

ISSN 2522-1221 (Print)
ISSN 2522-123X (Online)

ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО
ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

Збірник наукових праць

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ВИПУСК 46

ЛЬВІВ
ВИДАВНИЦТВО ЛЬВІВСЬКОГО
ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
2026

Вісник Львівського торговельно-економічного університету / [ред. кол.: Пелик Л.В., Мережко Н.В., Донцова І.В. та ін.]. – Львів : Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2026. – Вип. 46. – 134 с. – (Технічні науки).

Збірник наукових праць

Випуск 46

Вісник Львівської комерційної академії. Серія товарознавча перейменовано у Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки.

Згідно Наказу МОН України № 928 від 11.06.2026 року (додаток 10) Вісник включено до Переліку наукових фахових видань України категорії "Б", спеціальності: G2 Технології захисту навколишнього середовища, G13 Харчові технології, G15 Технології легкої промисловості.

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 2512 від 08.08.2024 року. Ідентифікатор медіа: R30-04401.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Львівський торговельно-економічний університет (вул. Туган-Барановського, буд. 10, м. Львів, 79005, lute@lute.lviv.ua, тел. (032) 275-65-50).

Періодичність: 4 рази на рік.

Мова видання: українська, англійська, польська.

Друкується за ухвалою Вченої ради Львівського торговельно-економічного університету. Протокол засідання Ради № 2 від 31 серпня 2026 року.

Редакційна колегія:

Сарібскова Юлія Георгіївна, доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного сектору, Херсонський національний технічний університет, Україна (головний редактор)

Бодак Михайло Петрович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю, Львівський торговельно-економічний університет, Україна

Василечко Володимир Орестович, кандидат хімічних наук, доцент, старший науковий співробітник, професор кафедри харчових технологій, Львівський торговельно-економічний університет, Україна

Галавська Людмила Євгеніївна, доктор технічних наук, професор, начальник науково-дослідної частини, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

Мережко Ніна Василівна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри товарознавства та митної справи, Державний торговельно-економічний університет, Україна

Микитин Олег Зеновійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри зовнішньоекономічної та митної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Миколайчик Збігнєв, доктор габілітований, завідувач кафедри трикотажних технологій та текстильних машин, Лодзька Політехніка, Польща

Новосад Зоряна Гориславівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук, прикладної та вищої математики, Львівський торговельно-економічний університет, Україна

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

Хазяпару Віолета, доктор філософії, доцент, декан факультету економіки, права та адміністративних наук, Університет Джордж Баковія, Румунія

Відповідальний за випуск – д.е.н., проф. Семак Б. Б.

Видання індексується у наукометричних базах:

Ulrich's Periodicals, Index Copernicus, Google Scholar, World Cat

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

DOI: 10.36477/2522-1221

DOI: 10.36477/2522-1221-2026-46

Електронна версія: <http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech>



ЗМІСТ

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Бойко Г. А., Бабюк О. Ю., Случинський Є. О.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ І СВІТЛОВИХ РЕЖИМІВ
НА ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ.....7

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗРОБКИ ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Гарист А. В.

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ WI-FI МЕРЕЖ
У ЩІЛЬНОМУ РАДІОЕЛЕКТРОННОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....15

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Бобошко Ю. О.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОРТІВ ВІНОГРАДУ РІВІ ЯК ІНСТРУМЕНТУ
АДАПТИВНОГО ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВИНОРОБНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ..... 21

Божок О. С.

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ АНТИОКСИДАНТІВ НА СТАБІЛЬНІСТЬ КОЛЬОРУ
КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРУКТОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ....30

Бужанська М. В.

МОЛЕКУЛЯРНА ГАСТРОНОМІЯ ПИВА ЯК ІНТЕГРАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ
ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПІДХОДІВ У СУЧАСНЕ КУЛІНАРНЕ МИСТЕЦТВО..... 38

Голембовська Н. В., Баль-Прилипка Л. В., Ізраєлян В. М.

ВПЛИВ НАТУРАЛЬНОГО БАРВНИКА НА СЕНСОРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
РИБНИХ КОВБАС.....47

Дударєв І. М., Мороз І. А., Каракулько О. В.

РОЗРОБЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ СМУЗИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХНІХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ..57

Калугіна І. М., Колесніченко С. Л.

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЕКТУВАННЯ СУЧАСНИХ ТИПІВ ЗАКЛАДІВ
РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА З МОДЕЛЮВАННЯМ В AUTOCAD.....66

Притульська Н. В., Верхівкер Я. Г., Омельченко С. В.

СВІТОВИЙ РИНОК М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ:
СТАН, ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ.....76

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Біленька І. Р., Лазаренко Н. А., Кашиканю М. А.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ
У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ
ТЕХНОЛОГІЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ 91

Синенко Т. П., Науменко Т. А., Кісіль Д. О., Боковець С. П.

ГАРМОНІЗАЦІЯ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ БДЖОЛИНОГО МЕДУ:
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНИХ, ЄВРОПЕЙСЬКИХ
І МІЖНАРОДНИХ НОРМАТИВІВ.....102

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЕРТИЗИ,
РЕГУЛЮВАННЯ ТА БЕЗПЕКИ ГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ**

Нагурський О. А., Марфутін А. Б.

АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РАДОНУ У ВИРОБНИЦТВІ ТРОТУАРНОЇ БРУКІВКИ.....118

Сибірний А. В., Решетило Л. І., Сибірна Р. І.

СУДОВО-ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА ПІДАКЦИЗНИХ ТОВАРІВ

У СУЧАСНИХ УМОВАХ.....125

CONTENTS

CHALLENGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF LIGHT INDUSTRY

Boiko G. A., Babyuk O. Yu., Sluchinsky E. O.

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT REGIMES ON THE QUALITY
OF INDUSTRIAL HEMP.....7

PERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF HARDWARE AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Haryst A. V.

IMPROVING THE PERFORMANCE AND IMMUNITY OF WI-FI NETWORKS
IN A DENSE RADIO ELECTRONIC ENVIRONMENT.....15

MODERN DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF FOOD TECHNOLOGY

Boboshko Yu. O.

PROSPECTS FOR THE USE OF PIWI GRAPE VARIETIES AS A TOOL FOR THE ADAPTIVE
AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE UKRAINIAN WINE INDUSTRY..... 21

Bozhok O. S.

INFLUENCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS ON THE COLOR STABILITY
OF CONFECTIONERY PRODUCTS CONTAINING FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS.....30

Buzhanska M. V.

MOLECULAR GASTRONOMY OF BEER AS AN INTEGRATION
OF BIOTECHNOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL APPROACHES
INTO MODERN CULINARY ART.....38

Holembovska N. V., Bal-Prylypko L. V., Israeli V. M.

THE EFFECT OF NATURAL COLORANT ON THE SENSORY CHARACTERISTICS
OF FISH SAUSAGES..... 47

Dudarev I. M., Moroz I. A., Karakulko O. V.

DEVELOPMENT OF COMBINED SMOOTHIES AND EVALUATION OF THEIR PROPERTIES.....57

Kalugina I. I., Kolesnichenko S. L.

PROSPECTS OF DESIGNING MODERN TYPES OF RESTAURANT ESTABLISHMENTS
WITH MODELIZATION IN AUTOCAD..... 66

Prytul'ska N. V., Verkhivker Ya. G., Omelchenko S. V.

GLOBAL CANNED MEAT MARKET: STATE, MAIN DEVELOPMENT TRENDS 76

CHALLENGES AND PROSPECTS OF THE SYSTEM OF FOOD QUALITY CONTROL

Bilenka I. R., Lazarenko N. A., Kashkano M. A.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF PRODUCT AND SERVICE QUALITY MANAGEMENT
IN RESTAURANT ESTABLISHMENTS IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION
OF FUNCTIONAL FOOD TECHNOLOGIES 91

Sylenko T. P., Naumenko T. A., Kisil D. O., Bokovets S. P.

HARMONIZATION OF HONEY QUALITY AND SAFETY REQUIREMENTS:
A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL, EUROPEAN AND INTERNATIONAL
REGULATORY FRAMEWORKS.....102

**MODERN CHALLENGES OF EXPERT EXAMINATION,
REGULATION AND SECURITY OF ECONOMIC SYSTEMS**

Nahursky O. A., Marfutin A. B.

LIFE CYCLE ANALYSIS OF RADON IN THE MANUFACTURE OF PAVING STONES.....118

Sybirny A. V., Reshetylo L. I., Sybirna R. I.

FORENSIC-COMMODITY EXPERTISE OF EXCISE GOODS IN MODERN CONDITIONS.....125

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 633.522:631.5:551.5

Бойко Г. А.,

galina_boyko_86@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8773-5525>,

Researcher ID: ABA-6427-2020

д.т.н, доцент, професор кафедри товарознавства,

стандартизації та сертифікації,

Херсонський національний технічний університет м. Хмельницький

Бабюк О. Ю.,

aleha-d@ukr.net, ORCID 0009-0003-4999-4990

аспірант кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

Случинський Є. О.,

jen.sluch@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9895-1455>

аспірант кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ І СВІТЛОВИХ РЕЖИМІВ НА ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ

Анотація. У статті досліджено вплив температурних і світлових режимів на ріст, розвиток та формування якості технічних конопель. Встановлено, що температурні умови є одним із ключових факторів, які визначають інтенсивність проростання насіння, динаміку росту стебел і процеси накопичення волокна. Оптимальна температура для проростання становить +8...+10 °С, тоді як найбільш інтенсивний ріст рослин спостерігається за середньодобових температур +18...+25 °С. Водночас перевищення температури понад +30 °С у період активної вегетації призводить до прискореного одерев'яніння тканин, зростання вмісту лігніну, зменшення кількості пектинових речовин та погіршення технологічних властивостей трести. Обґрунтовано значення фотоперіодичного фактора як визначального регулятора переходу рослин до генеративної фази. Показано, що технічні коноплі належать до культур короткого дня, однак за умов довгого світлового періоду (16–17 годин) забезпечується інтенсивний вегетативний ріст, формування високих стебел і підвищення врожайності волокна. Скорочення тривалості світлового дня до менше ніж 14 годин спричиняє передчасне цвітіння, зменшення біомаси та погіршення фізико-механічних характеристик трести. Проаналізовано вплив температурно-вологісних умов на процес вилежування стебел, який є визначальним етапом формування трести. Встановлено, що оптимальне поєднання температури (+15...+25 °С) та періодичного зволоження забезпечує рівномірний розвиток мікрофлори і якісне руйнування пектинових зв'язків. Запропоновано комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу абіотичних стресів, зокрема добір адаптованих сортів, оптимізацію строків сівби, регулювання густоти посіву, зрошення та раціональне живлення рослин. Реалізація запропонованих підходів сприяє підвищенню врожайності та покращенню якості волокнистої продукції технічних конопель.

Ключові слова: технічні коноплі, треста, температура, фотоперіод, врожайність, волокно, кліматичні фактори, якість продукції.

Boiko G. A.,

galina_boyko_86@ukr.net,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8773-5525>, Researcher ID: ABA-6427-2020

Doctor of Sciences (Technical), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science, Standardization and Certification

Kherson National Technical University, Khmelnytskyi

ORCID: 0000-0001-8773-5525

Babyuk O. Yu.,

aleha-d@ukr.net, ORCID 0009-0003-4999-4990

Postgraduate student of the Department of Commodity Science, Standardization and Certification

Kherson National Technical University, Khmelnytskyi

Sluchinsky E. O.,

jen.sluch@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9895-1455>

Postgraduate student of the Department of Commodity Science, Standardization and Certification,

Kherson National Technical University, Khmelnytskyi

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT REGIMES ON THE QUALITY OF INDUSTRIAL HEMP

Abstract. The article investigates the influence of temperature and light regimes on the growth, development, and quality formation of industrial hemp. It has been established that temperature conditions are among the key factors determining seed germination intensity, stem growth dynamics, and fiber accumulation processes. The optimal temperature for germination is $+8...+10^{\circ}\text{C}$, while the most intensive plant growth is observed at average daily temperatures of $+18...+25^{\circ}\text{C}$. At the same time, temperatures exceeding $+30^{\circ}\text{C}$ during the active vegetation period lead to accelerated lignification of tissues, increased lignin content, reduced pectin substances, and deterioration of the technological properties of retted fiber (hemp retting material). The significance of the photoperiodic factor as a determining regulator of the transition to the generative phase has been substantiated. It is shown that industrial hemp belongs to short-day crops; however, under long daylight conditions (16–17 hours), intensive vegetative growth is ensured, leading to the formation of tall stems and increased fiber yield. A reduction in day length to less than 14 hours causes premature flowering, decreased biomass, and deterioration of the physical and mechanical properties of retted material. The influence of temperature and moisture conditions on the retting process, which is a crucial stage in fiber formation, has been analyzed. It has been determined that an optimal combination of temperature ($+15...+25^{\circ}\text{C}$) and periodic moistening ensures uniform microflora development and effective degradation of pectin bonds. A set of agrotechnical measures aimed at minimizing the negative impact of abiotic stresses is proposed, including the selection of adapted varieties, optimization of sowing dates, regulation of plant density, irrigation practices, and balanced plant nutrition. The implementation of these approaches contributes to increased yield and improved quality of industrial hemp fiber.

Key words: industrial hemp, retted fiber, temperature, photoperiod, yield, fiber, climatic factors, product quality.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-01>

JEL Classification: C93

Постановка проблеми. У сучасних умовах змін клімату, що супроводжуються підвищенням середньодобових температур, збільшенням частоти посушливих періодів та коливаннями тривалості світлового дня, особливої актуальності набуває питання стабільного виробництва високоякісної волокнистої продукції технічних

конопель. Як одна з перспективних технічних культур, коноплі характеризуються високим потенціалом продуктивності та широкими можливостями використання [1], однак реалізація цього потенціалу значною мірою залежить від оптимальних агрокліматичних умов вирощування.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності вирощування технічних конопель в умовах кліматичної нестабільності та зростаючих вимог до якості волокнистої продукції [2]. Вивчення впливу температурних і світлових режимів дозволяє обґрунтувати оптимальні умови вирощування культури, вдосконалити агротехнологічні підходи та забезпечити формування трести з високими фізико-механічними властивостями. Отримані результати можуть бути використані для підвищення конкурентоспроможності продукції коноплярства та забезпечення сталого розвитку галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні наукові дослідження свідчать про зростаючий інтерес до вивчення впливу агрокліматичних факторів на продуктивність та якість технічних конопель [3, 4]. Значна увага приділяється ролі температури та фотоперіоду як ключових регуляторів росту, розвитку та формування волокна. Встановлено, що технічні коноплі є фотоперіодично чутливою культурою, у якій тривалість світлового дня та температурний режим визначають терміни цвітіння, інтенсивність вегетативного росту та морфологічні характеристики стебел [5].

У роботах сучасних дослідників підкреслюється, що формування врожайності та якості волокна значною мірою залежить від поєднання генетичних особливостей сорту та умов середовища, зокрема температури, вологості та світлового режиму [6, 7]. Водночас встановлено, що відхилення від оптимальних температурних умов може призводити до змін хімічного складу волокна, зокрема співвідношення целюлози, геміцелюлози та лігніну, що безпосередньо впливає на їх фізико-механічні властивості. Окремий напрям досліджень присвячений процесу формування трести, який є критичним етапом отримання волокна. Встановлено, що цей процес значною мірою залежить від погодних умов, передусім температури та сонячної радіації, які визначають швидкість біодеструкції пектинових речовин [8]. Доведено, що температура є одним із найбільш значущих факторів, який прямо впливає на кінетику вилежування, тоді як вологість має другорядний, хоча і важливий вплив [9].

Результати сучасних досліджень підтверджують визначальну роль температурних і світлових режимів у формуванні продуктивності та якості

технічних конопель. Водночас недостатньо дослідженим залишається комплексний вплив цих факторів на формування трести в умовах змінного клімату, що зумовлює необхідність подальших наукових досліджень у цьому напрямі.

Постановка завдання. Головним завданням даної роботи є встановлення впливу температурних і світлових режимів на ріст, розвиток та формування якості технічних конопель, а також обґрунтування оптимальних агрокліматичних умов для підвищення врожайності та поліпшення фізико-механічних властивостей волокна.

Методологія. У процесі дослідження використано системний аналіз наукових літературних джерел, узагальнення та порівняння даних сучасних вітчизняних і зарубіжних досліджень, а також елементи агрокліматичного та агробіологічного аналізу. Застосовано метод логічного узагальнення для встановлення закономірностей впливу абіотичних факторів на фізіологічні процеси рослин і якість волокна, а також метод інтерпретації отриманих результатів для формування практичних рекомендацій щодо оптимізації технології вирощування технічних конопель.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технічні коноплі є культурою, чутливою до основних кліматичних факторів, насамперед температури повітря та тривалості світлового дня [10]. Від температурних та світлових режимів залежать не лише ріст і розвиток рослин, але й якість отриманої трести, що є проміжним продуктом у виробництві конопляного волокна. Технічні коноплі потребують помірних умов для повноцінного розвитку [11]. Оптимальною температурою для проростання насіння вважається $+8...+10^{\circ}\text{C}$, хоча масове проростання починається за температури ґрунту близько $+12...+15^{\circ}\text{C}$ [12]. Найбільш інтенсивний ріст стебел відбувається при середньодобовій температурі $+18...+25^{\circ}\text{C}$.

Низькі температури на початкових етапах розвитку затримують ріст рослин і можуть призвести до зрідження посівів. У період формування стебел та накопичення волокна критичними є високі температури (понад $+30^{\circ}\text{C}$), які спричиняють прискорене дозрівання, зменшення висоти рослин і зниження якості волокна. Особливо негативно перегрів впливає на формування первинної трести, оскільки порушується співвідношення між основною тканиною стебла та волокнистою частиною. Наслідки від перегріву узагальнено на рисунку 1.

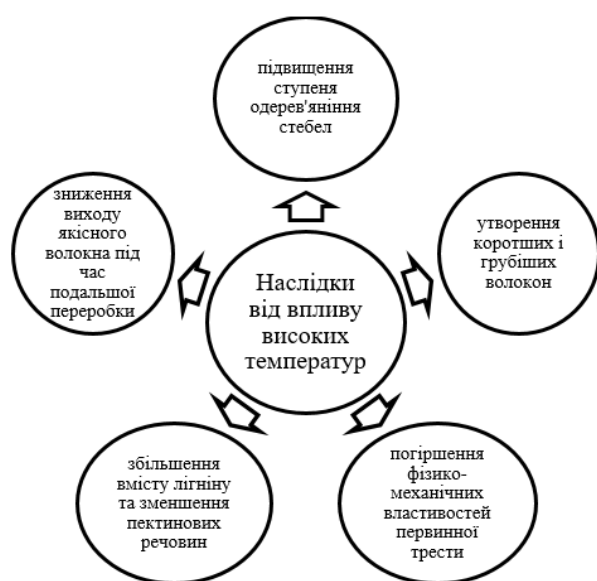


Рис. 1. Наслідки від впливу високих температур

Аналізуючи наслідки можна додати, по-перше, високі температури прискорюють процес одерев'яніння центральної та периферійної частин стебла через інтенсифікацію лігніфікації клітинних стінок. У результаті зростає вміст лігніну в тканинах, що призводить до ущільнення та затвердіння стебла. В результаті чого відбувається ускладнення поділу волокнистої фракції під час процесів природного або штучного розділення трести. По-друге, перегрів порушує нормальне співвідношення між паренхімними клітинами і волокнистими елементами. За умов підвищеної температури зменшується кількість тонкостінних клітин, відповідальних за еластичність стебла, і переважають щільні механічні тканини, що негативно впливає на податливість стебел до біодеструкції у процесі вилежування або мочіння.

По-третє, під дією високих температур зменшується синтез пектинових речовин, які забезпечують природне склеювання волокон. Зниження

вмісту пектинів у стеблі ускладнює рівномірний розвиток мікрофлори при формуванні трести, що може призвести до нерівномірного руйнування тканин, отримання неоднорідної трести та втрати її фізико-механічної однорідності.

Крім того, за умов перегріву часто спостерігається укорочення міжвузлів, що призводить до зменшення довжини якісних волокон. У поєднанні з посиленням одерев'янінням це суттєво знижує технологічну придатність первинної трести для виробництва тонкого, міцного і гнучкого волокна.

Отже, перегрів під час вегетаційного періоду технічних конопель є критичним стресовим фактором. Тож, для мінімізації негативного впливу перегріву рекомендується застосування агро-технічних заходів, зокрема вибір посухостійких сортів (перелік яких наведено у таблиці 1), оптимізація строків сівби для уникнення критичних температур під час активного росту, а також підтримання вологості ґрунту на достатньому рівні.

Оцінюючи дані сорти, варто відмітити, що ЮСО-31 є одним із найбільш посухостійких сортів, активно вирощується в Україні, Молдові та Казахстані. Завдяки короткому вегетаційному періоду встигає завершити ріст до піків літньої спеки. Золотоноша 11 та Дніпровські 5 – спеціально адаптовані для посушливих регіонів степової зони України.

Технічні коноплі належать до рослин короткого дня. Тобто для ініціації цвітіння рослини потребують скорочення тривалості світлового дня. В умовах довгого дня у північних широтах коноплі демонструють тривалий вегетативний ріст, що сприяє накопиченню більшої біомаси стебел і, відповідно, збільшенню врожайності волокна. У той же час занадто короткий день або порушення природного циклу освітлення може спричинити передчасне цвітіння, зменшення стеблової маси і погіршення властивостей трести.

Таблиця 1

Посухостійкі сорти технічних конопель

Сорт	Країна походження	Особливості	Примітки
ЮСО-31	Україна	Висока посухостійкість, короткий вегетаційний період (90–110 днів)	Один із найпоширеніших для теплого клімату
Глухівські 46	Україна	Помірна посухостійкість, висока врожайність волокна	Традиційний сорт для центральної і південної України
Золотоноша 11	Україна	Витривалий до спеки і посухи, середньопізній	Підвищений вміст волокна
Дніпровські 5	Україна	Прийосованість до посушливих умов, добрий вихід трести	Добре підходить для південних регіонів

Оптимальна тривалість світлового дня на етапі вегетації становить понад 14–16 годин. При скороченні світлового дня восени відбувається природний перехід до фази цвітіння та дозрівання.

У північних регіонах із тривалістю світлового дня понад 16 годин у період вегетації, технічні коноплі демонструють інтенсивний розвиток вегетативної маси, утворюючи високі, добре розвинені стебла з великим вмістом волокна. Зокрема, за умов довгого дня у зоні Полісся України відзначено збільшення висоти рослин до 2,5–3,0 м при відповідному підвищенні врожайності волокнистої продукції на 15–20% порівняно з аналогічними сортами, вирощеними у південніших регіонах.

Водночас, у регіонах із коротшим світловим днем або за штучного його скорочення (менше 14 годин на добу) відбувається раннє ініціювання генеративної фази розвитку (цвітіння), що призводить до зупинки росту стебел і зменшення їхньої довжини та біомаси. Наприклад, при вирощуванні конопель у південних регіонах із коротшою тривалістю дня рослини досягають висоти лише 1,5–2,0 м, а вихід волокна може знижуватися на 25–30% порівняно з показниками, отриманими за умов довгого світлового дня. У таблиці 2 наведено приклад залежності висоти рослин і врожайності від тривалості світлового дня.

Аналізуючи вищенаведену таблицю, можна дійти висновку, що тривалість світлового дня є визначальним чинником процесів росту і формування якості трести технічних конопель. За умов довгого дня (від 16 до 17 годин) рослини досягають максимальної висоти (2,5–3,0 м), характеризуються підвищеним вмістом волокна (30–35%) та забезпечують найвищу врожайність трести (6,5–7,0 т/га). При скороченні тривалості світлового дня до менше ніж 14 годин спостерігається суттєве зменшення висоти рослин (до 1,5–2,0 м) і зниження вмісту волокна до 22–27%, що супроводжується погіршенням фізико-механічних властивостей трести та зменшенням її врожайності до 4,0–5,0 т/га.

Таким чином, оптимізація фотоперіодичних умов є необхідною передумовою для забезпечення високої якості та продуктивності вирощування технічних конопель.

Після збирання стебел технічних конопель для отримання трести необхідне природне вилежування або контрольоване замочування. Якість трести безпосередньо залежить від умов дозрівання стебел у полі. Оптимальні умови для вилежування включають помірну температуру від +15 до 25°C та чергування періодів вологості і підсихання, що сприяє рівномірному розвитку мікрофлори для біологічного руйнування пектинових речовин. При надмірно високій температурі та нестачі вологості процеси мікробіологічного розщеплення уповільнюються, що може призвести до утворення надто жорсткої трести. Натомість за надмірної вологості та низьких температур процес вилежування затягується і підвищується ризик псування волокна.

Виходячи з вище доведеного, температурно-світлові режими є критичними факторами, які визначають як агрономічну ефективність вирощування технічних конопель, так і якість кінцевого продукту – трести. Враховуючи вищенаведене, можна оптимізувати технологічні процеси вирощування і підвищити загальну ефективність виробництва конопляного волокна. У таблиці 3. наведено основні етапи оптимізації технологічного процесу вирощування технічних конопель.

Для підвищення ефективності виробництва волокна технічних конопель необхідно комплексно оптимізувати всі етапи агротехнології, враховуючи біологічні особливості культури, кліматичні умови регіону та технологічні вимоги до якості кінцевої продукції. Основні напрями оптимізації включають наступне:

1. Використання високопродуктивних, посухостійких і хворобостійких сортів, адаптованих до конкретних умов вирощування (наприклад, ЮСО-31, Золотоноша 11 для південних регіонів), сприяє підвищенню врожайності та стійкості рослин до стресових факторів середовища.

