідальний редактор: *І. Чудеснова*

Технічний редактор: *Н. Кузнєцова*

Дата розміщення онлайн: 18.05.2026. Дата друку: 25.05.2026.

Формат 60×84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 9,53. Замовлення № 0526/426.

Наклад 100 прим.

Надруковано: Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1

Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.