Таблиця 2

Залежність розвитку технічних конопель від тривалості світлового дня

Тривалість світлового дня	Висота рослин, м	Вміст волокна, % від маси стебел	Врожайність трести, т/га	Характеристики трести
16–17 годин (довгий день)	2,5–3,0	30–35	6,5–7,0	Довговолокниста, однорідна, еластична
14–15 годин (оптимальний день)	2,0–2,5	28–32	5,5–6,0	Добре сформована, придатна для обробки
Менше 14 годин (короткий день)	1,5–2,0	22–27	4,0–5,0	Низьковолокниста, неоднорідна, ламка

Таблиця 3

Основні етапи оптимізації технологічного процесу вирощування технічних конопель

Етап технологічного процесу	Напрямки оптимізації	Очікуваний результат
Вибір сорту	Посухостійкі, високопродуктивні сорти	Підвищення врожайності та стійкості
Строки сівби	Рання сівба за температури ґрунту +8...+10 °С	Швидкі дружні сходи, уникнення теплового стресу
Густота посіву	Оптимальна густота для конкретного сорту	Формування тонких, довгих стебел
Зрошення та збереження вологи	Крапельне або контрольоване зрошення, мульчування	Зменшення ризику перегріву та посухи
Живлення рослин	Баланс макро- і мікроелементів	Оптимальний ріст та формування якісного волокна
Захист від шкідників і хвороб	Інтегрована система захисту	Мінімізація втрат урожаю та збереження якості
Збирання врожаю	Скошування у фазі початку цвітіння	Максимальна якість волокна
Вилежування трести	Контроль вологості, рівномірне висихання	Однорідність трести, збереження гнучкості волокна
Первинна обробка трести	Використання сучасної техніки	Зниження втрат та підвищення продуктивності
Енергоефективність виробництва	Використання енергоощадних технологій	Зниження собівартості продукції

2. Проведення сівби у максимально ранні строки, коли температура ґрунту досягає +8...+10 °С, забезпечує швидкі дружні сходи, ефективне використання весняної вологи та мінімізацію ризику перегріву у фазі активного росту.

3. Оптимальна густота стояння рослин сприяє формуванню довгого, тонкого стебла з високим вмістом целюлози, забезпечуючи краще використання світла та зменшення конкуренції між рослинами.

4. У посушливих регіонах доцільне застосування помірного зрошення у критичні фази розвитку рослин (проростання, формування стебел), а за відсутності можливості поливу, можливе використання мульчування для збереження вологи у ґрунті.

5. Забезпечення збалансованого надходження елементів живлення, зокрема азоту, фосфору та калію, є важливою умовою для оптимального росту. Надлишок азоту на пізніх стадіях розвитку призводить до надмірного одерев'яніння стебел та зниження якості трести.

6. Застосування інтегрованої системи захисту рослин із використанням біологічних препаратів та мінімізацією хімічних засобів дозволяє зберегти екологічну чистоту продукції та знизити ризики втрат урожаю.

7. Своєчасне скошування стебел на оптимальних фазах розвитку (перед початком цвітіння або на початку формування насіння) сприяє

отриманню високоякісного волокна із заданими технологічними характеристиками.

8. Організація контролю за процесом вилежування стебел за температури +15...+25 °С із чергуванням вологих і сухих періодів забезпечує рівномірне біологічне руйнування пектинових речовин та формування однорідної за властивостями трести.

9. Використання сучасної спеціалізованої техніки для підготовки, збору та первинної обробки стебел дозволяє мінімізувати втрати продукції та підвищити ефективність технологічного процесу.

10. Застосування енергоощадних технологій на всіх етапах виробництва від посіву до первинної обробки волокна – сприятиме зниженню собівартості продукції та підвищенню конкурентоспроможності конопляного волокна на ринку.

Запровадження цих заходів дозволяє максимально розкрити біологічний потенціал культури, підвищити якість кінцевої продукції та забезпечити стійкість коноплярства в умовах актуального клімату.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У результаті проведеного дослідження встановлено, що температурні та світлові режими є визначальними факторами формування продуктивності та якості технічних конопель. Оптимальні температурні умови (+18...+25 °С у період активного росту) забезпечують інтенсивний розвиток рослин

і накопичення волокна, тоді як перевищення температури понад +30 °C призводить до прискореного одерев'яніння стебел, зниження вмісту пектинових речовин і погіршення якості трести. Встановлено, що фотоперіодичний фактор суттєво впливає на перехід рослин до генеративної фази: довгий світловий день (16–17 годин) сприяє формуванню високих стебел і підвищенню врожайності волокна, тоді як скорочення тривалості дня до менше ніж 14 годин призводить до зниження біомаси та погіршення технологічних властивостей продукції.

Доведено, що якість трести значною мірою залежить від поєднання температури та вологості під час її формування, зокрема оптимальні умови (+15...+25 °C) забезпечують рівномірні процеси біологічного руйнування пектинових сполук. Узагальнення результатів дозволило визначити комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу абіотичних стресів і підвищення ефективності вирощування культури. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення технологій вирощування технічних конопель та підвищення якості волокнистої продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Роїк, М. В., Кравчук, В. І., Квак, В. М., Борівський, А. Ф. Дослідження принципів і стратегічних напрямків вирощування та використання промислових конопель в Україні. *Біоенергетика*. 2024. № 1. С. 4–7. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.2024.No1>. pp 4-7.

2. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. Аналітична доповідь. НІСД. 2020. 28 с.

3. Chabbert B., et al. How the interplay between harvest time and climatic conditions drives the dynamics of hemp (*Cannabis sativa* L.) field retting. *Industrial Crops and Products*. 2023. Vol. 204, Part B. Article 117294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117294>

4. Laurent Bleuze et al. Hemp harvest time impacts on the dynamics of microbial colonization and hemp stems degradation during dew retting. *Industrial Crops and Products*. 2020. Vol. 145. Article 112122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112122>.

5. Jelena Visković, et al. Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) agronomy and utilization: A review. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, No. 3. Article 931. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13030931>.

6. Omid Ansari, et al. A photoperiod-based classification of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) and its agronomic implications. *Industrial Crops and*

Products. 2025. Vol. 233. Article 121431. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121431>

7. Elma MJ Salentijn et al. The complex interactions between flowering behavior and fiber quality in hemp. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article 614. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00614>

8. Brahim Mazian, et al. Influence of field retting duration on the biochemical, microstructural, thermal and mechanical properties of hemp fibres harvested at the beginning of flowering. *Industrial Crops and Products*. 2018. Vol. 116. P. 170–181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.062>

9. Law A. D., McNees C. R., Moe L. A. The microbiology of hemp retting in a controlled environment: Steering the hemp microbiome towards more consistent fiber production. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 4. Article 492. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040492>

10. Мохер Ю.В., Жуплатова Л.М., Дудукова С.В. Промислові коноплі для цілей сталого розвитку. *Луб'яні та технічні культури*. 2020. Вип. 8(13). С. 66-75. DOI: 10.48096/btc.2020.8(13).66-75

11. Примаков О. А. Сучасний стан коноплярства в Україні та світі. Економічні аспекти коноплеви-робництва // *Інновації у коноплярстві 2020 : матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції, м. Глухів, 26–28 серпня 2021 р.* / ред. кол. Суми, 2021. С. 120–133.

12. Олександр Гораш та ін. Урожайність товарного насіння конопель технічних залежно від впливу норм висіву та сорту. *Наукові горизонти*. 2022. Том 25. № 1. С. 51-59. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(1\).2022.51-59](https://doi.org/10.48077/scihor.25(1).2022.51-59)

REFERENCES

1. Roik, M. V., Kravchuk, V. I., Kvak, V. M., & Borivskyi, A. F. (2024). Research on principles and strategic directions of industrial hemp cultivation and use in Ukraine. *Bioenergetics*, (1), 4–7. <https://doi.org/10.47414/be.2024.No1>. pp4-7

2. Ivaniuta, S. P., Kolomiiets, O. O., & Malynovska, O. A. (2020). Climate change: Consequences and adaptation measures (Analytical report). National Institute for Strategic Studies.

3. Chabbert, B., et al. (2023). How the interplay between harvest time and climatic conditions drives the dynamics of hemp (*Cannabis sativa* L.) field retting. *Industrial Crops and Products*, 204(Part B), 117294. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117294>

4. Bleuze, L., et al. (2020). Hemp harvest time impacts on the dynamics of microbial colonization and hemp stems degradation during dew retting. *Industrial Crops and Products*, 145, 112122. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112122>

5. Visković, J., et al. (2023). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) agronomy and utilization: A

review. *Agronomy*, 13(3), 931. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030931>

6. Ansari, O., et al. (2025). A photoperiod-based classification of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) and its agronomic implications. *Industrial Crops and Products*, 233, 121431. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121431>

7. Salentijn, E. M. J., et al. (2019). The complex interactions between flowering behavior and fiber quality in hemp. *Frontiers in Plant Science*, 10, 614. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00614>

8. Mazian, B., et al. (2018). Influence of field retting duration on the biochemical, microstructural, thermal and mechanical properties of hemp fibres harvested at the beginning of flowering. *Industrial Crops and Products*, 116, 170–181. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.062>

9. Law, A. D., McNees, C. R., & Moe, L. A. (2020). The microbiology of hemp retting in

a controlled environment: Steering the hemp microbiome towards more consistent fiber production. *Agronomy*, 10(4), 492. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040492>

10. Mokher, Yu. V., Zhuplatova, L. M., & Dudukova, S. V. (2020). Industrial hemp for sustainable development purposes. *Bast and Technical Crops*, 8(13), 66–75. [https://doi.org/10.48096/btc.2020.8\(13\).66-75](https://doi.org/10.48096/btc.2020.8(13).66-75)

11. Prymakov, O. A. (2021). Current state of hemp growing in Ukraine and the world. Economic aspects of hemp production. In *Innovations in hemp growing 2020: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference* (pp. 120–133). Sumy.

12. Horash, O., et al. (2022). Yield of industrial hemp seed depending on seeding rate and variety. *Scientific Horizons*, 25(1), 51–59. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(1\).2022.51-59](https://doi.org/10.48077/scihor.25(1).2022.51-59)

Дата першого надходження статті до видання: 20.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

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



ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗРОБКИ ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.396.49

Гарист А. В.,

garist@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9265-7568,

начальник відділу,

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз

Служби безпеки України, м. Київ

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ WI-FI МЕРЕЖ У ЩІЛЬНОМУ РАДІОЕЛЕКТРОННОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Анотація. У статті розглянуто актуальну проблему забезпечення високої продуктивності та завадостійкості Wi-Fi мереж в умовах щільного радіоелектронного середовища, яке характерне для сучасних офісних центрів, навчальних корпусів, житлових кварталів і громадських місць. Зростання кількості бездротових пристроїв, підвищення вимог до швидкості передавання даних, а також одночасна робота багатьох джерел радіовипромінювання створюють суттєві труднощі для стабільного функціонування мереж стандарту Wi-Fi. За таких умов погіршується рівень прийнятого сигналу, зростає ймовірність помилок, збільшується затримка передачі даних та знижується фактична пропускна здатність каналу. Особливу складність становить взаємний вплив бездротових систем, що працюють у близьких частотних діапазонах. До них належать не лише точки доступу Wi-Fi, а й мережі Bluetooth, пристрої IoT, радіомодулі систем автоматизації та побутова електроніка з активними передавачами. У результаті мережеве середовище стає динамічним і важкопрогнозованим, а класичні схеми розподілу ресурсів втрачають ефективність. Це зумовлює потребу в удосконаленні методів планування радіоканалів, адаптивного вибору робочих частот, керування потужністю передавачів і застосування інтелектуальних алгоритмів оптимізації трафіку. Актуальність теми зумовлена також переходом до нових версій стандарту Wi-Fi, які орієнтовані на вищу щільність підключень, менші затримки та кращу роботу при множинних підключеннях. Водночас навіть сучасні рішення не завжди забезпечують достатню якість зв'язку без урахування конкретних особливостей радіоелектронного оточення. Тому дослідження, спрямовані на підвищення завадостійкості Wi-Fi мереж, мають не лише теоретичне, а й практичне значення для побудови надійних бездротових інфраструктур. У статті проведено аналіз основних чинників, що впливають на продуктивність Wi-Fi мереж у зашумленому середовищі, та визначено ефективні підходи до мінімізації впливу завад. Результати дослідження можуть бути використані під час проектування, модернізації та оптимізації бездротових мереж у складних умовах експлуатації.

Ключові слова: Wi-Fi мережа, передавання даних, Wi-Fi інфраструктура, бездротова система, радіочастотний спектр, завада.

Haryst A. V.,

garist@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9265-7568,

The Ukrainian scientific and research

Institute of special equipment and forensic expertise of the Security Service of Ukraine, Kyiv

IMPROVING THE PERFORMANCE AND IMMUNITY OF WI-FI NETWORKS IN A DENSE RADIO ELECTRONIC ENVIRONMENT

Abstract. *The article considers the current problem of ensuring high performance and interference immunity of Wi Fi networks in a dense radio electronic environment, which is typical for modern office centers, educational buildings, residential areas and public places. The growth in the number of wireless devices, increased requirements for data transfer speed, as well as the simultaneous operation of many sources of radio radiation create significant difficulties for the stable functioning of Wi Fi standard networks. Under such conditions, the level of the received signal deteriorates, the probability of errors increases, the data transmission delay increases and the actual channel bandwidth decreases. Of particular difficulty is the mutual influence of wireless systems operating in close frequency ranges. These include not only Wi Fi access points, but also Bluetooth networks, IoT devices, radio modules of automation systems and consumer electronics with active transmitters. As a result, the network environment becomes dynamic and unpredictable, and classic resource allocation schemes lose their effectiveness. This necessitates the improvement of radio channel planning methods, adaptive selection of operating frequencies, transmitter power control, and the use of intelligent traffic optimization algorithms. The relevance of the topic is also due to the transition to new versions of the Wi Fi standard, which are focused on higher connection density, lower latency, and better performance with multiple connections. At the same time, even modern solutions do not always provide sufficient communication quality without taking into account the specific features of the radio electronic environment. Therefore, research aimed at increasing the noise immunity of Wi Fi networks is of not only theoretical but also practical importance for building reliable wireless infrastructures. The article analyzes the main factors affecting the performance of Wi Fi networks in a noisy environment, and identifies effective approaches to minimizing the impact of interference. The results of the study can be used when designing, upgrading, and optimizing wireless networks in difficult operating conditions.*

Key words: Wi-Fi network, data transmission, Wi-Fi infrastructure, wireless systems, radio frequency spectrum, interference.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-02>

Постановка проблеми. У сучасних умовах стрімкого зростання кількості бездротових пристроїв Wi-Fi мережі працюють у все більш складному та насиченому радіоелектронному середовищі. Особливо це помітно в офісних центрах, навчальних закладах, багатоквартирних будинках, торговельних комплексах і на промислових об'єктах, де одночасно функціонують десятки або навіть сотні джерел радіовипромінювання. За таких умов мережі стикаються із взаємними завадами, перевантаженням каналів, нестабільністю з'єднання та нерівномірним розподілом ресурсів між користувачами. У результаті фактична швидкість передавання даних часто суттєво відрізняється від розрахункової, а якість обслуговування погіршується.

Проблема ускладнюється тим, що більшість типових рішень для побудови Wi-Fi інфраструктури орієнтовані на середні умови експлуатації

та не повною мірою враховують динаміку радіооточення. На практиці рівень завад змінюється залежно від щільності підключень, розташування точок доступу, наявності сусідніх мереж, характеристик приміщення та режимів роботи кінцевих пристроїв. Це призводить до частих помилок, зростання затримок, повторних передавань і зниження енергоефективності мережевого обладнання. Особливо гостро ця ситуація проявляється у діапазонах, де працює велика кількість суміжних бездротових систем.

Незважаючи на розвиток сучасних стандартів Wi-Fi, питання підвищення продуктивності та завадостійкості в умовах щільного радіоелектронного середовища залишається недостатньо вирішеним. Існуючі підходи до автоматичного вибору каналу, регулювання потужності та балансування навантаження не завжди забезпечують

стабільний результат без урахування локальних особливостей конкретного середовища. Саме тому виникає потреба в комплексному дослідженні факторів, що впливають на якість функціонування Wi-Fi мереж, а також у розробленні ефективних методів їх адаптації до умов високої щільності завад.

Проблематика полягає в необхідності підвищення продуктивності Wi-Fi мереж та забезпечення їхньої стійкої роботи в умовах інтенсивних взаємних завад і обмеженого частотного ресурсу. Розв'язання цієї проблеми дасть змогу покращити якість бездротового зв'язку, підвищити надійність мережевої інфраструктури та ефективність використання радіочастотного спектра.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У останні роки проблематика підвищення продуктивності та завадостійкості Wi-Fi мереж у щільному радіоелектронному середовищі активно досліджується як у навчально-наукових роботах, так і в прикладних публікаціях, присвячених оптимізації бездротових інфраструктур. Значна частина робіт зосереджена на аналізі методів покращення швидкості передавання даних, зменшення затримок і підвищення стабільності з'єднання в умовах інтенсивного навантаження на радіоканал.

Практичні публікації та технічні огляди 2024–2026 років підкреслюють, що переваги Wi-Fi 7 не завжди реалізуються в повному обсязі через регуляторні обмеження, високу вартість оновлення інфраструктури та необхідність масового переходу клієнтських пристроїв на новий стандарт. Новий стандарт має значний потенціал, але його впровадження потребує технічно й економічно обґрунтованого підходу. Подібну думку підтримують матеріали щодо корпоративних мереж, де підкреслюється, що Wi-Fi 7 доцільний насамперед у високонавантажених або нових інфраструктурах [1].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із роботою Wi-Fi 6 у щільних розгортаннях. У статті «Rate Control With Spatial Reuse for Wi-Fi 6 Dense Deployments» розглянуто підходи до керування швидкістю передавання з урахуванням просторового повторного використання спектра, що є особливо актуальним для офісів і багатоквартирних будинків [2]. У свою чергу, стаття «Performance Analysis of Uplink Multi-User OFDMA in IEEE 802.11ax» присвячена аналізу з'єднань багатьох користувачів за технологією OFDMA, який розглядається як один із базових інструментів підвищення пропускної здатності в навантажених мережах [3].

Паралельно досліджуються методи структуризації Wi-Fi мереж, зокрема побудова топології з урахуванням активності клієнтів, маршрутизації трафіку та зменшення затримок. Такі підходи спрямовані на підвищення ефективності використання радіочастотного ресурсу, балансування навантаження між точками доступу та покращення енергоефективності мережевого обладнання. Разом із тим більшість відомих рішень орієнтована на окремі аспекти роботи мережі й не завжди враховує комплексний вплив взаємних завад, особливостей планування спектра та змінної щільності користувачів [4].

Отже, аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про наявність суттєвого прогресу в удосконаленні стандартів і методів оптимізації Wi-Fi, але водночас виявляє недостатню опрацьованість питань адаптації мереж до щільного радіоелектронного середовища. Саме це обґрунтовує актуальність подальшого дослідження шляхів підвищення продуктивності та завадостійкості Wi-Fi мереж [5].

Постановка завдання. Метою статті є дослідження особливостей функціонування Wi-Fi мереж у щільному радіоелектронному середовищі та обґрунтування підходів до підвищення їхньої продуктивності й завадостійкості. У статті передбачається дослідити вплив взаємних завад, перевантаження частотних каналів, конфліктів, нерівномірного розподілу навантаження між точками доступу та особливостей просторового розміщення мережевого обладнання на ефективність функціонування Wi-Fi мереж.

Об'єктом дослідження є Wi-Fi мережі, що функціонують в умовах щільного радіоелектронного середовища. Предметом дослідження є методи, алгоритми та технічні засоби підвищення продуктивності й завадостійкості таких мереж.

Результатом виконання поставленого завдання має стати визначення ефективних підходів до оптимізації параметрів Wi-Fi мереж, які забезпечують більш стабільну роботу бездротового сегмента, підвищення якості обслуговування користувачів та раціональніше використання радіочастотного ресурсу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Можливості сучасних Wi-Fi мереж істотно залежать від умов їх експлуатації, а саме від щільності розміщення точок доступу, кількості активних користувачів, рівня зовнішніх завад і особливостей поширення випромінювання в конкретному приміщенні чи на відкритій місцевості.

У щільному радіоелектронному середовищі основними факторами, що знижують продуктивність мережі, є взаємне накладання каналів, повторні передавання пакетів, зростання затримок і нерівномірне завантаження окремих сегментів мережі. Це особливо характерно для офісних будівель, навчальних аудиторій, торговельних центрів і багатоквартирних житлових будинків, де одночасно працює велика кількість бездротових пристроїв.

Одним із ключових шляхів підвищення ефективності Wi-Fi є правильне проектування радіомережі ще на етапі її розгортання. Доцільно враховувати не лише формальні параметри покриття, а й реальну щільність користувачів, наявність джерел завад, матеріали огорожувальних конструкцій та можливі зони екранування сигналу. Практика показує, що навіть за достатнього рівня потужності сигналу мережа може працювати нестабільно через неправильний вибір каналу або невдале розміщення точок доступу. Тому планування частотного ресурсу та просторової структури мережі має бути адаптивним і базуватися на аналізі реальної радіообстановки.

Важливе значення має механізм автоматичного вибору каналу. У діапазонах, де одночасно працює багато мереж, статичне призначення каналу часто призводить до перевантаження окремих частот і зниження пропускної здатності. Використання динамічних алгоритмів дозволяє точкам доступу переходити на менш завантажені канали та зменшувати вплив сусідніх мереж. Разом із цим доцільним є регулювання потужності передавачів, оскільки надмірно висока потужність не завжди покращує якість зв'язку, а інколи лише збільшує взаємні завади між суміжними вузлами.

Окрему роль у підвищенні продуктивності відіграє балансування навантаження між точками доступу. У великих мережах частина клієнтів може підключатися до найближчої точки доступу, яка вже перевантажена, тоді як інші вузли працюють із недовантаженням. Застосування механізмів керування організацією клієнтів, пріоритету трафіку та розподілу користувачів між декількома точками доступу дає змогу підвищити загальну ефективність мережі. Особливо це важливо для сервісів, чутливих до затримок, таких як відеоконференції, IP-телефонія та потокова передача даних.

У сучасних версіях стандарту Wi-Fi передбачено низку рішень, спрямованих на роботу в умовах високої щільності підключень. До них

належать багатокористувацький доступ, ефективніше використання спектра та покращені механізми обробки трафіку. Проте на практиці потенціал цих технологій повністю реалізується лише за умови грамотного налаштування мережевого обладнання та врахування особливостей конкретного середовища. Саме тому технічні можливості стандарту мають поєднуватися з локальною оптимізацією мережі.

Таким чином, підвищення продуктивності та завадостійкості Wi-Fi мереж у щільному радіоелектронному середовищі досягається не окремим технічним рішенням, а сукупністю взаємопов'язаних заходів. До них належать раціональне планування топології, адаптивне керування частотними каналами, оптимізація потужності передавання, балансування навантаження та використання можливостей сучасних стандартів зв'язку. Комплексне застосування цих підходів дає змогу забезпечити стабільну роботу мережі, підвищити якість обслуговування користувачів і ефективніше використовувати радіочастотний ресурс.

Для більшості корпоративних мереж перехід на Wi-Fi 7 сьогодні часто є передчасним, якщо основними критеріями є вартість, стабільність і реальна користь для бізнесу, а не максимальна пікова швидкість. Найчастіше більш раціональним кроком є доопрацювання Wi-Fi 6/6E або навіть оптимізація поточної інфраструктури, бо саме це дає кращий баланс ціни та результату.

Wi-Fi 7 дійсно додає важливі можливості, зокрема Multi-Link Operation, ширші канали та покращення для щільних мереж, але ці переваги повністю розкриваються лише за наявності сумісних клієнтів, правильно спроектованої мережі та відповідного спектра. Для багатьох офісів основне навантаження – це відеозустрічі, хмара, CRM-система, друк, POS-система і корпоративні сервіси, а для них Wi-Fi 6 уже часто достатній. У такій ситуації переплата за Wi-Fi 7 не завжди дає відчутний приріст у щоденній роботі.

Перехід на Wi-Fi 7 зазвичай означає не лише купівлю нових точок доступу, а й заміну або оновлення комутаторів, кабельної інфраструктури, контролерів, а також поступове оновлення клієнтських пристроїв. Це збільшує загальну вартість проекту, тоді як реальна користь з'являється поступово, у міру оновлення парку пристроїв. Для малого та середнього бізнесу це часто робить окупність довшою, ніж у випадку модернізації до якісно налаштованого Wi-Fi 6.

З погляду стабільності, новий стандарт сам по собі не гарантує кращого результату. Більшість проблем у корпоративних мережах виникає через радіопланування, щільність точок доступу, завади та неправильні налаштування, а не лише через “застарілість” стандарту. Крім того, у деяких регіонах доступ до 6 ГГц може бути регуляторно обмежений, що зменшує частину переваг Wi-Fi 7. Тому в реальних умовах стабільність часто більше залежить від якості впровадження, ніж від покоління Wi-Fi.

У сучасних умовах ефективність Wi-Fi мережі значною мірою визначається не лише технічними характеристиками обладнання, а й якістю її радіочастотного планування. У практиці розгортання корпоративних і високонавантажених бездротових мереж дедалі більшого значення набувають методи динамічного керування радіоресурсом, зокрема Radio Resource Management, автоматичний вибір каналів, контроль ширини каналу та адаптивне регулювання потужності передавачів. Такі механізми дозволяють зменшити рівень взаємних завад, підвищити стабільність зв'язку та раціональніше використовувати доступний спектральний ресурс.

Особливо важливим для щільних середовищ є правильний вибір ширини каналу. Хоча широкі канали забезпечують вищу теоретичну пропускну здатність, у реальних умовах офісних, промислових та навчальних об'єктів вони часто призводять до зростання імовірності накладання спектра та ко-канальних завад. Саме тому в багатьох сценаріях доцільніше застосовувати не максимальну ширину каналу, а таку конфігурацію, яка забезпечує кращий баланс між швидкістю, повторним використанням частот і стабільністю роботи мережі. Досвід сучасних випробувань Wi-Fi 7 також показує, що навіть нові покоління бездротового зв'язку в щільних корпоративних середовищах не завжди використовують канали 320 МГц, оскільки це обмежує спектральне повторне використання та ускладнює планування мережі.

Не менш значущою є проблема ко-канальної інтерференції, яка виникає внаслідок надмірного перекриття зон обслуговування сусідніх точок доступу. На відміну від випадкового шуму, така інтерференція безпосередньо зменшує доступний ефірний час, збільшує затримки, рівень джитера та кількість повторних передавань. У зв'язку з цим важливим завданням під час побудови Wi-Fi мережі є не максимальне збільшення кількості точок доступу, а досягнення оптимального

балансу між щільністю покриття, рівнем сигналу та ступенем перекриття осередків. Надмірне ущільнення інфраструктури може погіршити роботу мережі навіть у разі використання сучасного обладнання.

Перспективним напрямом підвищення ефективності Wi-Fi мереж є інтеграція централізованого моніторингу та аналітики. Сучасні платформи керування дають змогу виявляти переважені точки доступу, контролювати зміну рівнів сигналу, аналізувати характер трафіку та своєчасно коригувати конфігурацію мережі. Завдяки цьому адміністратор може не лише реагувати на проблеми після їх виникнення, а й запобігати деградації якості обслуговування в реальному часі. Для корпоративних мереж такий підхід є особливо важливим, оскільки забезпечує узгодження радіочастотних параметрів із бізнес-пріоритетами, вимогами до безперервності сервісів і безпеки передавання даних.

Таким чином, практика останніх років підтверджує, що підвищення продуктивності Wi-Fi мереж у щільному радіоелектронному середовищі досягається насамперед за рахунок грамотного радіочастотного проектування, оптимізації ширини каналів, контролю інтерференції та впровадження інтелектуального керування мережею. Саме комплексне поєднання цих рішень створює передумови для стабільної роботи бездротової інфраструктури в умовах зростання навантаження та підвищення вимог до якості зв'язку.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У результаті проведеного дослідження встановлено, що продуктивність Wi-Fi мереж у щільному радіоелектронному середовищі визначається сукупним впливом взаємних завад, переваження частотних каналів, нерівномірного розподілу користувачів між точками доступу та особливостей просторового поширення сигналу. Показано, що навіть за використання сучасного мережевого обладнання реальна якість бездротового зв'язку може суттєво знижуватися в умовах високої щільності підключень і наявності суміжних джерел випромінювання.

У статті обґрунтовано, що підвищення ефективності Wi-Fi мереж потребує комплексного підходу, який поєднує раціональне планування топології, адаптивний вибір каналів, оптимізацію потужності передавання та балансування навантаження між точками доступу. Встановлено, що застосування сучасних механізмів стандартів Wi-Fi 6 і Wi-Fi 7, зокрема OFDMA, MU-MIMO, Multi-Link

Operation та adaptive puncturing, створює передумови для підвищення пропускної здатності, зменшення затримок і покращення стабільності мережі в багатокористувачьких сценаріях.

Разом із тим визначено, що самі по собі технологічні можливості нових стандартів не гарантують високої ефективності без належного врахування характеристик конкретного середовища функціонування мережі. Отже, перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення адаптивних алгоритмів керування параметрами Wi-Fi мереж, які здатні у реальному часі реагувати на зміну радіообстановки та структури трафіку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Михалевський Д.В., Бриль Д.Р. Оцінювання покриття корпоративних безпроводних мереж стандарту Wi-Fi за допомогою штучного інтелекту. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2025. Том 36 (75) № 6, ч. 1, С.82-87. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/12>.
2. Rate Control With Spatial Reuse for Wi-Fi 6 Dense Deployments [Електронний ресурс]. IEEE, 2020. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/8948470/09194746.pdf> (дата звернення: 15.03.2026).
3. Performance Analysis of Uplink Multi-User OFDMA in IEEE 802.11ax [Електронний ресурс]. IEEE, 2018. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8422692/> (дата звернення: 20.03.2026).
4. Дира В.В. Методи оптимізації взаємодії Ethernet і Wi-Fi у гібридних телекомунікаційних інфраструктурах. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2025. Том 36 (75) № 3, ч. 1, С.62-70. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.3.1/09>.
5. Understanding Multi-link Operation in Wi-Fi 7 [Електронний ресурс]. IEEE, 2023. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10293865/> (дата звернення: 22.05.2026).
6. Bellalta B., Kosek-Szott K., Checco A., Zocca A. Wi-Fi meets ML: a survey on improving IEEE 802.11 performance with machine learning [Електронний ресурс]. 2024. Режим доступу: https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/56024/Bellalta_Iee_Wi-fi.pdf (дата звернення: 22.05.2026).
7. Liu R., Choi N. A first look at Wi-Fi 6 in action: throughput, latency, energy efficiency, and security //

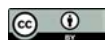
Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems. 2023. Vol. 7, no. 1. Art. 25. Режим доступу: <https://doi.org/10.1145/3579451> (дата звернення: 22.05.2026).

8. 802.11ax Technology White Paper [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://wwwsg.h3c.com/en/Support/Resource_Center/EN/Home/Switches/00-Public/Trending/Technology_White_Papers/802.11ax_Technology_White_Papers/ (дата звернення: 22.05.2026).

REFERENCES

1. Mykhalevskiy D.V., Bryl D.R. Otsiniuvannia pokryttia korporativnykh bezprovodnykh merezh standartu Wi-Fi za dopomohoiu shturnoho intelektu. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky. 2025. Tom 36 (75) № 6, ch. 1, 82-87. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/12>.
2. Rate Control With Spatial Reuse for Wi-Fi 6 Dense Deployments. IEEE, 2020. Internet crime report. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/8948470/09194746.pdf>
3. Performance Analysis of Uplink Multi-User OFDMA in IEEE 802.11. IEEE, 2018. Internet crime report. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8422692>.
4. Dyra V.V. Metody optymizatsii vzaemodii Ethernet i Wi-Fi u hibrydnykh telekomunikatsiynykh infrastrukturakh. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky. 2025. Tom 36 (75) № 3, ch. 1, 62-70. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.3.1/09>.
5. Understanding Multi-link Operation in Wi-Fi 7. IEEE, 2023. . Internet crime report. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10293865>.
6. Bellalta B., Kosek-Szott K., Checco A., Zocca A. Wi-Fi meets ML: a survey on improving IEEE 802.11 performance with machine learning 2024. Internet crime report. https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/56024/Bellalta_Iee_Wi-fi.pdf
7. Liu R., Choi N. A first look at Wi-Fi 6 in action: throughput, latency, energy efficiency, and security //

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



Дата першого надходження статті до видання: 02.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 31.07.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 663.2:634.8:551.583(477)

Бобошко Ю. О.,

boboskoulia3@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-0854-3282,

аспірант кафедри технології вина та сенсорного аналізу,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОРТІВ ВІНОГРАДУ PIWI ЯК ІНСТРУМЕНТУ АДАПТИВНОГО ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВИНОРОБНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Анотація. Сучасні кліматичні зміни суттєво впливають на розвиток виноградарства та виноробства, зумовлюючи необхідність впровадження адаптивних підходів до вирощування винограду та виробництва вина. Підвищення середньорічних температур, збільшення частоти посушливих періодів, зміна режиму опадів і поширення грибкових захворювань негативно позначаються на продуктивності традиційних сортів винограду та якості вина. Одним із перспективних напрямів забезпечення сталого розвитку галузі є використання комплексностійких сортів винограду групи PIWI, які поєднують високі технологічні властивості з підвищеною стійкістю до біотичних і абіотичних чинників, що дозволяє зменшити застосування засобів захисту рослин та підвищити екологічність виробництва. Метою дослідження є оцінка перспектив використання сортів винограду PIWI як інструменту адаптивного та сталого розвитку виноробної галузі України на основі аналізу сучасних тенденцій їх поширення, технологічних властивостей і результатів експериментальних досліджень виноматеріалів, отриманих в агрокліматичних умовах України. У роботі узагальнено сучасний стан впровадження PIWI-сортів у виноградарських господарствах України, проаналізовано наукові результати щодо використання комплексностійких сортів вітчизняної та зарубіжної селекції у виноробстві, а також наведено результати власних досліджень фізико-хімічних і органолептичних показників виноматеріалів, виготовлених із сортів PIWI. Встановлено, що досліджувані сорти характеризуються високим адаптаційним потенціалом до сучасних агрокліматичних умов, забезпечують формування виноматеріалів із належними технологічними та сенсорними характеристиками і можуть розглядатися як перспективна сировина для виробництва якісних вин в Україні. Показано, що використання PIWI-сортів сприяє підвищенню екологічної стійкості виноградарства завдяки зменшенню кількості фунгіцидних обробок, зниженню виробничих витрат та мінімізації негативного впливу на довкілля. За результатами дослідження обґрунтовано доцільність впровадження сортів винограду PIWI у виноградарсько-виноробну галузь України як одного з ефективних інструментів адаптації до кліматичних змін та забезпечення її сталого розвитку. Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні асортименту досліджуваних PIWI-сортів, поглибленому вивченні їх енологічного потенціалу, удосконаленні адаптивних технологій виробництва вин різних типів, а також комплексній оцінці екологічної, технологічної та економічної ефективності їх використання в умовах різних виноградарських регіонів України.

Ключові слова: PIWI-сорти, виноградарство, виноробство, адаптивні технології, сталий розвиток, зміна клімату, енологічний потенціал, виноматеріали.

Boboshko Yu. O.,

boboskoulia3@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-0854-3282,

PhD student, Department of Wine Technology and Sensory Analysis,

Odesa National University of Technology, Odesa

PROSPECTS FOR THE USE OF PIWI GRAPE VARIETIES AS A TOOL FOR THE ADAPTIVE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE UKRAINIAN WINE INDUSTRY

Abstract. *Climate change has become one of the major challenges affecting the sustainable development of viticulture and winemaking, necessitating the implementation of adaptive approaches to grape cultivation and wine production. Rising average temperatures, increasing frequency of droughts, changing precipitation patterns, and the spread of fungal diseases significantly reduce the productivity of traditional grape cultivars and affect wine quality. One of the most promising solutions is the introduction of disease-resistant PIWI grape varieties, which combine high technological potential with increased resistance to biotic and abiotic stress factors, thereby reducing the need for plant protection products and improving the environmental sustainability of wine production. The aim of the study was to assess the prospects of using PIWI grape varieties as a tool for the adaptive and sustainable development of the Ukrainian wine industry based on the analysis of their distribution, technological characteristics, and the results of experimental studies conducted under the agroclimatic conditions of Ukraine. The study summarizes the current state of PIWI grape cultivation in different viticultural regions of Ukraine, reviews scientific findings on the application of disease-resistant grape varieties in winemaking, and presents the results of the authors' experimental investigations of the physicochemical and sensory characteristics of wines produced from PIWI grape varieties. The obtained results demonstrate that the studied varieties possess a high adaptive potential under current climatic conditions and are capable of producing wines with desirable technological and sensory properties. The research confirms that PIWI grape varieties represent a promising raw material for high-quality wine production while contributing to the environmental sustainability of viticulture through reduced fungicide application, lower production costs, and decreased environmental impact. The findings substantiate the feasibility of expanding the cultivation and industrial use of PIWI grape varieties in Ukraine as an effective tool for adapting the wine industry to climate change and ensuring its sustainable development. Future research should focus on expanding the range of studied PIWI varieties, further evaluating their oenological potential, improving adaptive winemaking technologies, and assessing the technological, environmental, and economic efficiency of their application in different viticultural regions of Ukraine.*

Key words: PIWI grape varieties, viticulture, winemaking, adaptive technologies, sustainable development, climate change, oenological potential, wine production.

JEL Classification: Q16

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-03>

Постановка проблеми. Зміна клімату суттєво впливає на якість, типовість та врожайність винограду та вина [1, с. 9–11]. Основним наслідком для виноградників є скорочення вегетативного циклу винограду (ранній термін дозрівання та прискорене дозрівання ягід), що призводить до зниження кислотності та підвищення вмісту цукрів у ягодах винограду, підвищення потенційної спиртуозності вин та зниження вмісту антоціанів у винах, а також до зміни їхнього ароматичного профілю [2, с. 7–9]. Зростаюча вразливість традиційних сортів *Vitis vinifera* до грибкових хвороб, зокрема до борошнистої роси, спричинила інтенсифікацію застосування засобів захисту рослин.

Однак постійне обприскування виноградників дедалі частіше розглядається як небажана практика через її негативний вплив на довкілля та зниження споживчої довіри до продукції. Існує зростаючий соціальний попит на сталий розвиток та зменшення використання пестицидів [3, с. 73–77]. Виноробна промисловість вимагає рішень для адаптації до зміни клімату, контролю зрілості винограду, подолання слабкості деяких традиційних сортів, запобігання розвитку резистентності патогенів до засобів захисту рослин та зменшення сприйнятливості винограду до захворювань. З цих причин сучасні тенденції у виноградарстві та енології зосереджені на

схрещуванні лоз та дослідженні нових гібридних сортів винограду [4, с. 1–17]. Адаптація у вирощуванні винограду та вина має потенціал як для мінімізації втрат від загрозливих наслідків зміни клімату, так і для максимізації вигоди від сприятливих наслідків. Однією з адаптивних стратегій, прийнятих виноробною промисловістю у відповідь на зміну клімату та необхідність скорочення інтенсивного застосування засобів захисту рослин, стало створення міжвидових гібридів роду *Vitis*, стійких до грибкових хвороб і шкідників. До цієї групи належать сорти винограду PIWI (Pilzwiderstandsfähige Rebsorten), назва яких походить від німецького терміна, що означає «стійкі до грибкових захворювань». Сорти винограду групи PIWI характеризуються високою агрономічною та економічною ефективністю. Характеристики цих сортів винограду відрізняються від характеристик *Vitis vinifera*, що змушує вживати заходів і змінювати технологію виноробства для підтримки високої якості вина.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика адаптації виноградарства та виноробства до наслідків глобальних кліматичних змін є одним із пріоритетних напрямів сучасних наукових досліджень. Значна частина цих досліджень спрямована на пошук ефективних адаптивних рішень, здатних забезпечити стабільне функціонування виноградарсько-виноробної галузі в умовах зміни клімату [5, с. 19]. У працях українських і зарубіжних науковців значна увага приділяється розробленню адаптивних технологій вирощування винограду, оптимізації агротехнологічних заходів, удосконаленню технологій перероблення винограду, а також селекції нових сортів із високим адаптаційним потенціалом [6, с. 28]. Особливий інтерес викликають міжвидові гібриди та комплексностійкі сорти винограду, які поєднують високі технологічні характеристики з підвищеною стійкістю до основних грибкових захворювань, низьких температур, дефіциту вологи та інших несприятливих чинників навколишнього середовища.

Серед найбільш перспективних напрямів розвитку сучасного виноградарства особливе місце посідають сорти винограду групи PIWI (Pilzwiderstandsfähige Rebsorten), створені шляхом міжвидової гібридизації для забезпечення комплексної стійкості до грибкових хвороб. В останні десятиліття PIWI-сорти активно впроваджуються у виноградарських господарствах Німеччини, Швейцарії, Австрії, Італії, Франції,

Чехії та інших європейських країн. Їх використання розглядається як один із ключових інструментів реалізації концепції сталого виноградарства, оскільки дозволяє суттєво скоротити кількість фунгіцидних обробок, зменшити виробничі витрати, мінімізувати негативний вплив на довкілля та підвищити екологічну безпечність виробництва виноградної продукції.

Останні дослідження свідчать, що сучасні PIWI-сорти характеризуються не лише високою стійкістю до біотичних і абіотичних чинників, а й здатністю формувати виноград із високими технологічними показниками, придатний для виробництва конкурентоспроможних вин різних стилів. Водночас значна частина наукових робіт присвячена оцінці фізико-хімічних характеристик ягід, фенольного та ароматичного потенціалу, особливостей процесів бродіння, а також органолептичних властивостей вин, виготовлених із сортів PIWI.

Незважаючи на значний науковий інтерес до зазначеної тематики та активний розвиток PIWI-винаградарства у країнах Європи, питання оцінки технологічного потенціалу цих сортів в агрокліматичних умовах України залишаються недостатньо дослідженими. Потребують подальшого наукового обґрунтування адаптивні технології виробництва вин із сортів PIWI, їх фізико-хімічні та органолептичні характеристики, а також оцінка перспектив використання таких сортів як інструменту адаптивного та сталого розвитку виноробної галузі України.

Постановка завдання. Проведений аналіз наукових публікацій свідчить, що, незважаючи на значний інтерес до сортів винограду групи PIWI, питання оцінки їх технологічного та енологічного потенціалу в агрокліматичних умовах України залишаються недостатньо висвітленими. Особливої уваги потребують дослідження фізико-хімічних і органолептичних показників виноматеріалів, отриманих із сучасних PIWI-сортів, а також обґрунтування особливостей їх використання у виробництві вин різних типів. Крім того, недостатньо висвітлено питання можливості використання PIWI-сортів як інструменту адаптації виноробної галузі України до сучасних кліматичних викликів та забезпечення її сталого розвитку.

Це дозволяє стверджувати, що проведення досліджень, спрямованих на оцінку технологічного потенціалу сортів винограду PIWI та обґрунтування доцільності їх використання у сучасному виноробстві України, є актуальним і має важливе наукове та практичне значення.

Таким чином, метою дослідження є оцінка перспектив використання сортів винограду PIWI як інструменту адаптивного та сталого розвитку виноробної галузі України шляхом аналізу їх адаптаційного потенціалу, фізико-хімічних і органолептичних показників виноматеріалів, отриманих в агрокліматичних умовах України, а також обґрунтування можливостей їх практичного впровадження у виробництво вин високої якості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Глобальні кліматичні зміни є одним із визначальних чинників трансформації сучасного виноградарства та виноробства. За даними міжнародних досліджень, середня температура повітря у виноробних регіонах світу протягом вегетаційного періоду зросла приблизно на 1,3 °C упродовж другої половини XX століття, а кліматичні прогнози свідчать про її подальше підвищення ще приблизно на 2 °C протягом наступних десятиліть [7, с. 19–28]. У країнах Європи температура вегетаційного періоду за 1950–2004 роки збільшилася приблизно на 1,7 °C, що супроводжується зміною строків проходження фенологічних фаз виноградної лози, прискоренням досягання ягід, збільшенням теплозабезпечення, зміною фітосанітарної ситуації, посиленням ерозійних процесів ґрунтів та зростанням потреби у зрошенні [8, с. 43–54].

Підвищення температури повітря та збільшення частоти посушливих періодів істотно впливають на фізіологічні процеси виноградної рослини, змінюючи перебіг накопичення цукрів, органічних кислот, фенольних сполук і ароматичних компонентів. Унаслідок цього скорочується період дозрівання винограду, підвищується концентрація цукрів, знижується кислотність ягід, змінюється співвідношення фенольних та ароматичних речовин, що безпосередньо позначається на якості та типовості винопродукції [9, с. 11–16].

У відповідь на сучасні кліматичні виклики виноградарсько-виноробна галузь активно впроваджує адаптивні технології, які поєднують сучасні агротехнічні прийоми, селекційні досягнення та удосконалення технологій виноробства. Значна увага приділяється створенню та впровадженню сортів винограду, здатних забезпечувати стабільну продуктивність за умов зміни клімату та одночасно зменшувати антропогенне навантаження на довкілля [10, с. 114–126; 11, с. 14–26]. Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку сучасного виноградарства стало використання сортів винограду групи PIWI (*Pilzwiderstandsfähige Rebsorten*), які

характеризуються комплексною стійкістю до основних грибкових захворювань. Використання цих сортів дає можливість суттєво скоротити кількість фунгіцидних обробок, зменшити виробничі витрати та негативний вплив виноградарства на навколишнє середовище, що повністю відповідає сучасним принципам сталого розвитку [12, с. 4–6]. Слід зазначити, що рівень скорочення використання засобів захисту рослин залежить від комплексу чинників, серед яких генетично обумовлена стійкість конкретного сорту, погодно-кліматичні умови року, технологія вирощування та частка PIWI-сортів у структурі виноградних насаджень. Незважаючи на відмінності між окремими сортами, результати численних досліджень підтверджують їх значно вищу стійкість порівняно з традиційними сортами *Vitis vinifera* [12, с. 35–37; 13, с. 43–46].

Разом із беззаперечними агробіологічними перевагами PIWI-сорта характеризуються специфічними технологічними властивостями, які потребують адаптації технологічних процесів виноробства. Хімічний склад ягід, співвідношення органічних кислот, фенольних сполук, азотистих речовин та ароматичних прекурсорів у більшості PIWI-сортів відрізняється від традиційних сортів *Vitis vinifera* [14, с. 74–76]. Це безпосередньо впливає на перебіг спиртового бродіння, формування органолептичних властивостей вин та потребує індивідуального підходу до вибору технологічних режимів виробництва [15, с. 34–36].

Дослідження показують, що вина із сучасних PIWI-сортів здатні формувати високий якісний потенціал, однак особливості їхнього фізико-хімічного складу, зокрема підвищена титрована кислотність, нижчий вміст конденсованих танінів та специфічний ароматичний профіль, потребують застосування спеціально адаптованих технологічних схем перероблення винограду. Саме тому розроблення адаптивних технологій виробництва вин із сортів PIWI є одним із перспективних напрямів сучасних енологічних досліджень [15, с. 24–26].

Найбільшого поширення PIWI-сорта набули у країнах Європи, де вони успішно вирощуються в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Найбільш розповсюджені сорти PIWI, що використовуються у виноградарстві окремих країн, наведено в таблиці 1.

Сорти винограду PIWI в Україні активно використовують в різних виноробних регіонах. Такі виноградники знаходяться в Одеській, Хмельницькій, Закарпатській та Житомирській

областях. Одні із перших висадили сорти винограду PIWI в Одеській області, а саме сорт Совінйон Ритос, який отриманий від схрещування Совінйон блан і Бьянка і має хорошу стійкість до пероноспорозу та борошнистої роси.

На Хмельничині поміж інших сортів винограду вирощують також Соляріс та Йоханітер. Соляріс є найвідомішим сортом винограду PIWI, який був виведений у 1975 році в Німеччині в Інституті виноробства у Фрайбурзі. Його виняткова стійкість до грибкових захворювань дозволяє зменшити кількість хімічних обробок і забезпечує здоров'я та якість вина. Виноград Йоханітер – винний сорт раннього терміну дозрівання. Виведений в 1968 році в Німеччині директором Інституту виноробства у Фрайбурзі доктором Йоганном Циммерманом. В 2014 році сортове біле вино Йоханітер отримало перше місце серед білих вин на дегустації, яку проводила Асоціація сомельє України.

Також в серці Житомирщини, вирощують різні сорти винограду PIWI. Ця область лежить у зоні мішаних лісів, південна частина – у лісостеповій зоні. Ґрунтові і агрокліматичні умови сприятливі для розвитку сільського і лісового господарств [16, с. 15–18]. Житомирська область належить до вологої, помірно теплої агрокліматичної зони. Клімат області помірно континентальний [17, с. 27–29]. Враховуючи особливості регіону, були підібрані та посаджені сорти винограду PIWI. Цей виноградник став науково – дослідним майданчиком для вивчення адаптивних та інноваційних технологій. Тут представлені різні сорти винограду, а саме: Соляріс, Йоханітер, Іршаї Олівер, Девін, Дорнфельдер, Дунай, Блаубургер, Цвейгельт. Вивчення впливу сукупності агрокліматичних чинників на формування основних морфолого-біологічних

та якісних характеристик винограду здійснюватиметься на основі аналізу таких джерел [18, с. 14–16; 19, с. 11–13; 20, с. 24–29].

Протягом 2023–2024 досліджуваних років в Житомирській області спостерігається збільшення температури атмосферного повітря.

Згідно аналізу кількості опадів в більшості місяців року було достатньо, а в окремі місяці їх кількість значно перевищувала норму для сільськогосподарських культур. Волога є критично важливим фактором, що впливає на технологічні характеристики винограду. Зокрема, підвищена кількість опадів у період активної вегетації, особливо під час росту ягід, сприяє накопиченню в них органічних кислот та ароматичних сполук. Упродовж двох років спостережень було зафіксовано нерівномірний режим зволоження протягом вегетаційного періоду, що може негативно позначатися на якості врожаю. Для забезпечення оптимальних умов формування якісного винограду в досліджуваному регіоні рекомендована кількість опадів у період з квітня по вересень становить 250–350 мм [21, с. 9–16].

Агрометеорологічні умови 2024 року були особливо сприятливими для вирощування винограду сортів PIWI, які характеризуються раннім та середнім періодом дозрівання. Високі середньомісячні температури повітря створили оптимальні умови для повноцінного визрівання ягід та своєчасного досягнення технічної стиглості. Крім того, відсутність опадів упродовж останнього місяця перед збиранням врожаю сприяла зниженню ризику ураження ягід сірою гниллю та запобігла активації ферменту лаккази, що може негативно впливати на якість винограду.

Метеорологічні умови 2023 та 2024 рр. сприяли гарному визріванню сортів, і дозволили

Таблиця 1

Найбільш розповсюджені сорти винограду PIWI

Країна	Регіони	PIWI-сорти
Німеччина	Пфальц, Баден, Франконія	Solaris, Regent, Johanniter, Cabernet Cortis
Швейцарія	Тічино, Вале	Divico, Divona
Франція	Ельзас, Лангедок	Souvignier Gris, Muscaris
Італія	Трентіно-Альто Адідже, Фріулі	Bronner, Johanniter, Souvignier Gris
Австрія	Штирія, Нижня Австрія	Muscaris, Souvignier Gris, Donauriesling
Данія / Швеція	Зеландія, Сконе	Solaris, Rondo, Regent
Україна	Закарпатська, Хмельницька, Одеська, Житомирська обл.	Solaris, Muscaris, Cabernet Cortis, Johanniter
Словаччина	Західна Словаччина	Hibernal, Malverina, Laurot
Польща	Мала Польща, Свентокшиське	Rondo, Regent, Johanniter

призначити терміни збирання врожаю для сортів винограду Соляріс та Мускаріс у третій декаді серпня, а для Йоханітера і Девіна у другій декаді вересня. Оцінку за фізико-хімічними, біохімічними показниками проводили відповідно до чинної нормативної документації та методики оцінки сортів винограду, дані наведені в таблиці 2.

В рамках дослідження були виготовлені перші вина та проведений сенсорний аналіз виноматеріалів і вин, з метою встановлення загальної інтенсивності основних дескрипторів аромату та смаку

(флейвора). Виноград як сировина є головним чинником якості вин. Ретельне дослідження та вивчення фізико-хімічних, біохімічних та органолептичних показників винограду нових сортів дозволяє вдосконалювати технологічну схему виробництва, враховувати всі особливості сировини. Був проведений сенсорний аналіз вин з винограду PIWI сортів, з метою встановлення загальної інтенсивності основних дескрипторів аромату та смаку. Під час дегустації були використані дегустаційні листи розроблені згідно міжнародної системи оцінювання

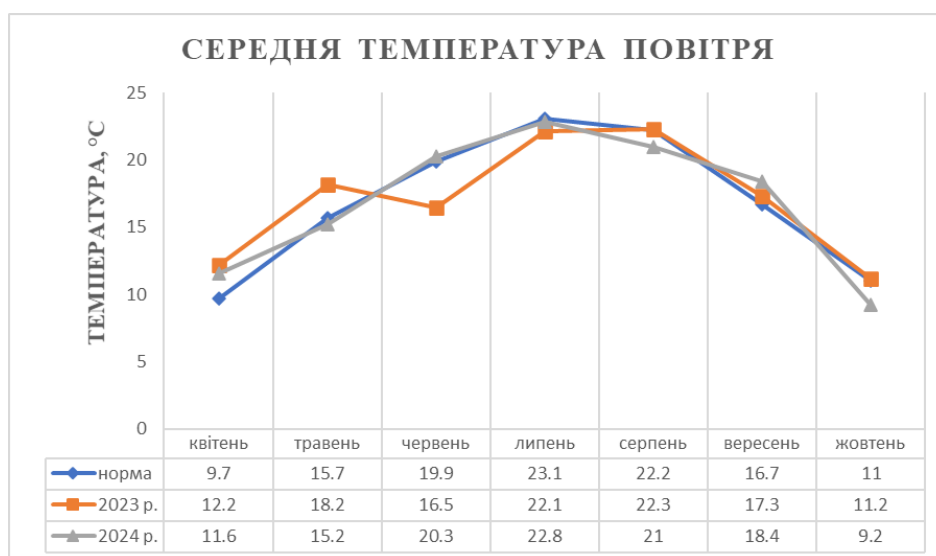


Рис. 1. Середня температура повітря [по місяцям] за вегетаційний період 2023–2024 р.

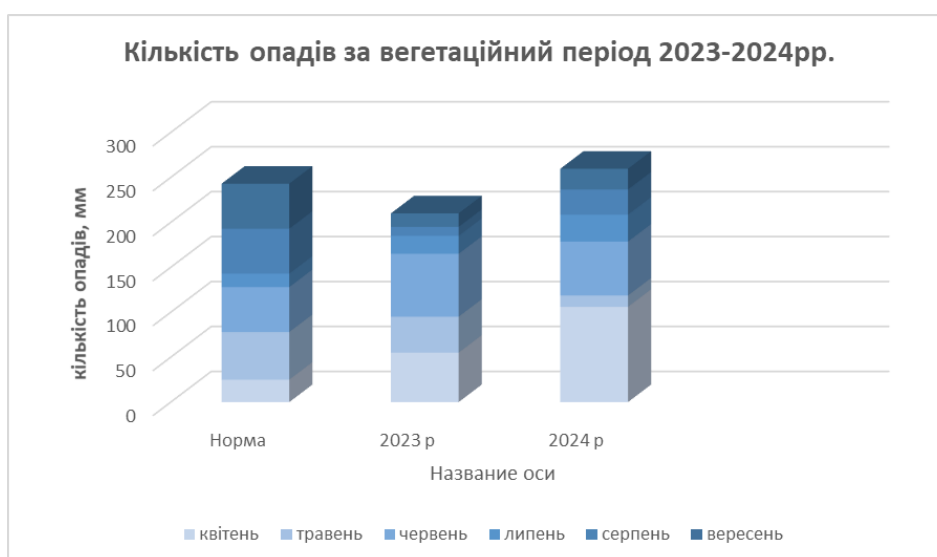


Рис. 2. Кількість опадів (по місяцях) за вегетаційний період 2023–2024 р.

Таблиця 2

Вуглеводно-кислотний комплекс винограду сортів PIWI

Показник	Назва сорту винограду			
	Соляріс	Йоханітер	Мускаріс	Девін
Дата збирання врожаю	21.08...23.08	11.09...14.09	29.08	10.09...13.09
Масова концентрація, г/дм ³				
цукрів	230...220	190...200	210	210
титрованих кислот	7,4	7,6	8,5	7,9
Значення pH	3,17...3,3	3,05...3,1	3,2	3,08...3,25

Примітка: *дані у таблиці представлено за 2 роки досліджень.

вин OIV за 100-бальною шкалою [22, с. 1–5]. Балова шкала дозволяє провести оцінку якості вин з віднесенням їх до п'яти категорій: від «чудово» до «незадовільно». Для дослідження таких значущих складників вина, як «зовнішній вигляд», «букет», «смак» і «загальні враження (гармонія)» був використаний профільний метод сенсорного оцінювання, а саме створення спектра флейвору вин сутність якого полягає в тому, що складне поняття одного з органолептичних властивостей представляють у вигляді сукупності простих складових, які оцінюються дегустаторами за якістю, інтенсивністю і порядком проявлення. Цей метод є найбільш інформативним, оскільки він охоплює всі аспекти сенсорної якості і дозволяє виявити, які складники букету, та смаку, є найбільш відповідними. На дегустації були представлені панелі дескрипторів букету та смаку, і за умовною п'яти бальною шкалою дегустатори представляли свої бали.

Для проведення досліджень була сформована та відкалібрована спеціалізована панель з 10 відібраних висококваліфікованих експертів, відповідно до міжнародного стандарту ДСТУ ISO 8586:2019 [23, с. 1–4]. Дегустація була проведена в лабораторії сенсорного аналізу, яка створена в Одеському національному технологічному університеті та акредитована відповідно до ISO/IEC 17025 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» у сфері «Сенсорний аналіз харчових продуктів».

Під час дослідження органолептичних показників якості вин з винограду PIWI сортів були визначені певні дескриптори для білих вин. Під час дослідження органолептичних показників якості вин з сортів винограду PIWI були визначені певні дескриптори. Дескриптори білих вин з винограду PIWI сортів: ананас, манго та маракуйя, а також ноти мускатної дині, солодких фруктів, ноти яблука, а також польових квітів. Вина мали збалансовану кислотність і насичену текстуру.

Вино виготовлене з винограду сорту Соляріс, мало насичений і складний профіль букету, та

смаку. А саме нотки тропічних фруктів, таких як ананас, манго та маракуйя, а також квіткові відтінки та цитрусові. Вино мало збалансовану кислотність і насичену текстуру.

Вино виготовлене з винограду сорту Геліос, мало насичений профіль букету, та смаку. Відчувались дуже яскраві ноти яблука, цитрусових і польових квітів. А також помірна кислотність з не дуже високим алкоголем.

Вино виготовлене з винограду сорту Йоханітер, нажалі вино було окиснене, це було видно і в кольорі, а також відчувалось в ароматі. Дескриптор аромату окиснене яблуко. І взагалі не було характерних дескрипторів. В смаку вина також не відчувався баланс кислотності та фруктовості.

Вино виготовлене з винограду сорту Дунай, дескриптори аромату вишня та шоколад. Вино з цього сорту мало виразний характер з фруктовими нотками і яскраво вираженою округлістю. Нотки перезрілої вишні переходять до цікавих ноток шоколаду. В смаку вина відчувалась насиченість і приємна терпкість.

Вино виготовлене з винограду сорту Дорнфельдер, Дескриптори аромату ожина, червона смородина, квіти. В смаку насичена бархатиста основа і легка терпкість.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Проведений аналіз сучасних тенденцій розвитку виноградарства та результати експериментальних досліджень підтвердили перспективність використання сортів винограду групи PIWI як одного з ефективних інструментів адаптації виноробної галузі України до сучасних кліматичних викликів. Встановлено, що PIWI-сорта характеризуються високою стійкістю до основних грибкових захворювань, здатністю адаптуватися до змін агрокліматичних умов та забезпечувати отримання виноградної сировини і виноматеріалів із належними фізико-хімічними та органолептичними показниками.

Результати дослідження свідчать, що використання PIWI-сортів сприяє зменшенню кількості

фунгіцидних обробок, зниженню виробничих витрат, мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище та створює передумови для впровадження принципів сталого виноградарства і виноробства. Водночас проведені дослідження підтверджують доцільність подальшого впровадження цих сортів у виробничу практику різних виноградарських регіонів України з урахуванням їх біологічних особливостей, технологічного потенціалу та адаптаційних можливостей. Отримані результати є початковим етапом комплексного дослідження енологічного потенціалу PIWI-сортів в умовах України. Подальші наукові дослідження будуть спрямовані на розширення асортименту досліджуваних сортів, оцінку їх адаптивності в різних ґрунтово-кліматичних зонах, вивчення фізико-хімічних, біохімічних і сенсорних характеристик виноматеріалів, а також удосконалення адаптивних технологій виробництва вин різних типів. Особливу увагу планується приділити визначенню енологічного потенціалу PIWI-сортів, оцінці їх екологічної та економічної ефективності, а також розширенню міжнародної наукової співпраці з метою впровадження інноваційних підходів до розвитку сталого виноградарства і виноробства в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vecchio R., Pomarici E., Giampietri E., Borrello M. Consumer acceptance of fungus-resistant grape wines: Evidence from Italy, the UK, and the USA. *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17, No. 4. Art. e0267198. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267198>
2. van Leeuwen C., Destrac-Irvine A. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. 2020. HAL Id: hal-02529650.
3. Etienne M., Alfredo C. Economic issues and perspectives on innovation in new resistant grapevine varieties in France. 2016. Vol. 5. P. 73–77.
4. Gonz M. R., Chira K., Escudier J. L. Disease resistant bouquet vine varieties: Assessment of the phenolic, aromatic, and sensory potential of their wines. 2019. P. 1–17.
5. Extraction, detection, and quantification of flavano-ellagitannins and ethylvescalagin in a Bordeaux red wine aged in oak barrels.
6. Із сортів винограду нової вітчизняної селекції : дис. канд. техн. наук. Київ, 2016.
7. Jones G. V. Climate, grapes, and wine: Structure and suitability in a changing climate. *Acta Horticulturae*. 2012. Vol. 931. P. 19–28. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.931.1>.
8. Palliotti A., Tombesi S., Silvestroni O., Lanari V., Gatti M., Poni S. Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related grape ripening: A review. *Scientia Horticulturae*. 2014. Vol. 178. P. 43–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.039>.
9. Frioni T., Squeri C., Del Zozzo F., Poni S., Guadagna P., Gatti M. et al. Investigating evolution and balance of grape sugars and organic acids in some new pathogen-resistant white grapevine varieties. 2021.
10. Sacchelli S., Fabbriizzi S., Menghini S. Climate change effects and adaptation strategies in the wine sector: A quantitative literature review. *Wine Economics and Policy*. 2016. Vol. 5, No. 2. P. 114–126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wep.2016.08.001>.
11. Di Vita G., Califano G., Raimondo M., Spina D., Hamam M., D'Amico M. et al. From roots to leaves: Understanding consumer acceptance in implementing climate-resilient strategies in viticulture. 2024.
12. Mian G., Nassivera F., Sillani S., Iseppi L. Grapevine resistant cultivars: A short review and the importance of the related wine consumption inclination. 2023.
13. Vezzulli S., Dolzani C., Migliaro D., Banchi E., Stedile T., Zatelli A. et al. The Fondazione Edmund Mach grapevine breeding program for downy and powdery mildew resistances: Toward a green viticulture. *Acta Horticulturae*. 2019. Vol. 1248. P. 109–114. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1248.16>
14. Linhart L., Moretti B., Herrera J. C., Forneck A., Pérez-Donoso A. Maximum stomatal conductance rather than stomatal sensitivity to drought differentiates the PIWI grapevine cultivar *Souvignier gris* from *Muscaris* and *Donauesling*. 2023. Vol. 57.
15. Duley G., Ceci A. T., Longo E., Boselli E. Oenological potential of wines produced from disease-resistant grape cultivars. 2023. P. 2591–2610.
16. Кліматичні зміни та сільське господарство: виклики для аграрної науки та освіти. 2024.
17. ISO 8586:2012. *Sensory analysis – General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. Geneva: International Organization for Standardization, 2012.
18. Țârdea P. C. *Viticultură*. Iași: Editura „Ion Ionescu de la Brad”. 2023.
19. Jitareanu C. D. Influence of environmental factors on some biochemical and physiological indicators in grapevine from Copou Vineyard. 2023.
20. Zhytomyrskyi natsionalnyi ahroekolohichnyi universytet. Title of publication. 2020.
21. Екологічні науки. 2024. № 56.
22. General Assembly of the International Organisation of Vine and Wine. Resolution OIV-OENO 671C-2024. Revision of the OIV Standard for International Wine and Spirituous Beverages of Vitivinicultural Origin Competitions. 2024. P. 1–2.
23. ДСТУ ISO 8586:2019. Дослідження сенсорне. Загальні настанови щодо відбору, навчання та контролю відібраних експертів та експертів з органолептичного оцінювання. Київ, 2019.

REFERENCES

1. Vecchio, R., Pomarici, E., Giampietri, E. and Borrello, M. (2022), *Consumer acceptance of fungus-resistant grape wines: Evidence from Italy, the UK, and the USA*, PLoS ONE, vol. 17, no. 4, Art. e0267198. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267198>
2. van Leeuwen, C. and Destrac-Irvine, A. (2020), *Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard*, HAL Id: hal-02529650.
3. Etienne, M. and Alfredo, C. (2016), *Economic issues and perspectives on innovation in new resistant grapevine varieties in France*, vol. 5, p. 73–77.
4. Gonz, M. R., Chira, K. and Escudier, J. L. (2019), *Disease resistant bouquet vine varieties: Assessment of the phenolic, aromatic, and sensory potential of their wines*, p. 1–17.
5. *Extraction, Detection, and Quantification of Flavano-Ellagitannins and Ethylvescalagin in a Bordeaux Red Wine Aged in Oak Barrels*.
6. Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii. 2016. *Iz sortiv vynohradu novoi vitchyznianoï selektsii. Dysertatsiia na zdobuttia naukovoï stupenia kandydata tekhnichnykh nauk*. Grape varieties of new domestic breeding. PhD dissertation.
7. Jones, G. V. (2012), *Climate, grapes, and wine: Structure and suitability in a changing climate*, *Acta Horticulturae*, vol. 931, p. 19–28. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.931.1>
8. Palliotti, A., Tombesi, S., Silvestroni, O., Lanari, V., Gatti, M. and Poni, S. (2014), *Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related grape ripening: A review*, *Scientia Horticulturae*, vol. 178, p. 43–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.039>
9. Frioni, T., Squeri, C., Del Zozzo, F., Poni, S., Guadagna, P., Gatti, M. et al. (2021), *Investigating evolution and balance of grape sugars and organic acids in some new pathogen-resistant white grapevine varieties*.
10. Sacchelli, S., Fabbri, S. and Menghini, S. (2016), *Climate change effects and adaptation strategies in the wine sector: A quantitative literature review*, *Wine Economics and Policy*, vol. 5, no. 2, p. 114–126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wep.2016.08.001>.
11. Di Vita, G., Califano, G., Raimondo, M., Spina, D., Hamam, M., D'Amico, M. et al. (2024), *From Roots to Leaves: Understanding Consumer Acceptance in Implementing Climate-Resilient Strategies in Viticulture*.
12. Mian, G., Nassivera, F., Sillani, S. and Iseppi, L. (2023), *Grapevine Resistant Cultivars: A Short Review and the Importance of the Related Wine Consumption Inclination*.
13. Vezzulli, S., Dolzani, C., Migliaro, D., Banchi, E., Stedile, T., Zatelli, A. et al. (2019), *The Fondazione Edmund Mach grapevine breeding program for downy and powdery mildew resistances: Toward a green viticulture*, *Acta Horticulturae*, vol. 1248, p. 109–114. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1248.16>
14. Linhart, L., Moretti, B., Herrera, J. C., Forneck, A. and Pérez-Donoso, A. (2023), *Maximum stomatal conductance rather than stomatal sensitivity to drought differentiates the PIWI grapevine cultivar Souvignier gris from Muscaris and Donauriesling*, vol. 57.
15. Duley, G., Ceci, A. T., Longo, E. and Boselli, E. (2023), *Oenological potential of wines produced from disease-resistant grape cultivars*, p. 2591–2610.
16. *Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo: vykyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity* (2024).
17. International Organization for Standardization (2012), *ISO 8586:2012. Sensory analysis – General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*, Geneva.
18. Țârdea, P. C. *Viticultură*. Iași: Editura „Ion Ionescu de la Brad”.
19. Jitareanu, C. D. (2023), *Influence of environmental factors on some biochemical and physiological indicators in grapevine from Copou Vineyard*.
20. Zhytomyrskyi Natsionalnyi Ahroekolohichnyi Universytet (2020), *Title of publication*.
21. *Ekolohichni nauky* (2024), No. 56.
22. General Assembly of the International Organisation of Vine and Wine. (2024). *Resolution OIV-OENO 671C-2024: Revision of the OIV Standard for International Wine and Spirituous Beverages of Vitivinicultural Origin Competitions*.
23. DSTU ISO 8586:2019. (2019). *Doslidzhennia sensorne. Zahalni nastanovy shchodo vidboru, navchannia ta kontroliu vidibranykh ekspertiv ta ekspertiv z orhanoleptychnoho otsiniuvannia*. (Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors).

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

Дата першого надходження статті до видання: 22.07.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

УДК 664.68:664.8.037:664.85

Божок О. С.,
kornikh.vl29@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-5127-2775,
к.т.н., доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи,
Вінницький торговельно-економічний інститут
Державного торговельно-економічного університету, м. Вінниця

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ АНТИОКСИДАНТІВ НА СТАБІЛЬНІСТЬ КОЛЬОРУ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРУКТОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Анотація. Існуючі тенденції розвитку харчової промисловості орієнтовані на виробництво продукції з натуральним складом, високою біологічною цінністю та мінімальним використанням синтетичних харчових добавок. Одним із найактуальніших напрямів є заміна синтетичних барвників і стабілізаторів кольору природними компонентами, які не лише забезпечують привабливий зовнішній вигляд продукції, а й підвищують її функціональні властивості. Особливу увагу привертають природні антиоксиданти рослинного походження, здатні уповільнювати процеси окиснення антоціанових пігментів і забезпечувати тривале збереження природного забарвлення ягідної сировини. Метою дослідження було встановлення впливу природних антиоксидантів рослинного походження на стабільність кольору кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини, визначення їх ефективності щодо збереження антоціанів та оцінка можливості використання як альтернативи синтетичним стабілізаторам кольору. Об'єктом дослідження був желейний мармелад на основі пюре чорної смородини. У роботі досліджували вплив екстракту розмарину, екстракту зеленого чаю та концентрату поліфенолів виноградних кісточок. Зразки зберігали протягом 60 діб за температури 20 ± 2 °C. Стабільність кольору оцінювали за координатами системи CIELAB (L^* , a^* , b^*), показником загальної зміни кольору ΔE , вмістом антоціанів та антиоксидантною активністю за методом DPPH. Статистичну обробку результатів виконували методом однофакторного дисперсійного аналізу. У результаті проведених досліджень встановлено, що використання природних антиоксидантів істотно уповільнює деградацію антоціанових пігментів під час зберігання продукції. Найвищу ефективність продемонстрував концентрат поліфенолів виноградних кісточок, який забезпечив збереження 86,5% антоціанів після 60 діб зберігання, тоді як у контрольному варіанті цей показник становив лише 58,4%. Одночасно загальна зміна кольору (ΔE) зменшилася з 9,21 у контрольному зразку до 3,42 у дослідному, що свідчить про значно вищу стабільність природного забарвлення. Доведено, що рослинні антиоксиданти сприяють підвищенню антиоксидантної активності готової продукції на 35–70% порівняно з контролем та забезпечують кращі органолептичні показники. Найвищі дегустаційні оцінки отримали зразки з екстрактом зеленого чаю та концентратом поліфенолів виноградних кісточок. Отримані результати підтверджують, що природні антиоксиданти можуть ефективно використовуватися як альтернатива синтетичним стабілізаторам кольору при виробництві кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини. Їх застосування забезпечує комплексний позитивний ефект, який полягає у стабілізації природного забарвлення, збереженні антоціанових пігментів, підвищенні антиоксидантної активності та покращенні споживчих властивостей продукції. Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження природних рослинних антиоксидантів у технології виробництва кондитерських виробів відповідно до сучасної концепції Clean Label. Перспективи подальших досліджень пов'язані з оптимізацією концентрацій природних антиоксидантів для різних видів ягідної сировини, вивченням їх синергетичної дії, застосуванням технологій мікрокапсулювання та дослідженням впливу сучасних пакувальних матеріалів на стабільність природного кольору під час тривалого зберігання.

Ключові слова: природні антиоксиданти, антоціани, стабільність кольору, поліфеноли, чорна смородина, Clean Label, антиоксидантна активність.

Bozhok O. S.,

kornukh.vl29@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-5127-2775,

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at the Department of Tourism, Hotel and Restaurant Business,

Vinnitsia Institute of Trade and Economics of State University of Trade and Economics, Vinnitsia

INFLUENCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS ON THE COLOR STABILITY OF CONFECTIONERY PRODUCTS CONTAINING FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS

Abstract. Current trends in the food industry are focused on producing foods with natural ingredients, enhanced nutritional value, and minimal use of synthetic food additives. One of the most promising approaches is replacing synthetic colorants and color stabilizers with natural compounds that not only preserve the attractive appearance of products but also improve their functional properties. Plant-derived natural antioxidants have attracted considerable attention because of their ability to inhibit the oxidative degradation of anthocyanins and maintain the natural color of berry-based foods during storage. The aim of this study was to investigate the effect of plant-derived natural antioxidants on the color stability of berry confectionery products, evaluate their ability to preserve anthocyanins, and assess their potential as an alternative to synthetic color stabilizers. The object of the study was jelly marmalade prepared from black currant puree. Rosemary extract, green tea extract, and grape seed polyphenol concentrate were used as natural antioxidants. The samples were stored for 60 days at 20 ± 2 °C. Color stability was evaluated using the CIELAB color system (L^* , a^* , b^*), total color difference (ΔE), anthocyanin retention, and antioxidant activity determined by the DPPH assay. Statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA). The results demonstrated that natural antioxidants significantly slowed anthocyanin degradation during storage. Grape seed polyphenol concentrate showed the highest efficiency, providing 86.5% anthocyanin retention after 60 days compared with only 58.4% in the control sample. The total color difference (ΔE) decreased from 9.21 in the control to 3.42 in the treated samples, indicating considerably better color stability. The addition of plant antioxidants increased antioxidant activity by 35–70% compared with the control and improved the sensory characteristics of the products. Samples containing green tea extract and grape seed polyphenols received the highest sensory evaluation scores. The obtained results confirm that plant-derived natural antioxidants can be successfully used as an alternative to synthetic color stabilizers in berry confectionery technology. Their application ensures better preservation of natural pigments, enhances antioxidant capacity, improves sensory quality, and supports the development of confectionery products that meet the requirements of the Clean Label concept. Further research should focus on optimizing antioxidant concentrations for different berry raw materials, investigating synergistic effects of combined plant extracts, developing microencapsulation technologies, and evaluating the influence of innovative packaging systems on long-term color stability.

Key words: natural antioxidants, anthocyanins, berry confectionery products, color stability, polyphenols, black currant, Clean Label, antioxidant activity.

JEL Classification: L 66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-04>

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних напрямів розвитку харчової промисловості є створення кондитерських виробів із використанням натуральної рослинної сировини, яка поєднує високі органолептичні властивості, харчову цінність та функціональне призначення. Зростання попиту на продукти з “чистою етикеткою” (Clean Label), які не містять синтетичних барвників, ароматизаторів і консервантів, стимулює виробників до пошуку природних альтернатив традиційним харчовим добавкам. Особливе зацікавлення у цьому напрямі викликають ягоди, які є природним джерелом антоціанів, флавоноїдів,

фенольних кислот, вітаміну С та інших біологічно активних сполук, що не лише формують привабливе забарвлення продукції, а й забезпечують її антиоксидантні властивості [1].

Ягідна сировина широко використовується у виробництві мармеладу, желейних виробів, пасти, зефіру, начинок, кремів, фруктових цукерок та інших кондитерських виробів. При цьому саме колір є одним із найважливіших показників якості, який визначає перше враження споживача та значною мірою впливає на його рішення щодо придбання продукції. Інтенсивне природне забарвлення асоціюється зі свіжістю, натуральністю та

високою харчовою цінністю виробу, тому збереження кольору протягом усього терміну зберігання є одним із ключових завдань сучасних харчових технологій [2].

Основними пігментами ягід є антоціани – водорозчинні поліфенольні сполуки, що забезпечують червоне, рожеве, пурпурове та синє забарвлення плодів. Незважаючи на високу антиоксидантну активність, антоціани характеризуються нестійкою хімічною структурою, яка легко руйнується під впливом технологічної обробки та зовнішніх чинників. Під час виробництва кондитерських виробів пігменти піддаються дії високих температур, кисню повітря, ультрафіолетового випромінювання, змін кислотності середовища, ферментативних процесів та іонів металів, що прискорює їх окиснення, деградацію і втрату кольору. Особливо інтенсивно ці процеси відбуваються під час варіння сиропів, концентрування ягідної маси, сушіння та тривалого зберігання готової продукції [3].

Втрата природного кольору супроводжується не лише погіршенням зовнішнього вигляду виробів, але й зниженням вмісту біологічно активних речовин, оскільки руйнування антоціанів відбувається одночасно зі зменшенням антиоксидантної активності продукту. В результаті це негативно впливає на функціональні властивості кондитерських виробів, скорочує термін їх придатності та погіршує конкурентоспроможність продукції на ринку. Тому питання стабілізації природних пігментів є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору.

Одним із найбільш перспективних способів підвищення стабільності кольору є використання природних антиоксидантів, які здатні пригнічувати процеси окиснення, нейтралізувати активні форми кисню, уповільнювати деградацію антоціанів та підтримувати стабільність поліфенольних комплексів. До таких антиоксидантів належать аскорбінова кислота, токофероли, розмаринова кислота, поліфеноли зеленого чаю, екстракти виноградної кісточки, чорноплідної горобини, журавлини, чорної смородини та інших рослин. Їх використання дозволяє зменшити швидкість втрати кольору без застосування синтетичних стабілізаторів, що відповідає сучасним тенденціям розвитку харчових технологій.

Таким чином, дослідження впливу природних антиоксидантів на стабільність кольору кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини є актуальним напрямом сучасної харчової науки, оскільки його результати

можуть стати науковою основою для вдосконалення рецептур, підвищення якості продукції та розширення асортименту функціональних кондитерських виробів із природними інгредієнтами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За останні десять років інтерес до використання природних барвників у харчовій промисловості значно зріс у зв'язку з посиленням вимог щодо безпечності харчових продуктів і поступовим скороченням використання синтетичних барвників. Провідні наукові дослідження свідчать, що природні пігменти рослинного походження можуть не лише забезпечувати привабливе забарвлення продукції, а й підвищувати її функціональну цінність завдяки високому вмісту біологічно активних речовин. Особливу увагу дослідники приділяють антоціанам, які визнані одними з найперспективніших природних барвників для кондитерської галузі [4; 5].

Сучасні дослідження показують, що стабільність антоціанів визначається насамперед їхньою хімічною будовою. Встановлено, що ацильовані та більш складні за структурою антоціани характеризуються значно вищою стійкістю до нагрівання, світла та коливань кислотності, ніж неацильовані форми. Саме тому останніми роками активно досліджуються джерела антоціанів із природно підвищеною стабільністю, зокрема чорна морква, чорна смородина, чорноплідна горобина та бузина [6; 7].

Численні дослідження присвячені встановленню факторів, які прискорюють руйнування природних пігментів. Встановлено, що найбільш негативний вплив мають підвищена температура, контакт із киснем, тривале освітлення, високі значення рН, дія металів змінної валентності та окиснювальних ферментів. У кондитерському виробництві ці фактори часто поєднуються, що значно ускладнює забезпечення стабільності кольору під час технологічної обробки та зберігання готової продукції [8].

Важливим напрямом сучасних досліджень є застосування природних антиоксидантів як стабілізаторів кольору. Доведено, що поліфенольні сполуки, екстракти розмарину, зеленого чаю, виноградної кісточки, а також деякі рослинні кислоти можуть суттєво зменшувати швидкість окиснення антоціанів і сприяти збереженню інтенсивності забарвлення протягом тривалого зберігання. Значний ефект також спостерігається при використанні сумішей природних антиоксидантів, які проявляють синергетичну дію [9].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із технологіями копігментації, комплексоутворення та мікрокапсулювання антоціанів. Використання білків, пектину, альгінатів, мальтодекстрину, гумі-арабіку та інших природних біополімерів дозволяє створювати захисні структури навколо молекул пігментів, підвищуючи їхню стійкість до термічного впливу, світла та окиснення. Такі технології вже успішно застосовуються при виробництві функціональних кондитерських виробів [10; 11].

Водночас аналіз сучасної наукової літератури показує, що більшість досліджень присвячена окремим механізмам стабілізації антоціанів або оцінці властивостей окремих природних барвників. Значно менше робіт стосується комплексного дослідження впливу природних антиоксидантів на стабільність кольору саме кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини різних технологічних груп (мармелад, желейні цукерки, пастила, зефір, фруктові начинки тощо). Недостатньо вивченими залишаються питання взаємодії антиоксидантів із рецептурними компонентами, впливу технологічних режимів виробництва на ефективність їхньої дії та визначення оптимальних концентрацій для забезпечення максимальної стабільності кольору без погіршення смакових властивостей продукції. Саме дані аспекти потребують подальших наукових досліджень.

Постановка завдання. Метою дослідження було визначити ефективність природних антиоксидантів рослинного походження щодо збереження природного кольору виробів під час зберігання та оцінити можливість їх використання як альтернативи синтетичним барвникам і стабілізаторам.

Для досягнення поставленої мети поставлено такі завдання:

- розробити модельну рецептуру желейного мармеладу на основі пюре чорної смородини з використанням природних антиоксидантів рослинного походження;
- визначити ступінь збереження антоціанових пігментів у процесі зберігання продукції;
- оцінити зміну кольорових характеристик виробів за координатами системи CIELAB (L^* , a^* , b^*) та показником загальної зміни кольору ΔE ;
- визначити антиоксидантну активність дослідних зразків і встановити взаємозв'язок між антиоксидантною активністю та стабільністю кольору;
- провести органолептичну оцінку готових виробів і визначити вплив природних антиоксидантів на їх споживчі властивості;

– порівняти ефективність природних антиоксидантів із традиційними синтетичними стабілізаторами кольору та оцінити перспективність їх використання у технології кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини концепції Clean Label.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження впливу природних антиоксидантів на стабільність кольору кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини було розроблено модельну рецептуру желейного мармеладу на основі пюре чорної смородини. Саме чорна смородина була обрана завдяки високому вмісту антоціанів (понад 250 мг/100 г) та значній антиоксидантній активності, що робить її перспективною сировиною для виробництва функціональних кондитерських виробів.

У дослідженні було виготовлено чотири дослідні зразки желейного мармеладу.

Контроль – традиційна рецептура без додавання антиоксидантів.

Дослід 1 – із внесенням 0,20% екстракту розмарину.

Дослід 2 – із внесенням 0,30% екстракту зеленого чаю.

Дослід 3 – із внесенням 0,50% концентрату поліфенолів виноградних кісточок.

Усі зразки виготовляли за однаковою технологією. Температура уварювання становила 92 ± 2 °C, кислотність готової маси підтримувалася на рівні pH 3,2–3,4. Зберігали продукцію протягом 60 діб при температурі 20 ± 2 °C без доступу прямого світла.

Для оцінювання стабільності кольору визначали координати кольору у системі CIELAB (L^* , a^* , b^*), розраховували загальну зміну кольору (ΔE), визначали вміст антоціанів диференціальним спектрофотометричним методом та антиоксидантну активність за методом DPPH. Кожне визначення виконували у триразовій повторності. Статистичну обробку проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA), відмінності вважали достовірними при $p < 0,05$.

Вже після 30 діб зберігання контрольний зразок характеризувався помітною втратою інтенсивності забарвлення. Значення координати a^* , яка характеризує насиченість червоного кольору, зменшилося майже на 20%, тоді як у дослідних зразках цей показник змінювався значно повільніше. Найкращі результати були отримані при використанні поліфенольного концентрату виноградних кісточок (Табл. 1).

Результати, наведені у таблиці 1, свідчать, що внесення природних антиоксидантів істотно сповільнює деградацію антоціанових пігментів. Якщо у контрольному варіанті після 60 діб зберігання втрачалось понад 40% природних барвників, то використання екстракту зеленого чаю дозволило зберегти 79,2%, а концентрату поліфенолів виноградинних кісточок – 86,5% антоціанів. Одночасно величина ΔE зменшилася майже утричі, що свідчить про значно краще збереження природного кольору виробів.

Для детальнішої оцінки стабільності кольору було досліджено динаміку зміни показника ΔE протягом усього періоду зберігання. Аналіз динаміки показника ΔE показав, що найбільш інтенсивні зміни кольору відбувалися у контрольному варіанті протягом усього періоду зберігання. Уже через 30 діб величина ΔE перевищила 4 одиниці, що відповідає добре помітній зміні кольору для споживача. У дослідних варіантах процес деградації відбувався значно повільніше. Найкращу стабільність забезпечував концентрат поліфенолів виноградинних кісточок, у якому навіть після 60 діб значення ΔE залишалося меншим ніж

3,5 одиниці, що свідчить про високу ефективність цього природного антиоксиданта (Табл. 2).

Координати кольорового простору CIELAB свідчать, що найбільших змін зазнав показник a^* , який характеризує інтенсивність червоного забарвлення. У контрольному варіанті його значення істотно зменшилося, тоді як застосування концентрату поліфенолів виноградинних кісточок забезпечило збереження понад 90% початкової інтенсивності кольору. Найвищі значення координати L^* були зафіксовані у контрольному варіанті, що вказує на освітлення продукту внаслідок деградації антоціанових пігментів (Табл. 3).

Поряд із фізико-хімічними показниками було проведено органолептичну оцінку готової продукції (Табл. 4).

Органолептичний аналіз підтвердив результати фізико-хімічних досліджень. Найвищі дегустаційні оцінки отримали зразки з екстрактом зеленого чаю та поліфенолами виноградинних кісточок. Вони характеризувалися насиченим природним кольором, гармонійним ягідним смаком і високою загальною споживчою привабливістю. Застосування екстракту розмарину також

Таблиця 1

Вплив природних антиоксидантів на зміну кольору мармеладу після 60 діб зберігання

Варіант	Збереження антоціанів, %	ΔE	Антиоксидантна активність, %
Контроль	58,4±1,6	9,21±0,34	41,8±1,4
Екстракт розмарину	74,8±1,3*	5,63±0,22*	56,9±1,2*
Екстракт зеленого чаю	79,2±1,5*	4,78±0,18*	63,4±1,6*
Поліфеноли виноградинних кісточок	86,5±1,1*	3,42±0,16*	71,6±1,3*

Примітка. * – різниця достовірна відносно контролю ($p < 0,05$).

Таблиця 2

Динаміка зміни показника ΔE під час зберігання мармеладу

Варіант	0 діб	15 діб	30 діб	45 діб	60 діб
Контроль	0,00	2,11	4,83	6,97	9,21
Екстракт розмарину	0,00	1,34	2,86	4,37	5,63
Екстракт зеленого чаю	0,00	1,02	2,31	3,58	4,78
Поліфеноли виноградинних кісточок	0,00	0,84	1,76	2,61	3,42

Таблиця 3

Координати кольору мармеладу після 60 діб зберігання

Варіант	L^*	a^*	b^*
Контроль	33,8	18,4	5,6
Екстракт розмарину	32,7	22,5	4,7
Екстракт зеленого чаю	32,1	23,8	4,2
Поліфеноли виноградинних кісточок	31,8	25,2	3,8

Таблиця 4

Органолептична оцінка мармеладу (5-бальна шкала)

Варіант	Колір	Смак	Запах	Консистенція	Загальна оцінка
Контроль	4,0	4,5	4,6	4,7	4,45
Екстракт розмарину	4,6	4,3	4,2	4,7	4,45
Екстракт зеленого чаю	4,8	4,8	4,8	4,8	4,80
Поліфеноли винограду кісточок	4,9	4,9	4,8	4,8	4,85

Таблиця 5

Порівняльна ефективність природних антиоксидантів і синтетичного стабілізатора кольору

Варіант	ΔE	Збереження антоціанів, %	Антиоксидантна активність, %
Синтетичний стабілізатор кольору	3,10	–	22,1
Екстракт розмарину	5,63	74,8	56,9
Екстракт зеленого чаю	4,78	79,2	63,4
Поліфеноли винограду кісточок	3,42	86,5	71,6

позитивно впливало на стабільність кольору, однак у деяких дегустаторів відзначався слабо виражений трав'янистий присмак.

Для оцінювання перспективності використання природних антиоксидантів проведено порівняння їх ефективності з традиційним синтетичним стабілізатором кольору (Табл. 5).

Порівняльний аналіз показав, що синтетичний стабілізатор забезпечував дещо меншу зміну кольору, однак практично не впливав на антиоксидантну активність готової продукції. На відміну від нього, природні антиоксиданти одночасно стабілізували колір і значно підвищували функціональну цінність мармеладу. Найкращі результати були отримані при використанні концентрату поліфенолів винограду кісточок, який поєднував високу кольоростійкість із найбільшим рівнем антиоксидантної активності.

Отримані результати свідчать, що підвищення стабільності кольору пояснюється здатністю поліфенольних антиоксидантів нейтралізувати активні форми кисню, інгібувати окиснювальні процеси та утворювати копігментні комплекси з антоціанами. Завдяки цьому сповільнюється руйнування хромофорної системи молекул антоціанів, зберігається інтенсивність природного забарвлення та забезпечується вища стабільність кольору під час зберігання.

Загалом результати виконаного дослідження підтвердили високу ефективність природних антиоксидантів як альтернативи традиційним синтетичним стабілізаторам кольору. Використання екстракту зеленого чаю та особливо концентрату поліфенолів винограду кісточок дозволило підвищити збереження антоціанів на

28–48%, зменшити загальну зміну кольору більш ніж удвічі, покращити органолептичні властивості та збільшити антиоксидантну активність готових виробів на 35–70% порівняно з контролем. З огляду на це, можна стверджувати про перспективність застосування природних рослинних антиоксидантів у технології кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини, орієнтованих на концепцію Clean Label, підвищену функціональну цінність і тривалий термін зберігання.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Здійснене дослідження підтвердило доцільність використання природних антиоксидантів рослинного походження для підвищення стабільності кольору кондитерських виробів з використанням фруктово-ягідної сировини. Встановлено, що введення екстракту розмарину, екстракту зеленого чаю та концентрату поліфенолів винограду кісточок істотно уповільнює деградацію антоціанових пігментів у процесі зберігання желевого мармеладу на основі пюре чорної смородини. Найвищу ефективність продемонстрував концентрат поліфенолів винограду кісточок, який забезпечив збереження 86,5% антоціанів після 60 діб зберігання, тоді як у контрольному варіанті цей показник становив лише 58,4%.

Використання природних антиоксидантів сприяло зменшенню загальної зміни кольору (ΔE) у 1,6–2,7 рази порівняно з контролем, що свідчить про значно вищу стабільність природного забарвлення виробів. Аналіз координат кольору в системі CIELAB показав, що найбільш ефективно природні антиоксиданти забезпечували

збереження координати a^* , яка характеризує інтенсивність червоного кольору, тобто показника, найбільш чутливого до руйнування антоціанових пігментів.

Доведено, що застосування рослинних антиоксидантів не лише стабілізує колір продукції, але й підвищує її антиоксидантну активність на 35–70 % порівняно з контрольним варіантом. Органолептична оцінка підтвердила високу споживчу привабливість дослідних зразків. Найвищі дегустаційні бали отримали вироби з екстрактом зеленого чаю та концентратом поліфенолів виноградних кісточок, які характеризувалися насиченим природним кольором, гармонійним смаком і високою загальною якістю.

Порівняння із традиційним синтетичним стабілізатором кольору показало, що природні антиоксиданти забезпечують комплексний позитивний ефект. Хоча синтетичні добавки ефективно підтримують інтенсивність забарвлення, вони не підвищують біологічну цінність продукції. Натомість рослинні антиоксиданти одночасно стабілізують природний колір, збільшують вміст біологічно активних сполук та антиоксидантний потенціал готових виробів, що відповідає сучасним вимогам концепції Clean Label і тенденціям виробництва функціональних харчових продуктів.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні оптимальних концентрацій природних антиоксидантів для різних видів ягідної сировини, вивченні їх синергетичної дії при комбінованому застосуванні, дослідженні впливу сучасних методів пакування та умов зберігання на стабільність антоціанових пігментів. Крім того, перспективним є дослідження біодоступності поліфенольних сполук після технологічної обробки та оцінка їх впливу на функціональні властивості готової продукції, що сприятиме створенню нових конкурентоспроможних кондитерських виробів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Li W., Pu Y., Tang Z., Zhao F., Xie M., Qin S. Energy transfer dynamics in B-phycoerythrin from the red alga *Porphyridium purpureum*. *Chinese Journal of Physics*. 2020. Vol. 66. P. 24–35.
2. Benchikh Y., Aissaoui A., Allouch R., Mohellebi N. Optimising anthocyanin extraction from strawberry fruits using response surface methodology and application in yoghurt as natural colorants and antioxidants. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. Vol. 58. P. 1987–1995.

3. Minaya L., Cadena E., Nhu T., Bois E., Raes K., Mey M., Dewulf J. Natural pigments in food and feed: Current status, gaps, and sustainability recommendations across biological kingdoms. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2026. Vol. 29. Article 103046. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2026.103046>.

4. Di Salvo E., Lo Vecchio G., Pasquale R., Maria L., Tardugno R., Vadalà R., Cicero N. Natural pigments production and their application in food, health and other industries. *Nutrients*. 2023. Vol. 15. Article 1923. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15081923>.

5. Janiszewska-Turak E., Pisarska A., Królczyk J. Natural food pigments application in food products. *Nauka Przyroda Technologie*. 2016. Vol. 10. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.17306/J.NPT.2016.4.51>.

6. Magalhães D., Gonçalves R., Rodrigues C. V., Rocha H. R., Pintado M., Coelho M. C. Natural pigments recovery from food by-products: Health benefits towards the food industry. *Foods*. 2024. Vol. 13. Article 2276. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13142276>.

7. Sanna D., Fadda A. Waste from food and agro-food industries as pigment sources: Recovery techniques, stability and food applications. *Nutraceuticals*. 2022. Vol. 2. P. 365–383.

8. Liu M.-H., Li Y.-F., Chen B.-H. Preparation of chlorophyll nanoemulsion from pomelo leaves and its inhibition effect on melanoma cells A375. *Plants*. 2021. Vol. 10. Article 1664.

9. Coelho M. C., Ribeiro T. B., Oliveira C., Batista P., Castro P., Monforte A. R., Rodrigues A. S., Teixeira J., Pintado M. In vitro gastrointestinal digestion impact on the bioaccessibility and antioxidant capacity of bioactive compounds from tomato flours obtained after conventional and ohmic heating extraction. *Foods*. 2021. Vol. 10. Article 554.

10. Saad F., Al-Shaikh T. M., Zouidi F., Taher M. A., Saidi S. A., Hamden K. Betalain-enriched beetroots exhibit antiulcer and anti-inflammatory potentials. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2023. Vol. 2023. Article 9522830.

11. Coelho M., Pereira R., Rodrigues A. S., Teixeira J. A., Pintado M. E. Extraction of tomato by-products' bioactive compounds using ohmic technology. *Food and Bioproducts Processing*. 2019. Vol. 117. P. 329–339.

REFERENCES

1. Li, W., Pu, Y., Tang, Z., Zhao, F., Xie, M., & Qin, S. (2020). Energy transfer dynamics in B-phycoerythrin from the red alga *Porphyridium purpureum*. *Chinese Journal of Physics*, 66, 24–35.
2. Benchikh, Y., Aissaoui, A., Allouch, R., & Mohellebi, N. (2021). Optimising anthocyanin extraction from strawberry fruits using response

surface methodology and application in yoghurt as natural colorants and antioxidants. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 1987–1995.

3. Minaya, L., Cadena, E., Nhu, T., Bois, E., Raes, K., Mey, M., & Dewulf, J. (2026). Natural pigments in food and feed: Current status, gaps, and sustainability recommendations across biological kingdoms. *Journal of Agriculture and Food Research*, 29, Article 103046. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2026.103046>.

4. Di Salvo, E., Lo Vecchio, G., Pasquale, R., Maria, L., Tardugno, R., Vadalà, R., & Cicero, N. (2023). Natural pigments production and their application in food, health and other industries. *Nutrients*, 15, Article 1923. <https://doi.org/10.3390/nu15081923>.

5. Janiszewska-Turak, E., Pisarska, A., & Królczyk, J. (2016). Natural food pigments application in food products. *Nauka Przyroda Technologie*, 10, 1–13. <https://doi.org/10.17306/J.NPT.2016.4.51>.

6. Magalhães, D., Gonçalves, R., Rodrigues, C. V., Rocha, H. R., Pintado, M., & Coelho, M. C. (2024). Natural pigments recovery from food by-products: Health benefits towards the food industry. *Foods*, 13, Article 2276. <https://doi.org/10.3390/foods13142276>.

7. Sanna, D., & Fadda, A. (2022). Waste from food and agro-food industries as pigment sources:

Recovery techniques, stability and food applications. *Nutraceuticals*, 2, 365–383.

8. Liu, M.-H., Li, Y.-F., & Chen, B.-H. (2021). Preparation of chlorophyll nanoemulsion from pomelo leaves and its inhibition effect on melanoma cells A375. *Plants*, 10, Article 1664.

9. Coelho, M. C., Ribeiro, T. B., Oliveira, C., Batista, P., Castro, P., Monforte, A. R., Rodrigues, A. S., Teixeira, J., & Pintado, M. (2021). In vitro gastrointestinal digestion impact on the bioaccessibility and antioxidant capacity of bioactive compounds from tomato flours obtained after conventional and ohmic heating extraction. *Foods*, 10, Article 554.

10. Saad, F., Al-Shaikh, T. M., Zouidi, F., Taher, M. A., Saidi, S. A., & Hamden, K. (2023). Betalain-enriched beetroots exhibit antiulcer and anti-inflammatory potentials. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023, Article 9522830.

11. Coelho, M., Pereira, R., Rodrigues, A. S., Teixeira, J. A., & Pintado, M. E. (2019). Extraction of tomato by-products' bioactive compounds using ohmic technology. *Food and Bioprocess Processing*, 117, 329–339.

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



Дата першого надходження статті до видання: 24.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

УДК 663.4:577.1:544.6:641.5

Бужанська М. В.,
buganskam@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9251-4727,
Researcher ID: G-2366-2019,
к.х.н., доц., доцент кафедри харчових технологій,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

МОЛЕКУЛЯРНА ГАСТРОНОМІЯ ПИВА ЯК ІНТЕГРАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПІДХОДІВ У СУЧАСНЕ КУЛІНАРНЕ МИСТЕЦТВО

Анотація. У сучасних умовах розвитку ресторанного господарства та інноваційних харчових технологій зростає інтерес до використання методів молекулярної гастрономії для створення продуктів із новими текстурними та сенсорними характеристиками. Одним із перспективних напрямів є використання пива як функціональної сировини для формування структурованих гастрономічних систем. Метою дослідження є аналіз фізико-хімічних властивостей пива та обґрунтування можливості його використання у технологіях молекулярної гастрономії, зокрема під час отримання пивних сфер методом сферифікації. У роботі застосовано методи теоретичного аналізу, узагальнення та систематизації сучасних наукових даних щодо хімічного складу, колоїдних властивостей та механізмів структуроутворення в багатокомпонентних харчових системах. Проаналізовано особливості хімічного складу пива як складної колоїдної системи, що містить білки, поліпептиди, поліфеноли, органічні кислоти, ізо- α -кислоти хмелю, леткі ароматичні сполуки та розчинений карбон (IV) оксид. Встановлено, що сукупність зазначених компонентів зумовлює поверхнево-активні, піноутворюючі та структуроутворюючі властивості пива, які можуть бути використані у технологіях молекулярної гастрономії. Показано, що процес сферифікації пива ґрунтується на механізмі зовнішнього йонного гелеутворення внаслідок взаємодії натрій альгінату з йонами кальцію з утворенням кальцій-альгінатної структури за механізмом «egg-box». Визначено основні фізико-хімічні фактори, що впливають на ефективність формування пивних сфер, зокрема кислотність середовища, вміст розчиненого карбон (IV) оксиду, концентрацію гелеутворювача, йонів кальцію та реологічні характеристики системи. Обґрунтовано доцільність застосування методу зворотної сферифікації для отримання стабільних пивних сфер із рідким ядром та вираженими сенсорними властивостями. Наукова новизна роботи полягає в узагальненні та систематизації фізико-хімічних закономірностей процесу сферифікації пива як багатокомпонентної колоїдної системи. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх використання під час розроблення інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.

Ключові слова: пиво, молекулярна гастрономія, сферифікація, альгінат натрію, йонне гелеутворення, колоїдна система, пивні сфери, структуроутворення.

Buzhanska M. V.,
buganskam@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9251-4727
Researcher ID: G-2366-2019
Ph.D, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Food Technologies,
Lviv University of Trade and Economics, Lviv

MOLECULAR GASTRONOMY OF BEER AS AN INTEGRATION OF BIOTECHNOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL APPROACHES INTO MODERN CULINARY ART

Abstract. In the context of the development of the restaurant industry and innovative food technologies, increasing attention is being paid to the application of molecular gastronomy techniques for the creation of products with novel textural and sensory characteristics. One of the promising approaches is the use of beer as a functional raw material for the development of structured gastronomic systems. The aim of this study was to analyze the physicochemical properties of beer and to substantiate the feasibility of its application in

molecular gastronomy technologies, particularly in the production of beer spheres using the spherification method. The study employed methods of theoretical analysis, generalization, and systematization of current scientific data concerning the chemical composition, colloidal properties, and structure-forming mechanisms in multicomponent food systems. The peculiarities of the chemical composition of beer as a complex colloidal system containing proteins, polypeptides, polyphenols, organic acids, hop iso- α -acids, volatile aromatic compounds, and dissolved carbon dioxide were analyzed. It was found out that the combination of these components determines the surface-active, foam-forming, and structure-forming properties of beer, which can be effectively utilized in molecular gastronomy technologies. It was demonstrated that the beer spherification process is based on the mechanism of external ionic gelation resulting from the interaction between sodium alginate and calcium ions, leading to the formation of a calcium alginate structure according to the "egg-box" model. The main physicochemical factors affecting the efficiency of beer sphere formation were identified, including medium acidity, dissolved carbon dioxide content, concentrations of the gelling agent and calcium ions, as well as the rheological properties of the system. The feasibility of applying the reverse spherification method for obtaining stable beer spheres with a liquid core and pronounced sensory properties was substantiated. The scientific novelty of the study lies in the generalization and systematization of the physicochemical principles governing the spherification of beer as a multicomponent colloidal system. The practical significance of the obtained results consists in the possibility of their application in the development of innovative products for the restaurant industry.

Key words: beer; molecular gastronomy, spherification, sodium alginate, ionic gelation, colloidal system, beer spheres, structure formation.

JEL Classification: L66, O31, O32

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-05>

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку ресторанного господарства та харчових технологій особливої актуальності набуває пошук інноваційних підходів до створення кулінарної продукції з високими органолептичними характеристиками та новими споживчими властивостями. Одним із перспективних напрямів є молекулярна гастрономія, яка поєднує досягнення фізики, хімії, біотехнології та кулінарного мистецтва для формування нових текстур, смакових поєднань і способів подачі страв та напоїв.

Пиво як складна багатокомпонентна система містить широкий спектр біологічно активних речовин, ароматичних сполук, білків, полісахаридів та продуктів ферментації, що створює значний потенціал для його використання в молекулярній гастрономії. Водночас сучасна практика застосування пива у кулінарному мистецтві переважно обмежується традиційними технологіями приготування страв і напоїв, тоді як можливості використання фізико-хімічних процесів, структуроутворення, гелеутворення, сферизації, емульгування та інших методів молекулярної гастрономії залишаються недостатньо дослідженими.

Потреба в інтеграції біотехнологічних та фізико-хімічних підходів для створення інноваційних кулінарних продуктів на основі пива зумовлює необхідність наукового обґрунтування механізмів формування їхніх властивостей,

удосконалення технологічних рішень та розширення можливостей використання пивної сировини в сучасному кулінарному мистецтві. Це визначає актуальність дослідження та потребу в комплексному вивченні потенціалу молекулярної гастрономії пива як перспективного напрямку розвитку індустрії гостинності та харчових технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження у сфері молекулярної гастрономії розглядають її як міждисциплінарний напрям, що інтегрує харчову хімію, біотехнологію та інженерію харчових систем. У наукових працях підкреслюється роль фундаментальних фізико-хімічних процесів у формуванні нових текстур і сенсорних властивостей продуктів, зокрема через контроль структуроутворення та фазових переходів у харчових системах [1–4]. Окремо відзначається значення інженерного підходу до кулінарії як основи для розвитку інноваційних гастрономічних технологій [4].

Значна частина сучасних досліджень присвячена процесам йонного гелеутворення та сферифікації як ключового методу молекулярної гастрономії. Роботи деталізують вплив концентрації реагентів, умов середовища та кінетики масопереносу на якість гелевих сфер, а також описують модифікації базової технології для різних харчових систем [5].

Встановлено, що утворення кальцій-альгінатних структур відбувається за механізмом «egg-box» і визначається дифузійними процесами та реологічними властивостями системи [6; 7].

Окремий напрям досліджень стосується фізико-хімічних властивостей пива як складної колоїдної системи. Встановлено, що білково-поліфенольні комплекси, продукти бродіння та леткі ароматичні сполуки формують його сенсорний профіль і технологічні властивості [8–11]. Дослідження також підкреслюють можливість використання пива як функціональної основи для створення інноваційних харчових систем із контрольованими текстурними характеристиками, що відкриває перспективи його застосування у технологіях молекулярної гастрономії [1; 8].

Постановка завдання. Метою цього дослідження є теоретичне обґрунтування та аналіз можливостей використання пива як об'єкта молекулярної гастрономії шляхом інтеграції біотехнологічних і фізико-хімічних підходів у сучасне кулінарне мистецтво. Для досягнення поставленої мети досліджено науково-теоретичні засади молекулярної гастрономії та особливості її застосування в ресторанному господарстві, проаналізовано фізико-хімічний склад і технологічні властивості пива як сировини для створення інноваційних кулінарних продуктів, охарактеризовано роль біотехнологічних процесів бродіння у формуванні його органолептичних характеристик. Особливу увагу приділено вивченню можливостей застосування сучасних методів молекулярної гастрономії, зокрема сферизації, гелеутворення, емульгування та піноутворення, при створенні страв і напоїв на основі пива. Також досліджено вплив фізико-хімічних факторів на формування структури, текстури, стабільності та сенсорних властивостей готових виробів, а також обґрунтовано перспективи впровадження інноваційних технологічних рішень на основі пива в практику сучасного кулінарного мистецтва та ресторанного господарства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пиво – це складна багатокомпонентна дисперсна система біотехнологічного походження, фізико-хімічні властивості якої формуються внаслідок поєднання процесів пророщення солоду, ферментації та післябродильного дозрівання. Сукупність колоїдних, поверхневих та реологічних характеристик зумовлює перспективність використання пива як функціональної основи у технологіях молекулярної гастрономії, спрямованих

на цілеспрямовану модифікацію текстури, структури та сенсорного профілю харчових систем.

Формування хімічного складу пива відбувається протягом послідовних технологічних стадій – пророщення солоду, затирання, кип'ятіння суслу з хмелем, алкогольного бродіння та дозрівання. Кожен із зазначених етапів супроводжується складними ферментативними й термохімічними перетвореннями, результатом яких є утворення значної кількості низько- та високомолекулярних сполук. За сучасними даними, у пиві ідентифіковано понад 800–1000 компонентів, серед яких моно- і олігосахариди, декстрини, пептиди, амінокислоти, органічні кислоти, поліфеноли, меланоїдини, ізо- α -кислоти хмелю, леткі ароматичні речовини та мінеральні компоненти [8, 9].

Центральним біотехнологічним процесом виробництва є алкогольне бродіння, під час якого дріжджі роду *Saccharomycetes* метаболізують зброджувані цукри відповідно до рівняння:



Одночасно реалізуються вторинні метаболічні шляхи, зокрема реакції Ерліха, що супроводжуються утворенням вищих спиртів, альдегідів, естерів та інших летких компонентів. Естери синтезуються шляхом ферментативної конденсації ацил-КоА зі спиртами за участю алкогольацетилтрансфераз дріжджової клітини. Саме ці сполуки формують характерний фруктовий-квітковий ароматичний профіль багатьох сортів пива.

З позицій фізичної хімії пиво є багатофазною дисперсною системою, у якій співіснують істинно розчинені речовини, колоїдні частинки та газова фаза у вигляді розчиненого й диспергованого карбон(IV) оксиду. Колоїдна стабільність значною мірою визначається утворенням білково-поліфенольних комплексів, стабілізованих водневими зв'язками, гідрофобними взаємодіями та π - π -стекінгом ароматичних фрагментів поліфенолів [12, 13]. Надмірне агрегування таких комплексів може спричиняти холодне або необоротне колоїдне помутніння.

Важливими фізико-хімічними характеристиками пива є кислотність (рН 3,8–4,6), поверхневий натяг, в'язкість, буферна ємність, газотримувальна здатність і реологічні параметри. Сукупність цих показників визначає поведінку системи під час реалізації процесів емульгування, аерації, гелеутворення та сферифікації.

Особливий інтерес для молекулярної гастрономії становлять поверхнево-активні компоненти пива [14]. До них належать гідрофобні білки

солоду, насамперед lipid transfer protein 1 (LTP1), поліпептиди середньої молекулярної маси, ізо- α -кислоти хмелю та високомолекулярні полісахариди (табл. 1). Адсорбуючись на межі поділу фаз «газ-рідина», зазначені сполуки знижують поверхневий натяг та формують високоеластичні адсорбційні шари, що забезпечують утворення і стабілізацію пивної піни.

Пивна піна є типовою висококонцентрованою дисперсною системою типу «газ у рідині», стійкість якої визначається міжфазними явищами, швидкістю дренажу рідкої фази та коалесценцією газових бульбашок. Якість піни вважається одним із ключових критеріїв технологічної якості напою.

Вміст води у пиві перевищує 90%, що разом із присутністю органічних кислот, екстрактивних речовин і колоїдних компонентів забезпечує його сумісність із різними гідроколоїдними системами. При взаємодії з альгінатом натрію, агаром, карагінаном, пектином або желатином пиво здатне утворювати структуровані гелі з прогнозованими реологічними властивостями.

Особливий інтерес становить технологія сферифікації, базована на реакції йонного зшивання лінійних ланцюгів альгінату двовалентними катіонами кальцію за механізмом «egg-box». Утворення тривимірної сітки кальцій-альгінатного гелю забезпечує формування еластичної оболонки навколо рідкої пивної фази, що дозволяє створювати нові текстурні форми подачі традиційного напою.

Окрім сферифікації, фізико-хімічні властивості пива відкривають можливості для використання технологій емульгування, аерації, кріоструктурування та створення піно-гелевих систем. Завдяки широкому спектру летких ароматичних речовин різної полярності й леткості структуровані системи на основі пива можуть забезпечувати кероване вивільнення смако-ароматичних компонентів під час споживання, що

є одним із ключових принципів сучасної молекулярної гастрономії.

Важливу роль у формуванні кольору, смаку та антиоксидантних властивостей пива відіграють меланоїдини – високомолекулярні нітрогенмісні полімерні продукти реакції Майяра між редукуючими цукрами та амінокислотами. Ці сполуки формують характерне забарвлення темних сортів пива, беруть участь у зв'язуванні йонів металів змінної валентності та виявляють антиоксидантну активність.

Білковий комплекс пива представлений переважно низькомолекулярними пептидами, білками LTP1, зимінами, а також залишковими проламіновими фракціями зернової сировини. Білки визначають піностійкість, колоїдну стабільність та текстурні характеристики напою. Водночас їх взаємодія з поліфенолами є основною причиною утворення колоїдних помутнень [8].

У промисловому виробництві для підвищення колоїдної стабільності застосовують процеси фільтрації, центрифугування, мембранного розділення та використання стабілізаторів білкової і поліфенольної природи.

Формування ароматичного профілю значною мірою пов'язане з леткими складними ефірами, серед яких домінують етилацетат, ізоамілацетат, етилкапроат та етилкаприлат. Концентрація зазначених сполук залежить від штаму дріжджів, температури бродіння, аерації суслу та нітрогенного живлення дріжджів [9].

Фенольні сполуки, зокрема 4-вінілгваякол, 4-вінілфенол та тирозол, утворюються переважно внаслідок ферментативного декарбоксилювання гідроксикоричних кислот зернової сировини. Вони забезпечують формування характерних пряних, гвоздичних, димних та ванільних ароматичних відтінків.

Органічні кислоти, представлені молочною, оцтовою, яблучною, янтарною та лимонною кислотами, беруть участь у підтриманні буферних

Таблиця 1

Основні групи сполук пива та їх функціонально-технологічне значення у молекулярній гастрономії

Група сполук	Представники	Технологічне значення
Ізо- α -кислоти	гумулон, когумулон	формування гіркоти, стабілізація піни
Білки та пептиди	LTP1, білки солоду	піноутворення, текстуроутворення
Поліфеноли	катехіни, флавоноли	антиоксидантна активність, комплексоутворення
Органічні кислоти	молочна, яблучна	регулювання рН, смаковий баланс
Естери	ізоамілацетат	ароматичний профіль
Меланоїдини	продукти реакції Майяра	колір, смак, антиоксидантні властивості

властивостей середовища, впливають на мікробіологічну стабільність і визначають свіжість смаку.

Окрему групу біологічно активних речовин становлять поліфеноли хмелю та солоду, представлені катехінами, проантоціанідинами, флавонолами та фенольними кислотами. Завдяки антиоксидантній активності та здатності до комплексоутворення вони суттєво впливають на колоїдну стійкість, стабільність піни та сенсорні характеристики пива.

Таким чином, пиво є складною колоїдною системою з вираженими поверхневими, реологічними та структуруючими властивостями. Сукупність фізико-хімічних характеристик його компонентів створює наукове підґрунтя для використання пива як функціональної сировини у технологіях молекулярної гастрономії, де керування міжмолекулярними взаємодіями дозволяє цілеспрямовано модифікувати текстурні, ароматичні та візуальні властивості кулінарних виробів.

Сферифікація (сферування) є одним із найбільш поширених методів молекулярної гастрономії, що дозволяє трансформувати рідкі харчові системи у сферичні структури з рідким або напіврідким ядром, оточеним тонкою желевою оболонкою. Метод ґрунтується на контрольованому йонному гелеутворенні та широко застосовується для модифікації текстурних і сенсорних характеристик харчових продуктів.

Фізико-хімічною основою процесу є зовнішнє йонне гелеутворення, яке реалізується внаслідок взаємодії натрій альгінату з двовалентними катіонами, переважно Ca^{2+} . Альгінат натрію – це лінійний аніонний полісахарид, побудований із залишків β -D-мануронової (M) та α -L-гулуринової (G) кислот. Саме G-блоки полімерного ланцюга здатні координувати йони кальцію з утворенням тривимірної просторової структури за механізмом «egg-box». У сформованій координаційній сітці йони Ca^{2+} виконують функцію міжланцюгових містків, забезпечуючи виникнення пружного гелю (Рис. 2).

Процес формування оболонки визначається одночасним перебігом дифузії йонів кальцію в полімерну матрицю та кінетикою йонного зшивання макромолекул альгінату. На початковій стадії внаслідок високого концентраційного градієнта Ca^{2+} формується тонкий поверхневий гелевий шар, який у подальшому потовщується за рахунок внутрішньої дифузії катіонів. Швидкість структуроутворення залежить від концентрації реагентів, молекулярної маси альгінату, співвідношення M/G-фрагментів, температури, рН середовища та часу контакту краплі з кальцієвою ванною.

У технологіях молекулярної гастрономії використовують два основні способи сферифікації: прямий і зворотний. При прямій сферифікації

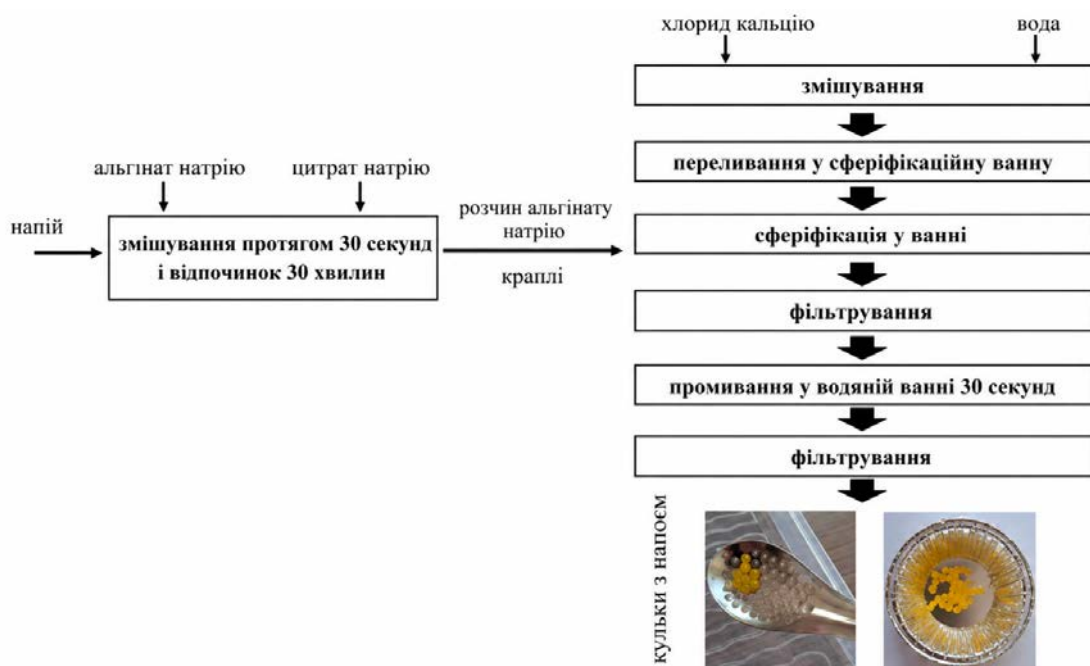


Рис. 1. Технологія виготовлення пивних сфер

натрій альгінат вводять безпосередньо до харчової системи, після чого її дозують у розчин кальцієвої солі (табл. 2). Метод доцільно застосовувати для рідин із низьким вмістом йонів кальцію та помірною кислотністю. Під час зворотної сферифікації кальцієві солі додають до продукту, який надалі занурюють у розчин альгінату натрію. Даний підхід забезпечує стабільнішу структуру оболонки та запобігає надмірному ущільненню гелю під час зберігання.

Для експериментального дослідження процесу сферифікації було розроблено рецептуру пивних сфер на основі світлого фільтрованого пива типу Lager. Вибір даного сорту обумовлений його стабільними фізико-хімічними показниками, помірною кислотністю (рН 4,2–4,5), низькою в'язкістю та збалансованим ароматичним профілем, що забезпечує відтворюваність процесу йонного гелеутворення. Склад рецептурної композиції наведено у табл. 3.

Під час виготовлення пивних сфер використовували метод зворотної сферифікації. Для цього до попередньо дегазованого пива вносили лактат кальцію у кількості 2% від маси системи та перемішували до повного розчинення. Одержану суміш дозували у 1%-й розчин альгінату натрію, приготовлений на питній воді. Тривалість витримання крапель у кальцій-альгінатній ванні становила 60–90 с, після чого сформовані сфери промивали водою для припинення подальшого процесу гелеутворення.

Застосування зворотної сферифікації дозволило отримати сфери правильної сферичної форми з еластичною оболонкою та рідким ядром, що забезпечувало характерний сенсорний ефект миттєвого вивільнення смако-ароматичних речовин пива під час споживання.

Використання пива як дисперсійного середовища суттєво ускладнює механізм сферифікації через його багатокомпонентний склад та колоїдну

Таблиця 2

**Технологічні операції, обладнання та функціональні компоненти,
що використовуються під час сферифікації пива**

Етап технологічного процесу	Обладнання та інструменти	Функціональні інгредієнти та їх призначення
Підготовка пивної основи	лабораторні ваги, мірний посуд, магнітна мішалка	пиво (основна дисперсна система); цитрат натрію (регулювання рН та стабілізація процесу гелеутворення)
Приготування альгінатної композиції	високошвидкісний диспергатор або магнітна мішалка	альгінат натрію (структуроутворювач та прекурсор гелевої оболонки)
Формування крапель	дозатор, піпетка, шприц або перистальтичний насос	альгінатно-пивна композиція
Гелеутворення (сферифікація)	реакційна ванна, лабораторний стакан	водний розчин кальцій хлориду (джерело йонів Ca^{2+} для йонного зшивання альгінату)
Промивання сфер	сито, фільтр або дренажна система	демінералізована вода для видалення залишків кальцієвого розчину
Оцінювання якості сфер	штатгенциркуль, текстурометр, рН-метр, оптичний мікроскоп	сфери пива; визначення геометричних, структурно-механічних та органолептичних показників
Зберігання готового продукту	холодильна камера, герметичні контейнери	сфери пива у стабілізуючому середовищі

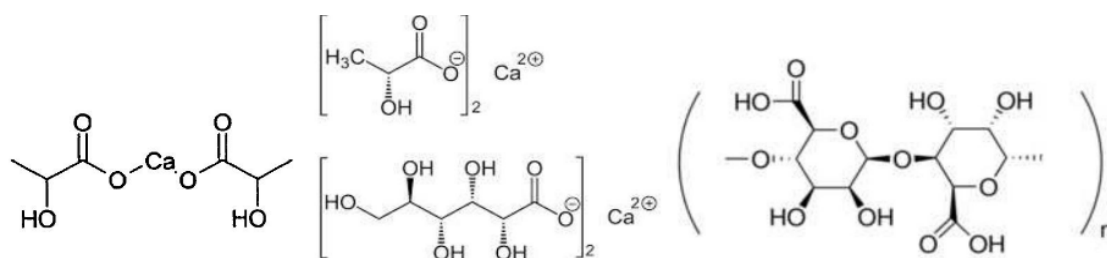


Рис. 2. Схематичне зображення механізму йонного зшивання альгінату натрію іонами кальцію під час сферифікації пива та формування гелевої оболонки пивних сфер

Таблиця 3

Рецептура пивних сфер, виготовлених методом зворотної сферифікації

Сировина та компоненти	Брутто, г	Нетто, г	Функціональне призначення компонента
Пиво світле фільтроване «Львівське 1715»	100,0	100,0	Основна дисперсна фаза; джерело смако-ароматичних речовин, етилового спирту, білків, поліфенолів та CO ₂
Лактат кальцію	2,0	2,0	Джерело йонів Ca ²⁺ для іонного зшивання альгілату; забезпечує формування та стабілізацію гелевої оболонки
Альгінат натрію	5,0	5,0	Гелеутворювач; формує тривимірну полімерну матрицю за механізмом «egg-box»
Вода питна для приготування альгінатної ванни	500,0	500,0	Дисперсійне середовище для одержання розчину альгілату та забезпечення процесу сферифікації
Вода питна для промивання сфер	300,0	300,0	Видалення надлишку альгілату та припинення подальшого процесу гелеутворення
Вихід готових сфер	—	95,0±2,0	Формування сферичної структури з рідким ядром та еластичною оболонкою

Примітка. Для отримання стабільних сфер пиво перед проведенням сферифікації піддавали попередній дегазації протягом 10–15 хв при температурі (20±2) °C з метою зменшення впливу розчиненого карбон(IV) оксиду на процес гелеутворення.

природу. Білки, поліпептиди, β-глюкани, поліфеноли та інші екстрактивні речовини здатні змінювати реологічні характеристики системи, впливати на коефіцієнт дифузії йонів Ca²⁺ та брати участь у додаткових міжмолекулярних взаємодіях із полісахаридною матрицею [8, 9]. Зокрема, білково-поліфенольні комплекси можуть обмежувати рухливість макромолекул альгілату, що відображається на товщині та механічній міцності сформованої оболонки.

Додатковим фактором є присутність розчиненого карбон(IV) оксиду, який під час дегазації або нагрівання інтенсивно десорбується, спричиняючи локальні масообмінні процеси та формування пористої мікроструктури гелю. Це може знижувати механічну міцність сфер і погіршувати їх морфологічну однорідність. У зв'язку з цим перед проведенням сферифікації рекомендовано здійснювати попередню дегазацію пива.

Суттєвий вплив на процес має кислотність середовища. При значеннях рН нижче 3,5 відбувається протонування карбоксилатних груп альгілату ($\text{-COO}^- \rightarrow \text{-COOH}$), що зменшує кількість доступних центрів координації для йонів кальцію та уповільнює процес гелеутворення. Для більшості сортів пива характерний діапазон рН 4,0–4,6, який забезпечує ефективне формування кальцій-альгінатної сітки без необхідності істотного коригування кислотності.

Структурно-механічні властивості отриманих сфер визначаються концентрацією альгілату натрію та кальцієвої солі. Підвищення

концентрації альгілату сприяє збільшенню густини полімерної сітки, товщини оболонки та її пружності. Разом із тим, надлишковий вміст Ca²⁺ призводить до надмірного зшивання полімерних ланцюгів, формування жорстких і крихких гелів та погіршення органолептичних характеристик продукту.

З позицій реології пивні сфери є складними багатофазними системами типу «рідина в гелі», функціональні властивості яких визначаються співвідношенням між модулем пружності оболонки та плинністю внутрішньої фази. Одним із ключових критеріїв якості таких систем є забезпечення оптимального балансу між механічною стабільністю під час зберігання та здатністю оболонки швидко руйнуватися в ротовій порожнині, забезпечуючи контрольоване вивільнення смако-ароматичних компонентів.

Таким чином, сферифікація пива є комплексним фізико-хімічним процесом, у якому поєднуються явища масопереносу, дифузії, йонного зшивання та структуроутворення. Використання даної технології дозволяє створювати інноваційні гастрономічні продукти з прогнозованими текстурними характеристиками та новими сенсорними властивостями, що розширює можливості застосування пива у сучасному ресторанному господарстві.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Проведений аналіз фізико-хімічних властивостей пива як багатокомпонентної колоїдної системи підтвердив

перспективність його використання у технологіях молекулярної гастрономії. Встановлено, що білки, поліфеноли, органічні кислоти, ізо- α -кислоти хмелю та розчинений карбон(IV) оксид зумовлюють поверхнево-активні, піноутворювальні та структуроутворюючі властивості пива.

Показано, що процес сферифікації пива базується на механізмі йонного гелеутворення альгілату натрію з йонами кальцію та залежить від кислотності середовища, концентрації гелеутворювача, вмісту розчиненого CO₂ і реологічних характеристик системи. Обґрунтовано доцільність використання методу зворотної сферифікації для отримання стабільних пивних сфер із рідким ядром та вираженими сенсорними властивостями.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу різних сортів пива на кінетику гелеутворення, структурно-механічні властивості сфер та процеси вивільнення смако-ароматичних компонентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горшкова Л., Павлюк В., Ярмолук Д. Застосування технологій молекулярної кухні як чинник зростання ресторанного сервісу. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2022. № 1 (5). С. 15–20. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.1\(5\).2022.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(5).2022.3).
2. Luck L. A. Molecular gastronomy: scientific foundations, educational practices, and culinary applications. *Handbook of Molecular Gastronomy: Scientific Foundations, Educational Practices, and Culinary Applications*. Boca Raton: CRC Press, 2021. P. 537–540.
3. Burke R., Kelly A., Lavelle C., This H. V. Kientza (eds.). *Handbook of Molecular Gastronomy: Scientific Foundations, Educational Practices, and Culinary Applications*. Boca Raton: CRC Press, 2021. 894 p. ISBN 978-0-367-74161-7.
4. Aguilera J. M. Relating food engineering to cooking and gastronomy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018. Vol. 17. P. 1021–1039. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12361>.
5. Tireki S. Basic spherification as a gelation application in the kitchen: diffusion coefficient estimation and appearance quality of beverage pearls. *Physics of Fluids*. 2025. Vol. 37. 037156. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0246163>.
6. Sen D. J. Cross linking of calcium ion in alginate produce spherification in molecular gastronomy by pseudoplastic flow. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2017. Vol. 5, No. 1. P. 1–10. URL: <http://wjpsonline.com/index.php/wjps/article/view/cross-linking-calcium-ion-alginate-produce-spherification>.

wjpsonline.com/index.php/wjps/article/view/cross-linking-calcium-ion-alginate-produce-spherification.

7. Halford B. The Science of Spherification. *Chemical & Engineering News Archive*. 2015. Vol. 92. P. 35–36. DOI: <https://doi.org/10.1021/cen-09242-scitech2>.

8. Stachowiak B., Bukowski K. New trends in the brewing industry. Functional beers – raw material and technological aspects of their production. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 2021. Vol. 28, No. 1 (126). P. 5–27. DOI: <https://doi.org/10.15193/zntj/2021/126/365>.

9. Michalski J., Sasiadek W., Owsiany K. Characteristic of selected chemical compounds responsible for organoleptic properties of beer. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. 2018. No. 542. P. 101–112. DOI: <https://doi.org/10.15611/pn.2018.542.08>.

10. Gaikwad S. A., Kulthe A. A., Suthar T. R. Characterization of flavoured sweet water balls prepared by basic spherification technique. *International Journal of Chemical Studies*. 2019. Vol. 7. P. 1714–1718.

11. Barth R. *The Chemistry of Beer: The Science in the Suds*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013. 330 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118733745>.

12. Królak K., Kobus K., Kordialik-Bogacka E. Effects on beer colloidal stability of full-scale brewing with adjuncts, enzymes, and finings. *European Food Research and Technology*. 2022. Vol. 249. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04131-7>.

13. Mastanjević K., Krstanović V., Lukinac J., Jukić M., Vulin Z., Mastanjević K. Beer – The Importance of Colloidal Stability (Non-Biological Haze). *Fermentation*. 2018. Vol. 4. Art. 91. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation4040091>.

14. Nepovinnikh N., Petrova O. Food hydrocolloids: classification, functional properties and applications. *Food Systems*. 2025. Vol. 8. P. 66–72. DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-66-72>.

REFERENCES

1. Horshkova L., Pavliuk V. and Yarmoliuk D. (2022), Zastosuvannia tekhnolohii molekuliarnoï kukhni yak chynnyk zrostannia restorannoho servisu, *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*, № 1 (5), s. 15–20. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.1\(5\).2022.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(5).2022.3).
2. Luck, L. A. (2021), Molecular gastronomy: scientific foundations, educational practices, and culinary applications, *Handbook of Molecular Gastronomy: Scientific Foundations, Educational Practices, and Culinary Applications*, CRC Press, Boca Raton, p. 537–540.
3. Burke R., Kelly A., Lavelle C. and This, H. V. Kientza (eds.) (2021), *Handbook of Molecular*

Gastronomy: Scientific Foundations, Educational Practices, and Culinary Applications, CRC Press, Boca Raton, 894 p. ISBN 978-0-367-74161-7.

4. Aguilera, J. M. (2018), Relating food engineering to cooking and gastronomy, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 17, p. 1021–1039. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12361>.

5. Tireki S. (2025), Basic spherification as a gelation application in the kitchen: diffusion coefficient estimation and appearance quality of beverage pearls, *Physics of Fluids*, vol. 37, 037156. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0246163>.

6. Sen, D. J. (2017), Cross linking of calcium ion in alginate produce spherification in molecular gastronomy by pseudoplastic flow, *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 5, No. 1, p. 1–10, available at: <http://wjpsonline.com/index.php/wjps/article/view/cross-linking-calcium-ion-alginate-produce-spherification>.

7. Halford B. (2015), The Science of Spherification, *Chemical & Engineering News Archive*, vol. 92, p. 35–36. DOI: <https://doi.org/10.1021/cen-09242-scitech2>.

8. Stachowiak B. and Bukowski K. (2021), New trends in the brewing industry. Functional beers – raw material and technological aspects of their production, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, vol. 28, No. 1 (126), p. 5–27. DOI: <https://doi.org/10.15193/zntj/2021/126/365>.

9. Michalski J., Szaśiadek W. and Owsiany K. (2018), Characteristic of selected chemical compounds responsible for organoleptic properties of beer, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, No. 542, p. 101–112. DOI: <https://doi.org/10.15611/pn.2018.542.08>.

10. Gaikwad, S. A., Kulthe, A. A. and Suthar, T. R. (2019), Characterization of flavoured sweet water balls prepared by basic spherification technique, *International Journal of Chemical Studies*, vol. 7, p. 1714–1718.

11. Barth R. (2013), *The Chemistry of Beer: The Science in the Suds*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 330 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118733745>.

12. Królak K., Kobus K. and Kordialik-Bogacka E. (2022), Effects on beer colloidal stability of full-scale brewing with adjuncts, enzymes, and finings, *European Food Research and Technology*, vol. 249, p. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04131-7>.

13. Mastanjević K., Krstanović V., Lukinac J., Jukić M., Vulin Z. and Mastanjević K. (2018), Beer – The Importance of Colloidal Stability (Non-Biological Haze), *Fermentation*, vol. 4, Art. 91. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation4040091>.

14. Nepovinnikh N. and Petrova O. (2025), Food hydrocolloids: classification, functional properties and applications, *Food Systems*, vol. 8, p. 66–72. DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-66-72>.

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



Дата першого надходження статті до видання: 06.05.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.06.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

УДК 664.951.6:663.05:665.58

Голембовська Н. В.,

natashagolembovska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8159-4020, Researcher ID CAA-3051-2022

к.т.н., доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Баль-Прилипко Л. В.,

bplv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-9489-8610, Researcher ID MIO-4001-2025

д.т.н., професор кафедри громадського здоров'я та нутриціології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ізраєлян В. М.,

vs88@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7242-3227, Researcher ID MGV-1225-2025

к.т.н., доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ВПЛИВ НАТУРАЛЬНОГО БАРВНИКА НА СЕНСОРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РИБНИХ КОВБАС

Анотація. У статті висвітлено результати дослідження впливу натурального бурякового барвника на сенсорні характеристики рибних ковбас з метою розроблення безпечних та конкурентоспроможних рибних продуктів із використанням природних інгредієнтів. Актуальність роботи зумовлена необхідністю вдосконалення традиційних технологій рибних ковбасних виробів шляхом пошуку натуральних компонентів, здатних забезпечити привабливі органолептичні властивості готової продукції та виступати альтернативою синтетичним харчовим добавкам, зокрема нітриту натрію. Метою дослідження було встановлення впливу натурального бурякового барвника на формування сенсорного профілю рибних ковбас та обґрунтування доцільності його використання у складі рецептур. У ході виконання досліджень розроблено рецептури дослідних зразків рибних ковбас із різним дозуванням натурального бурякового барвника та проведено їх комплексну сенсорну оцінку за показниками зовнішнього вигляду, інтенсивності та рівномірності забарвлення, смаку, аромату, консистенції, соковитості й загального споживчого сприйняття. На основі профільного аналізу встановлено закономірності впливу досліджуваного інгредієнта на формування флейвору та органолептичних характеристик готового продукту. Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні технологічної доцільності використання натурального бурякового барвника у виробництві рибних ковбас та встановленні його впливу на формування кольору, смако-ароматичного комплексу і консистенційних властивостей продукту. Визначено, що внесення натурального барвника сприяє покращенню візуального сприйняття готового продукту, забезпечує формування більш вираженого та рівномірного рожевого забарвлення, а також позитивно впливає на гармонійність сенсорного профілю. Практичне значення роботи полягає у можливості використання натурального бурякового барвника як перспективного рецептурного компонента при виробництві рибних ковбас з метою часткової або повної заміни нітриту натрію. За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш збалансованими сенсорними характеристиками характеризувався зразок 2, який може бути рекомендований для подальшого впровадження у виробничу практику.

Ключові слова: рибні ковбаси, натуральний барвник, буряковий екстракт, сенсорні характеристики, флейвор, нітрит натрію.

Holembovska N. V.,

natashagolembovska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8159-4020, Researcher ID GZL-3051-2022
Candidate of Technical Sciences (equivalent to a PhD), Associate Professor,
Department of Technologies of Meat, Fish and Seafood Products,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Bal-Prylypko L. V.,

bplv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-9489-8610, Researcher ID MIO-4001-2025
Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Public Health and Nutrition,
National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Israeli V. M.,

vs88@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7242-3227, Researcher ID MGV-1225-2025
Candidate of Technical Sciences (equivalent to a PhD), Associate Professor,
Department of Technologies of Meat, Fish and Seafood Products,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

THE EFFECT OF NATURAL COLORANT ON THE SENSORY CHARACTERISTICS OF FISH SAUSAGES

Abstract. *This article presents the results of a study on the effect of natural beetroot dye on the sensory characteristics of fish sausages, with the aim of developing safe and competitive fish products using natural ingredients. The relevance of this work stems from the need to improve traditional fish sausage production technologies by identifying natural components that provide attractive organoleptic properties to the finished product and serve as an alternative to synthetic food additives, particularly sodium nitrite. The aim of the study was to determine the effect of natural beetroot dye on the sensory profile of fish sausages and to justify its use in recipes. During the research, recipes for experimental fish sausage samples with varying dosages of natural beetroot dye were developed, and a comprehensive sensory evaluation was conducted based on appearance, color intensity and uniformity, taste, aroma, texture, juiciness, and overall consumer perception. Based on a profile analysis, patterns were identified regarding the influence of the studied ingredient on the formation of the flavor and organoleptic characteristics of the finished product. The scientific novelty of the obtained results lies in substantiating the technological feasibility of using natural beetroot dye in the production of fish sausages and determining its effect on the formation of color, flavor and aroma profile, and texture properties of the product. It has been determined that adding a natural dye improves the visual perception of the finished product, ensures a more pronounced, uniform pink color, and positively affects the harmony of the sensory profile. The practical significance of this work lies in the possibility of using natural beetroot dye as a promising formulation component in the production of fish sausages for the purpose of partially or completely replacing sodium nitrite. Based on the results of the studies, it was found that sample 2 exhibited the most balanced sensory characteristics and can be recommended for further implementation in production practice.*

Key words: fish sausages, natural color, beetroot extract, sensory characteristics, flavor, sodium nitrite.

JEL Classification: L66, 031

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-06>

Постановка проблеми. Сучасна харчова промисловість орієнтується на створення продуктів із покращеними сенсорними властивостями, підвищеною харчовою цінністю та використанням природних інгредієнтів. У технології рибних ковбас значну роль відіграє формування привабливого зовнішнього вигляду, зокрема кольору, який безпосередньо впливає на споживчі вподобання та загальне сприйняття якості продукту [1]. Традиційно для стабілізації рожево-червоного

забарвлення та забезпечення мікробіологічної безпеки застосовується нітрит натрію, однак його використання супроводжується певними ризиками для здоров'я споживачів, зокрема через утворення потенційно канцерогенних нітрозамінів. Це зумовлює актуальність пошуку природних альтернатив, здатних частково або повністю замінити нітрит натрію у технології рибних виробів [2].

Одним із перспективних природних барвників є буряковий пігмент, який характеризується

інтенсивним забарвленням та наявністю біологічно активних властивостей. Його застосування у рибних ковбасах розглядається як можливий напрям часткової заміни нітриту натрію з метою формування природного кольору продукту та підвищення його безпечності. Водночас залишається недостатньо вивченим питання стабільності бурякового барвника в рибних системах, його впливу на формування сенсорного профілю, а також здатності забезпечувати необхідні органолептичні характеристики, притаманні традиційним ковбасним виробам.

Таким чином, дослідження впливу бурякового барвника на сенсорні характеристики рибних ковбас у контексті заміни нітриту натрію є актуальним і має важливе наукове та практичне значення для розроблення безпечних та функціональних харчових продуктів нового покоління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість наукових робіт, присвячених рибним ковбасам, акцентує увагу на використанні нежирних видів риби або сурімі як основної сировини через їхні сприятливі гелеутворювальні властивості. Проте значним обмеженням сучасної літератури є вузька орієнтація на обмежений перелік видів риби, переважно минтаю, тілапії та пангасіуса. Це ускладнює перенесення отриманих результатів на інші комерційно важливі види з різним білковим та ліпідним складом. Крім того, хоча використання побічних продуктів рибопереробки розглядається як перспективний напрямок сталого виробництва, системні дослідження їхніх технологічних характеристик у складі ковбасних рецептур залишаються поодинокими. Внаслідок цього практична значущість таких досліджень для промисловості поки що обмежена [3, 4].

Оцінка якості рибних ковбас переважно здійснюється на основі фізико-хімічних та сенсорних показників. Хоча ці критерії є важливими, багато досліджень обмежуються короткими термінами зберігання, що не відображають реальні умови комерційного виробництва [5]. Крім того, сенсорні панелі часто є малочисельними або недостатньо описаними, що знижує достовірність отриманих результатів.

Менчинська А. та інші обґрунтували використання африканського сома (*Clarias gariepinus*) у виробництві рибних ковбасних виробів. Автори поєднали обґрунтовані ідеї щодо застосування африканського сома. Такий підхід дозволяє вивчити не лише наукову основу, а й практичні аспекти, що є важливими для впровадження у виробництво [6].

Отримані результати демонструють можливість використання африканського сома у виробництві рибних ковбасних виробів і свідчать про технологічну придатність сировини та її потенціал для розширення асортименту продукції [7].

Cardoso С. та інші вивчали зміни якості рибних ковбасних виробів під час тривалого зберігання додаючи у їхній склад традиційний жировий компонент у вигляді свинячого жиру та частково замінюючи його інуліном кореня цикорію та м'ясом хека (*Merluccius merluccius*) з метою поліпшення якісних параметрів і харчової цінності. Основна увага приділяється впливу інгредієнтів на текстурні та сенсорні властивості, а також на мікробіологічну стабільність продукту протягом зберігання [8].

Zhou X. та інші автори [9] розробили експериментальний підхід до створення білкових систем, рибних емульсійних продуктів (сурімі, ковбаси) ключовим фактором якості яких є формування стабільної гелевої мережі їх впливу на водоутримувальну здатність, текстурні характеристики, мікроструктуру та сенсорні властивості рибних ковбас.

У роботі Dincer T. та Cakli S. [10] досліджено якісні текстурні властивості емульсійних рибних ковбас, виготовлених із філе райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) і сайди (*Pollachius virens*), та порівняно їх з курячими, індичими і яловичими ковбасами за допомогою кількох текстурних тестів.

Дослідження Sun C. та співавторів [11] зосереджене на тому, як змінюється структура білків, їхня здатність до гелеутворення та текстурні властивості сурімі, коли до нього додають біологічно активні сполуки.

You S. та інші оптимізували технологію рибних ковбас за рахунок додавання текстурованого соєвого білка та вивчали зміни їх якості при тривалому зберіганні [12].

Moosavi-Nasab M. оцінили фізико-хімічні та органолептичні властивості ковбас, виготовлених із використанням ізоляту білка риби худорлявий ліхтар (*Benthoosema pterotum*) [13]. Автори досліджують, як дві концентрації білкового ізоляту (2% і 4%) впливають на якість продукту під час зберігання при 4°C протягом 14, 30 і 60 днів.

Це дослідження актуальне з точки зору пошуку альтернативних джерел білка та оптимізації використання малоцінних рибних ресурсів у переробці продуктів харчування.

У дослідженні Yousefi A. та Moosavi-Nasab M. [14] здійснено комплексне порівняння

фізико-хімічних і текстурних характеристик ковбасних виробів, виготовлених із рибного фаршу та сурімі виду *Scomberoides commersonnianus*, упродовж 60-денного зберігання при температурі 4°C. Робота акцентує увагу на технологічному потенціалі альтернативної рибної сировини та її придатності для формування стабільних емульсійних систем.

Інші автори оцінювали вплив поєднання м'яса качки (*Anas platyrhynchos*) та прісноводної риби (*Hypophthalmichthys molitrix*) на якість напівкопчених ковбас. Ковбаси, що містили 50% качки та 30% риби, демонстрували найвищий вміст білка, ідеальне співвідношення білок:жир, покращену здатність утримувати вологу, стабільність емульсії та сприятливі текстурні характеристики. Сенсорна оцінка підтвердила перевагу саме цієї рецептури. Результати свідчать, що поєднання качинового м'яса та прісноводної риби підвищує харчову цінність, функціональні властивості та споживчі якості напівкопчених м'ясних продуктів, відкриваючи перспективи для розробки нових білкових продуктів [15].

Дослідження Sipahutar Y. та співавт. [16] вивчали вплив порошку червоної водорості *Gracilaria* на ковбаси з неміптеридної риби. Додаток 2,5% порошку покращував текстуру та органолептичні властивості, тоді як смак, запах, зовнішній вигляд та жирність залишалися без значних змін.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження впливу бурякового барвника на формування сенсорних характеристик рибних ковбас та обґрунтування доцільності його використання як природної альтернативи нітриту натрію для покращення кольору, смаку, аромату та загальної споживчої привабливості готового продукту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для виробництва зразків ковбас були використані наступні матеріали: кларієвий сом, вирощений в Київській області, ставрида, шпик свинячий, яйця та спеції, куплені в торговій мережі. Екстракт буряка, порошок з соку придбаний в інтернет-магазині натуральних продуктів харчування Ecolotos.

Для створення профілів флейвору застосовано метод, викладений в ДСТУ ISO 6564:2005 «Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору» [17].

Виробництво рибних ковбас передбачає поетапне виконання таких технологічних операцій: надходження та приймання сировини, її сортування та миття, оброблення риби на філе, подрібнення,

приготування фаршу, внесення рецептурних компонентів і ретельне перемішування, наповнення фаршем оболонок (формування ковбас), термічна обробка (варіння), охолодження, фасування в споживчу тару, пакування в транспортну тару, а також подальше зберігання готової продукції.

Учасникам дослідження було запропоновано оцінити зразки рибних ковбас за п'ятнадцятьма показниками, ранжованими за ступенем їх значущості у спадному порядку. Целюлозні оболонки ковбас видаляли, нарізали на шматочки товщиною 4 мм, поміщали на білий посуд та подавали за кімнатної температури. Три шматки кожного зразка подавали для оцінки колірних, ароматичних характеристик та консистенції.

Ковбаси перед подачею розігрівали в духовці при температурі 40 °C, перш ніж подавати їх комісії випадковим чином на білих порцелянових тарілках під природним освітленням та кімнатною температурою. Також була надана склянка води для очищення смаку.

Сенсорна оцінка проводилася в спеціально розробленій сенсорній кабіні з достатнім освітленням. Ковбаси оцінювалися за такими сенсорними параметрами, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак, аромат, текстура та загальна прийнятність.

Отримані експериментальні дані опрацьовували з використанням методів математичної статистики та інструментів статистичного аналізу в програмі Microsoft Excel. Кожне дослідження виконували щонайменше у трьох–п'яти повтореннях. Результати подано у вигляді середніх значень разом зі стандартною похибкою середнього ($\pm$ SEM).

Для оцінювання статистичної значущості відмінностей використовували t-критерій Стьюдента; різницю між показниками вважали достовірною за рівня значущості $p < 0,05$ [18].

У дослідженні було розроблено рецептури рибних ковбас із використанням різних концентрацій бурякового барвника, що наведено в таблиці 1. Контрольний зразок виготовляли без додавання барвника, тоді як у дослідних варіантах його кількість поступово збільшували. Такий підхід дозволив оцінити вплив різних концентрацій бурякового барвника на сенсорні показники готових виробів, а також визначити оптимальне співвідношення компонентів у рецептурі.

Команда з сенсорної оцінки ковбас складалася з десяти викладачів (п'ять чоловіків та п'ять жінок, віком 30–50 років). Усі вони мали досвід сенсорної оцінки харчових продуктів та були знайомі

з експериментальним процесом та робочими нормами. Перед аналізом всі учасники експерименту були поінформовані про мету сенсорної оцінки та надали інформовану згоду на її проведення. Оцінки членів групи коливалися, що свідчить про те, що їхні очікування щодо зовнішнього вигляду, запаху, смаку,

текстури та загальної прийнятності були від дуже низьких до дуже високих. Критерії оцінювання наведені в таблиці 2.

Провівши аналіз даної таблиці, спостерігаємо, що контрольний зразок за гармонійністю аромату та смаку характеризується зниженими

Таблиця 1

Рецептури зразків рибних ковбас

Компонент	Маса компоненту в зразках, г						
	К	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Фарш з ставриди	25,89	25,89	25,39	24,89	24,39	23,89	23,39
Фарш з карася	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00
Шпик свинячий	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Яйце куряче свіже	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Цукор	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Сіль	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Перець душистий	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Перець чорний мелений	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Часник свіжий	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Сухе молоко	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Барвник буряка	-	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Вода (для розчинення компонентів)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Крохмаль	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Всього	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця 2

Сенсорна оцінка рибних ковбас методом профілю флейвору (n = 5, p ≤ 0,05)

Дескриптори	Інтенсивність характеристик, бал							
	еталон	контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	зразок 5	зразок 6
Характеристика зовнішнього вигляду: рівномірність забарвлення	5,0	3,5±0,20	4,8±0,05	5,0±0,05	4,7±0,10	4,5±0,10	4,5±0,15	4,5±0,15
сіруватий відтінок	4,0	3,0±0,20	1,0±0,05	1,0±0,05	1,0±0,10	1,0±0,10	1,0±0,15	1,0±0,15
інтенсивність рожевого кольору	5,0	1,0±0,25	5,0±0,05	4,8±0,05	3,5±0,10	3,5±0,10	3,5±0,15	3,0±0,20
інтенсивність червоного кольору	3,0	1,0±0,25	3,5±0,10	4,0±0,10	4,5±0,10	5,0±0,05	5,0±0,05	5,0±0,05
Характеристика аромату та смаку: гармонійний	5,0	3,8±0,20	4,8±0,05	5,0±0,05	4,5±0,10	4,2±0,10	4,0±0,15	3,8±0,15
властивий	4,5	4,0±0,15	4,6±0,05	4,8±0,05	4,5±0,10	4,2±0,10	4,0±0,15	3,8±0,15
рибний	4,5	4,2±0,15	4,5±0,05	4,7±0,05	4,5±0,10	4,2±0,10	4,0±0,15	3,8±0,15
помірно виражений	3,5	3,8±0,20	4,5±0,05	4,8±0,05	4,5±0,10	4,2±0,10	4,0±0,15	3,8±0,15
буряковий присмак	4,0	1,0±0,25	1,5±0,10	2,5±0,10	3,5±0,10	4,0±0,05	5,0±0,05	5,0±0,05
солонуватий	3,0	3,0±0,10	3,0±0,05	3,0±0,05	3,0±0,05	3,0±0,05	3,0±0,10	3,0±0,10
Характеристика консистенції: соковита	3,0	3,5±0,15	3,8±0,05	4,0±0,05	3,8±0,10	3,5±0,10	3,2±0,15	3,0±0,15
пластична	3,5	3,8±0,15	4,2±0,05	4,5±0,05	4,2±0,10	4,0±0,10	3,8±0,15	3,5±0,15
щільна	1,0	2,0±0,20	1,5±0,10	1,5±0,10	2,0±0,10	2,5±0,10	3,0±0,15	3,5±0,15
однорідна	5,0	4,0±0,15	4,8±0,05	5,0±0,05	4,7±0,10	4,5±0,10	4,2±0,15	4,0±0,15
Загальне враження	5,0	3,8±0,20	4,9±0,05	5,0±0,05	4,6±0,10	4,2±0,10	4,0±0,15	3,7±0,15

показниками, має слабо виражений рибний смак та недостатню інтенсивність солодкуватих і солонуватих показників смаку.

У дослідному зразку 1 відбувається істотне покращення сенсорних характеристик, де дескриптори гармонійності та рибного смаку досягли еталонного рівня. Також спостерігаємо помірну вираженість смаку, збалансовані солодкуваті та солонуваті ноти, а також вищі показники пластичності у порівнянні з еталоном та контролем.

Якщо аналізувати зразок 2, то саме він характеризується найбільш гармонійним поєднанням аромату, смаку та консистенції. Даний зразок має високі оцінки гармонійності, помірно виражений смак та оптимальну щільність. Показники соковитості та пластичності перевищували еталонні значення. Загальне враження для цього зразка є найвищим, що перевищує еталон і свідчить про найкращу розроблену рецептуру, збалансовану за всіма показниками. У дослідному зразку 3 дещо нижча оцінка загального враження і зменшена соковитість у порівнянні з дослідним зразком 2.

У дослідних зразках № 4–6 також спостігалось покращення кольорових характеристик та структурно-механічних властивостей порівняно з контролем, однак за комплексом сенсорних показників вони дещо поступалися зразкам №1–3. Це проявлялося у зниженні гармонійності смаку й аромату, менш вираженій соковитості та нижчих показниках загального враження.

Отримані результати свідчать про необхідність удосконалення рецептурного складу з метою

покращення кольорових, смако-ароматичних та структурно-механічних характеристик готового продукту (рис. 1).

За результатами аналізу профілограм флейвору контрольного та дослідних зразків рибної ковбаси (зразки 2–6) простежується суттєвий вплив натурального бурякового барвника на формування сенсорного профілю готового продукту.

Найбільш збалансований сенсорний профіль серед досліджуваних варіантів продемонстрував зразок 2, який характеризувався максимальним наближенням до еталонних показників і може вважатися найбільш перспективним для подальшого впровадження у технологію рибних ковбас.

Отримані результати свідчать, що використання удосконалених рецептур та технологічних параметрів у дослідних зразках дозволило суттєво покращити органолептичні властивості рибних паштетів. Найбільш оптимальним за сукупністю сенсорних показників є дослідний зразок 3, який характеризується високою гармонійністю смаку й аромату, збалансованою консистенцією та найвищою сумою балів. Це підтверджує доцільність обраних технологічних рішень для виробництва рибних паст підвищеної біологічної цінності.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Проведені сенсорні дослідження встановили, що використання натурального бурякового барвника в технології рибних ковбас суттєво впливає на формування органолептичних властивостей готового продукту та

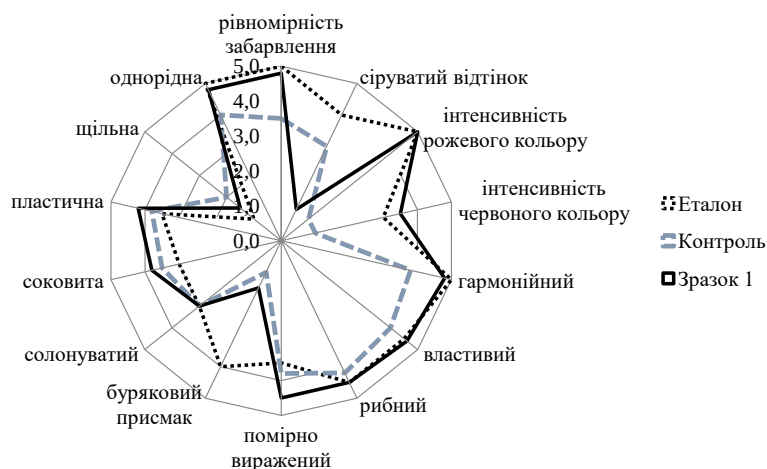


Рис. 1. Порівняльна профілограма флейвору контрольного та дослідного (зразок 1) зразків рибної ковбаси

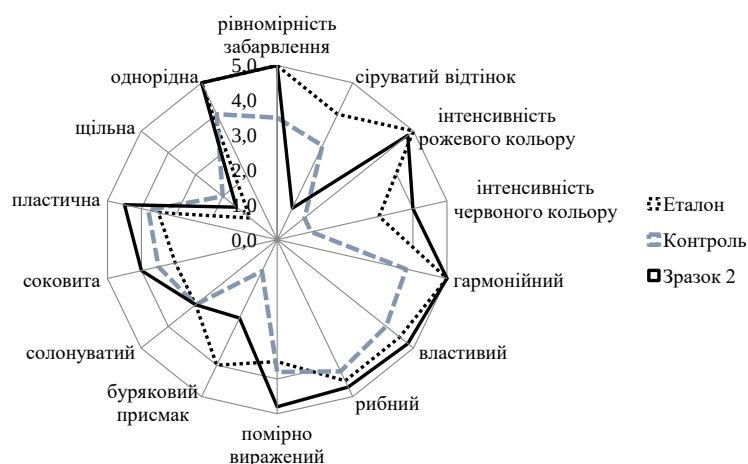


Рис. 2. Порівняльна профілограма флейвору контрольного та дослідного (зразок 2) зразків рибно́ї ковбаси



Рис. 3. Порівняльна профілограма флейвору контрольного та дослідного (зразок 3) зразків рибно́ї ковбаси



Рис. 4. Порівняльна профілограма флейвору контрольного та дослідного (зразок 4) зразків рибно́ї ковбаси

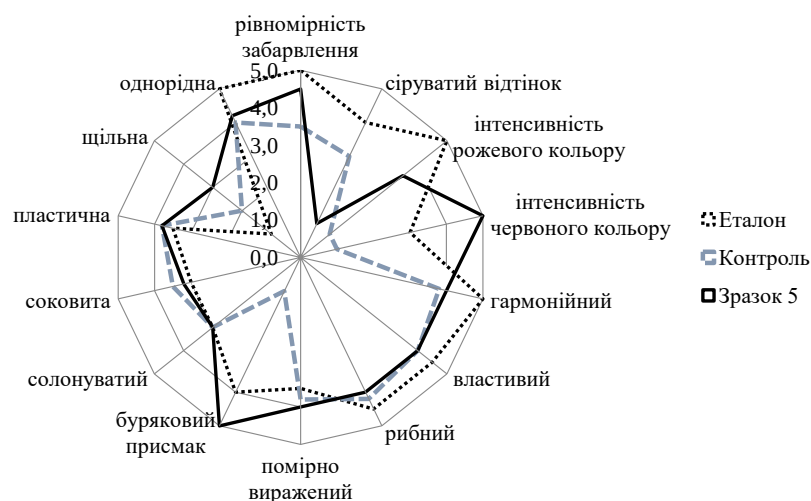


Рис. 5. Порівняльна профілограма флейвору контрольного та дослідного (зразок 5) зразків рибної ковбаси

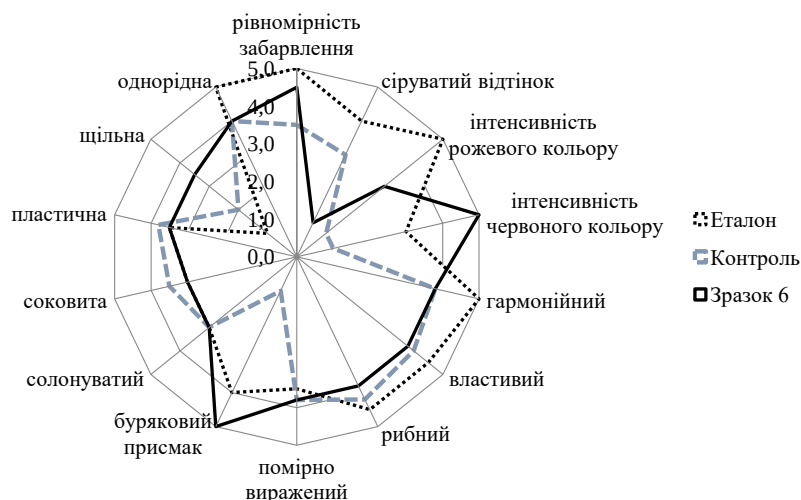


Рис. 6. Порівняльна профілограма флейвору контрольного та дослідного (зразок 6) зразків рибної ковбаси

Джерело: розроблено автором.

сприяє покращенню візуального сприйняття за рахунок формування більш інтенсивного й рівномірного рожевого забарвлення.

Порівняльний аналіз сенсорних профілограм показав, що найближчим до еталонних значень був зразок 2, який характеризувався гармонійним смаком і ароматом, властивим рибним виробам, оптимальною щільною та пластичною консистенцією, достатньою соковитістю і помірно вираженим буряковим присмаком, що не порушувало загального сенсорного сприйняття продукту.

Результати показали доцільність використання натурального бурякового барвника у технології

рибних ковбас, який є перспективним інгредієнтом для формування привабливих сенсорних характеристик готового продукту та потенційним природним альтернативним замінником нітриту натрію. Найбільш раціональним для подальшого використання у технологічному процесі визначено рецептурний склад зразка 2.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на визначення фізико-хімічних, мікробіологічних та антиоксидантних показників розроблених зразків, оцінювання їх харчової й біологічної цінності, а також вивчення змін якості під час зберігання рибних ковбас.

ЛІТЕРАТУРА

1. Holembovska N., Volkhova, T., Israelian V., Statkevych O., Dorozhko V., Drozd P., ... & Tverezovska N. Optimization of the recipe of cooked sausage products with the addition of cuttlefish liver, red caviar, and spelt flour. *SciFood*, 19, 2025. 376-393. <https://doi.org/10.5219/scifood.46>
2. Yanping, L., Sukmanov, V. A., Budnyk, N. V., Kainash, A. P., Yukhno, V. M., Moroz, S. E., & Nazarenko, V. O. Порівняльні дослідження властивостей варених ковбас функціонального призначення з томатними вичавками або їх субкритичними екстрактами. *Journal of Chemistry and Technologies*, 2025. 33(4), 1174-1190.
3. Bal-Prylypko L., Serdyuk M., Holembovska N., Voitsekhivskyi V., & Kovalenko R. Justification of the technology of sausage products using plant functional ingredients. *Animal Science and Food Technology*, 2025. 16(3), 86-104. doi: 10.31548/animal.3.2025.86.
4. Holembovska N., Volkhova T., Dorozhko V., & Mamchur R. The use of non-traditional raw materials in the technology of the production of cooked sausage products. *European Science*, (sge27-03), 2024. 72-83.
5. Lokes S., Shevchenko L., Doronin K., Mykhalska V., Israelian V., Holembovska N., ... & Savchenko O. Influence of starter cultures of lactic acid bacteria on microbiological parameters and shelf life of sausages. *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinarstvo*, 2024. 18.
6. Менчинська А. А., Іванюта А. О., & Очколяс О. М. Використання африканського сома (*Clarias gariepinus*) у технології рибних ковбасних виробів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*, 2024. (39), 5-12.
7. Menchynska A., Manoli T., Ivaniuta A., Ochkolias O., & Stepanova V. Quality characteristics of fish sausages made from African catfish (*Clarias gariepinus*). *Animal Science and Food Technology*, 2024. 15(1), 74-90.
8. Cardoso C., Mendes R., & Nunes M. L. Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre. *International Journal of Food Science and Technology*, 2008. 43(2), 276-283.
9. Zhou X., Zhang C., Zhao L., Zhou X., Cao W., & Zhou C. Effect of pre-emulsion of pea-grass carp co-precipitation dual protein on the gel quality of fish sausage. *Foods*, 2022. 11(20), 3192.
10. Dincer T., & Cakli S. Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2010. 19(3-4), 238-248.
11. Sun C., Wang S., Wen T., Wang F., Huang Y., Ma X., ... & Li X. Effects of theaflavins on protein structure and gel properties in frozen unwashed surimi. *LWT*, 2026. 119118.
12. You S., Yang S., Li L., Zheng B., Zhang Y., & Zeng H. Processing technology and quality change during storage of fish sausages with textured soy protein. *Foods*, 2022. 11(22), 3546.
13. Moosavi-Nasab M., Mohammadi R., & Oliyai N. Physicochemical evaluation of sausages prepared by lantern fish (*Benthosema pterotum*) protein isolate. *Food science & nutrition*, 2018. 6(3), 617-626.
14. Yousefi A., & Moosavi-Nasab M. Textural and chemical attributes of minced fish sausages produced from Talang Queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) minced and surimi. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 2014. 13(1), 228-241.
15. Bozhko N. V., Tischenko V., Pasichnyi V., Shubina Y., Kyselov O., Marynin A., & Strashynskiy I. The quality characteristics of sausage prepared from different ratios of fish and duck meat. 2021. 15, 26-32. <https://doi.org/10.5219/1482>
16. Sipahutar Y. H., Taufiq T., Kristiani M. G. E., Prabowo D. H. G., Ramadheka R. R., Suryanto M. R., & Pratama R. B. The effect of Gracilaria powder on the characteristics of nemipterid fish sausage. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. (Vol. 404, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
17. DSTU ISO 6564:2005 "Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum"
18. Dorozhko V., Holembovska N., Slobodianiuk N., Israelian V., & Androschuk O. Improvement of Dried Products Technology with Modification of Flavor and Aromatic Properties with Integration of Smart Technologies. In *International Conference on Science, Engineering Management and Information Technology*. 2025. pp. 185-197.

REFERENCES

1. Holembovska N., Volkhova, T., Israelian V., Statkevych O., Dorozhko V., Drozd P., ... & Tverezovska N. Optimization of the recipe of cooked sausage products with the addition of cuttlefish liver, red caviar, and spelt flour. *SciFood*, 19, 2025. 376-393. <https://doi.org/10.5219/scifood.46>
2. Yanping, L., Sukmanov, V. A., Budnyk, N. V., Kainash, A. P., Yukhno, V. M., Moroz, S. E., & Nazarenko, V. O. Porivnialni doslidzhennia vlastyvosti varenikh kovbas funktsionalnoho pryznachennia z tomatnymy vychavkamy abo yikh subkrytychnymy ekstraktamy. *Journal of Chemistry and Technologies*, 33(4), 2025. 1174-1190.
3. Bal-Prylypko, L., Serdyuk, M., Holembovska, N., Voitsekhivskyi, V., & Kovalenko, R. Justification of the technology of sausage products using plant functional ingredients. *Animal Science and Food Technology*, 16(3), 2025. 86-104. doi: 10.31548/animal.3.2025.86.
4. Holembovska, N., Volkhova, T., Dorozhko, V., & Mamchur, R. The use of non-traditional raw materials in the technology of the production of cooked sausage products. *European Science*, (sge27-03), 2024. 72-83.

5. Lokes, S., Shevchenko, L., Doronin, K., Mykhalska, V., Israelian, V., Holembovska, N., Tverezovska, N., & Savchenko, O. Influence of starter cultures of lactic acid bacteria on microbiological parameters and shelf life of sausages. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 2024. 935–950. <https://doi.org/10.5219/2012>
6. Menchynska, A. A., Ivaniuta, A. O., & Ochkolias, O. M. Vykorystannia afrykanskooho soma (*Clarias gariepinus*) u tekhnolohii rybnykh kovbasnykh vyrobiv [The Use of African Catfish (*Clarias gariepinus*) in the Production of Fish Sausages]. *Visnyk LTEU. Tekhnichni nauky*, (39), 2024. 5-12.
7. Menchynska, A., Manoli, T., Ivaniuta, A., Ochkolias, O., & Stepanova, V. Quality characteristics of fish sausages made from African catfish (*Clarias gariepinus*). *Animal Science and Food Technology*, 15(1), 2024. 74-90.
8. Cardoso, C., Mendes, R., & Nunes, M. L. Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(2), 2008. 276-283.
9. Zhou, X., Zhang, C., Zhao, L., Zhou, X., Cao, W., & Zhou, C. Effect of pre-emulsion of pea-grass carp co-precipitation dual protein on the gel quality of fish sausage. *Foods*, 11(20), 2022. 3192.
10. Dincer, T., & Cakli, S. Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(3-4), 2010. 238-248.
11. Sun, C., Wang, S., Wen, T., Wang, F., Huang, Y., Ma, X., ... & Li, X. Effects of theaflavins on protein structure and gel properties in frozen unwashed surimi. *LWT*, 2026. 119118.
12. You, S., Yang, S., Li, L., Zheng, B., Zhang, Y., & Zeng, H. Processing technology and quality change during storage of fish sausages with textured soy protein. *Foods*, 11(22), 2022. 3546.
13. Moosavi-Nasab, M., Mohammadi, R., & Oliyai, N. Physicochemical evaluation of sausages prepared by lantern fish (*Benthosema pterotum*) protein isolate. *Food science & nutrition*, 6(3), 2018. 617-626.
14. Yousefi, A., & Moosavi-Nasab, M. Textural and chemical attributes of minced fish sausages produced from Talang Queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) minced and surimi. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(1), 2014. 228-241.
15. Bozhko, N. V., Tischenko, V., Pasichnyi, V., Shubina, Y., Kyselov, O., Marynin, A., & Strashynskyi, I. The quality characteristics of sausage prepared from different ratios of fish and duck meat. 15, 2021. 26–32. <https://doi.org/10.5219/1482>.
16. Sipahutar, Y. H., Taufiq, T., Kristiani, M. G. E., Prabowo, D. H. G., Ramadheka, R. R., Suryanto, M. R., & Pratama, R. B. The effect of Gracilaria powder on the characteristics of nemipterid fish sausage. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 404, No. 1, p. 012033). 2020. IOP Publishing.
17. DSTU ISO 6564:2005 "Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum"
18. Dorozhko, V., Holembovska, N., Slobodianiuk, N., Israelian, V., & Androshchuk, O. Improvement of Dried Products Technology with Modification of Flavor and Aromatic Properties with Integration of Smart Technologies. In *International Conference on Science, Engineering Management and Information Technology*. 2025. pp. 185-197.

Дата першого надходження статті до видання: 10.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 07.08.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

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



УДК 663.86

Дударєв І. М.,

i_dudarev@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2016-5342, S-1649-2019,

д.т.н., проф., завідувач кафедри харчових технологій та хімії,

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

Мороз І. А.,

moroz.iryua1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9167-4876, HGD-6083-2022,

к.х.н., доц., доцент кафедри харчових технологій та хімії,

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

Каракулько О. В.,

KarakulkoOleksandr@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-9983-8967,

здобувач, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

РОЗРОБЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ СМУЗІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХНІХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Анотація. Зростання попиту на продукти здорового харчування та поширення концепції функціонального харчування обумовлюють необхідність розроблення нових видів напоїв із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Особливої актуальності набуває створення рослинних смузі, рецептури яких поєднують овочеву, фруктову та зернову сировину, що дозволяє забезпечити збалансований вміст мікро- і макронутрієнтів, покращити органолептичні властивості продукції. Метою дослідження було розроблення рецептур комбінованих смузі на основі овочевої, фруктові та зернової сировини із використанням соєвого напою як рідкої основи та оцінювання їхніх органолептичних і фізико-хімічних показників. Розроблено декілька рецептурних композицій смузі, визначено в них вміст білків, сухих речовин, золи, кальцію, магнію, а також рН і титровану кислотність, проведено органолептичне оцінювання готового продукту. Встановлено, що найбільш перспективними є композиції з соєвим напоєм, кабачком, буряком, гарбузом, шпинатом, яблуком, вівсяними та гречаними пластівцями, що характеризуються вмістом білків 3,20–3,27 г/100 г, кальцію – 1282–1362 мг/л, магнію – 153–168 мг/л, сухих речовин – 10,81–10,96% та рН 6,67–6,68. Вміст білків у розроблених смузі перевищує аналогічний показник традиційних фруктових-овочевих смузі. Комплексний показник якості рекомендованих смузі 0,830–0,831 підтверджує високі органолептичні властивості напоїв. Наукова новизна досліджень полягає у розробленні рецептури комбінованих рослинних смузі із використанням соєвого напою та порошків вівсяних і гречаних пластівців, а також у встановленні їхніх фізико-хімічних показників. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості впровадження запропонованих композицій у виробництво функціональних напоїв. Використання соєвого напою та зернових компонентів є ефективним способом підвищення харчової цінності й споживчих властивостей смузі. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення впливу різних видів рослинних напоїв на показники якості смузі та оптимізування рецептур для створення функціональних продуктів із заданими харчовими властивостями.

Ключові слова: смузі, соєвий напій, вівсяні пластівці, гречані пластівці, рецептура смузі, властивості смузі, поживна цінність смузі.

Dudarev I. M.,

i_dudarev@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2016-5342, S-1649-2019,

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Technology and Chemistry,
Lutsk National Technical University, Lutsk*

Moroz I. A.,

moroz.irynd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9167-4876, HGD-6083-2022,

*PhD in Chemistry, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology
and Chemistry, Lutsk National Technical University, Lutsk*

Karakulko O. V.,

KarakulkoOleksandr@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-9983-8967,

Postgraduate, Lutsk National Technical University, Lutsk

DEVELOPMENT OF COMBINED SMOOTHIES AND EVALUATION OF THEIR PROPERTIES

Abstract. *The growing consumer demand for healthy foods and the increasing popularity of the functional nutrition concept have intensified the need to develop innovative beverages with enhanced nutritional and biological value. Plant-based smoothies have attracted considerable attention owing to their potential to combine fruits, vegetables, and cereal ingredients into balanced formulations rich in essential macro- and micronutrients while providing desirable sensory properties. The objective of this study was to develop formulations of combined plant-based smoothies using soy beverage as a liquid base and to evaluate their sensory and physicochemical characteristics. Several smoothie formulations containing vegetables, fruits, cereal ingredients, and soy beverage were developed and experimentally evaluated. The protein, total solids, ash, calcium, magnesium, pH, and titratable acidity of the samples were determined, and their sensory properties were assessed using an integrated quality index. The obtained results demonstrated that the formulations containing soy beverage, zucchini, beetroot, pumpkin, spinach, apple, oat flakes, and buckwheat flakes exhibited the most favorable quality characteristics. These samples contained 3.20–3.27 g/100 g of protein, 1282–1362 mg/L of calcium, 153–168 mg/L of magnesium, and 10.81–10.96% total solids, with pH values ranging from 6.68 to 6.68. The protein content of the developed smoothies exceeded that typically reported for conventional fruit and vegetable smoothies, indicating the nutritional advantages of incorporating soy beverage and cereal ingredients into the formulation. The integrated quality index of 0.830–0.831 confirmed the high sensory acceptability of the recommended smoothie formulations. The scientific novelty of the study lies in the development of original formulations of combined plant-based smoothies enriched with soy beverage and powdered oat and buckwheat flakes, as well as in the comprehensive evaluation of their physicochemical and sensory characteristics. The practical significance of the study is associated with the possibility of implementing the proposed formulations in the production of functional beverages with improved nutritional value, increased protein content, and enhanced mineral composition. The results confirm that the use of soy beverage as a liquid base in combination with cereal ingredients is an effective approach to improving both the nutritional quality and consumer properties of smoothies. The developed smoothie formulations can be recommended for the production of functional plant-based beverages intended for consumers seeking nutritionally balanced products. Future research should focus on evaluating the effects of different plant-based beverages used as liquid bases on smoothie quality parameters, storage stability, and consumer acceptance, as well as on optimizing formulations to obtain products with targeted nutritional and functional properties.*

Key words: smoothie, soy beverage, oat flakes, buckwheat flakes, smoothie formulation, smoothie properties, nutritional value of smoothie.

JEL Classification: L 66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-07>

Постановка проблеми. Ринок натуральних напоїв з фруктів та овочів зростає у всьому світі [1]. На ринку представлено широкий асортимент таких напоїв з різними інгредієнтами, причому деякі з них позиціонують як функціональні [2]. В асортименті натуральних напоїв особливе місце займають смузі. Смузі – це суміш свіжих овочів та фруктів або ж фруктових чи овочевих пюре, що часто змішують з горіхами, травами, злаками, борошном з зернових культур, морськими водоростями тощо [3, 4]. Вони також можуть містити інгредієнти тваринного походження: йогурт, молоко, морозиво, мед [3]. Для покращення консистенції смузі в якості рідкої основи також можуть використовувати питну воду, мінеральну воду, соки, газовані напої, молочні чи рослинні напої [5]. Фруктові та овочеві смузі мають, переважно, низький вміст білків, що спонукає їх збагачувати білковими продуктами [6].

Смузі споживають відразу після приготування в домашніх умовах та закладах харчування або після термічного оброблення (промислового виробництва), що дозволяє подовжити термін їх зберігання. Водночас, сирі або мінімально оброблені (нарізані, подрібнені) фрукти і овочі традиційно вважають найкращим способом їх споживання [7]. Незважаючи на широкий асортимент смузі, питання збалансування їхньої рецептури за поживними речовинами та оцінювання фізико-хімічних і органолептичних показників залишаються актуальними, що зумовлює необхідність проведення відповідних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фрукти та овочі є джерелом широкого спектру поживних речовин. Вони є, переважно, низькокалорійними продуктами, що містять значну кількість вуглеводів, клітковини, мінеральних речовин, водорозчинних вітамінів та біологічно активних сполук, зокрема флавоноїдів, каротиноїдів, танінів тощо [8]. Поєднання фруктів та овочів для приготування смузі дозволяє досягнути синергетичного ефекту, що покращує функціональність напою [9]. Зважаючи на склад інгредієнтів, смузі можна вважати прикладом «суперфуду», оскільки він є способом споживання корисних для здоров'я людини біоактивних сполук [10]. Внаслідок доступності фруктів та овочів упродовж року, у смузі можна комбінувати різні інгредієнти, чим забезпечувати споживачів здоровою їжею не зважаючи на пору року [11]. Через високий вміст натуральних цукрів та поживних речовин, а також високу активність

води, фруктові та овочеві напої схильні до розвитку небажаних мікроорганізмів [12].

Комбінування різної сировини у смузі дозволяє збалансувати нутрієнтний склад напою та досягнути бажаних органолептичних властивостей, що відповідають побажанням споживачів. Перспективним є використання у складі смузі як рідкої основи «рослинного молока», зокрема соєвого. «Соєве молоко» є водним екстрактом цілих соєвих бобів, що містить високоякісний білок, амінокислоти, зокрема аспарагінову та глутамінову кислоти, омега-3 жирні кислоти, вітаміни (вітаміни А та В₉) та мінеральні речовини (кальцій, фосфор, залізо) [13, 14]. «Соєве молоко» є низькокалорійним, не містить холестерину та є альтернативою для споживачів з непереносимістю лактози й алергією на білок коров'ячого молока [13]. Водночас, воно містить алергени, що мають потенційно негативний вплив на здоров'я людини, що може обмежувати його споживання [14].

Для покращення консистенції смузі доцільно використовувати вівсяні та гречані пластів, подрібнені до стану порошку. Вівсяний білок відомий своєю харчовою цінністю, оскільки містить одну з найбільших концентрацій незамінних амінокислот з-поміж зернових культур [15]. Вівсяні пластівці також містять 4,6% β-глюкану, що має корисний вплив на здоров'я людини [16]. Гречка має високий вміст ліпідів, харчових волокон, білків, мінеральних речовин, а також біологічно активних речовин, зокрема фенольних сполук (кверцетин, рутин), тому її позиціонують як функціональний інгредієнт [17].

З-поміж овочів та фруктів досить часто до складу смузі додають місцеву сировину (Україна): кабачки, столовий буряк, гарбуз, шпинат, яблука. Кабачки містять кальцій, фосфор, залізо, клітковину, вітаміни С та Е, а також фолієву кислоту [18, 19]. Столовий буряк – це коренеплід, відомий своїм яскравим природним кольором та поживними властивостями. Він є джерелом широкого спектру біологічно активних сполук, зокрема містить беталаїни, флавоноїди (рутин, кемпферол, кверцетин), терпеноїди, вітаміни (вітамін С та вітаміни групи В), фенольні кислоти (галову, кавову), стероїди, алкалоїди, таніни та цукри [20, 21]. Буряк також містить вуглеводи – 9,56 г/100 г, клітковину – 2,8 г/100 г та мінеральні речовини (калій, фосфор, магній, залізо, кальцій) [21]. Гарбуз є одним з найбільших джерел біологічно активних сполук. Він містить вуглеводи, жирні

кислоти, клітковину, каротиноїди, вітаміни А, С та Е, мінеральні речовини (цинк, залізо, селен), ефірні олії, пептиди [22, 23]. Шпинат є також функціональним продуктом, оскільки містить фітохімічні та біоактивні сполуки, що позитивно впливають на здоров'я людини [24]. Це низькокалорійний продукт харчування та джерело мінеральних речовин (кальцію, цинку, заліза, магнію) [25]. Завдяки своєму приємному смаку та високій харчовій цінності, яблука є найбільш споживаними фруктами [26]. Вони містять різні біологічно активні сполуки, зокрема пектини, харчові волокна, вітаміни, олігосахариди та фенольні сполуки [27].

Постановка завдання. Завданням дослідження було розробити рецептури комбінованих смузі з овочів, фруктів та зернових продуктів, рідкою основою яких є питна вода та соєвий напій, а також дослідити їхні фізико-хімічні та органолептичні показники.

Виклад основного матеріалу та досліджень у цьому напрямі. Розроблені комбіновані смузі з рослинної сировини, рецептура яких подана у таблиці 1. Усі інгредієнти смузі закуповували у місцевому супермаркеті Сільпо (м. Луцьк, Україна). Поживна цінність соєвого напою ("Soya drink", виробник THE BRIDGE S.R.L., Італія), що містить воду, сою та сіль, на 100 мл: білки – 3,8 г; жири – 2,3 г; вуглеводи – 1,4 г; сіль – 0,09 г. Перед використанням пластівці вівсяні та гречані подрібнювали до стану порошку. Подрібнені пластівці заливали водою питною (кип'яток) у співвідношенні (% мас.): вода питна – 64; пластівці подрібнені – 36. Запарену вівсяну та гречану масу використовували в рецептурі смузі після охолодження. У композиціях смузі К1 та К4 використовували воду питну кип'ячену (охолоджену). Овочі та фрукти нарізали на дрібні шматочки та усі інгредієнти разом з рідкою основою подрібнювали у блендері Braun MultiQuick 3 до однорідної консистенції.

Фізико-хімічні показники композицій смузі подані в таблиці 2. Активну кислотність вимірювали за допомогою каліброваного рН-метра іонметра AI-125. Титровану кислотність визначали методом кислотно-основного титрування 0,1 М розчином NaOH та виражали в еквівалентах лимонної кислоти (г/100 мл). Вміст сухих речовин визначали гравіметричним методом шляхом висушування зразків до постійної маси за температури 102±2 °С протягом 2,5 год. Густина зразків смузі визначали пікнометричним методом.

Таблиця 1

Рецептура модельних композицій смузі

Інгредієнти смузі	Рецептура композицій смузі (вміст у % мас.)			
	К1	К2	К3	К4
Вода питна	48	—	—	48
Напій соєвий	—	48	48	—
Маса вівсяна	12	12	—	—
Маса гречана	—	—	12	12
Кабачок свіжий	13	13	13	13
Буряк свіжий	7	7	7	7
Гарбуз свіжий	10	10	10	10
Шпинат свіжий	5	5	5	5
Яблуко свіже	5	5	5	5

Вміст золи визначали шляхом спалювали зразків смузі в муфельній печі за температури 550 °С протягом 5 год. Вміст кальцію та магнію у зразках смузі визначали титриметричними методами. Вміст білків у смузі визначали за допомогою спектрофотометричного методу, заснованого на утворенні комплексу між пептидними зв'язками та іонами Cu^{2+} .

Активна кислотність (рН) зразків смузі змінювалася від 6,08 до 6,68. Більші значення рН (6,67 та 6,68) були характерні для композицій К2 та К3 з соєвим напоєм. Також у зразках з гречаними пластівцями значення рН були більшими, ніж у зразках з вівсяними пластівцями. Загалом усі зразки характеризувалися слабкою кислотою реакцією середовища. Титрована кислотність смузі коливалася в межах 0,076–0,162 г/100 мл. Причому більші значення були у зразків смузі з соєвим напоєм та вівсяними пластівцями.

У зразках смузі з соєвим напоєм вміст сухих речовин (10,96% та 10,81%) був більшим, ніж у зразках з питною водою (7,01% та 7,44%), що зумовлено вмістом у соєвому напої розчинних сухих речовин. Подібно до вмісту сухих речовин, вміст золи у композиціях смузі з соєвим напоєм був більшим (0,63% та 0,47%), ніж у смузі з водою (0,32% та 0,33%). Композиції смузі із соєвим напоєм характеризувалися більшою густиною (1048,3 кг/м³ та 1042,0 кг/м³) порівняно з композиціями з водою (1032,9 кг/м³ та 1038,0 кг/м³).

Вміст кальцію в смузі коливався в межах від 1282,0 мг/л до 1442,0 мг/л. Встановлено, що у композиціях смузі із питною водою вміст кальцію був більшим порівняно зі зразками з соєвим напоєм. Це пов'язано з більшим вмістом кальцію у використаній воді (1354,0 мг/л) порівняно з соєвим напоєм (921,0 мг/л). Також виявлено, що

у зразках з вівсяними пластівцями вміст кальцію більший, ніж у зразках з гречаними пластівцями, що пов'язано з хімічним складом зернових продуктів. Щодо вмісту магнію, у композиціях смузі його вміст був 144,0–188,0 мг/л. У зразках смузі з гречаними пластівцями вміст магнію був більшим порівняно зі зразками з вівсяними пластівцями.

Напій соєвий містив білків у кількості 3,8 г/100 мл (за даними виробника). Відповідно, це спричинило більший у кілька разів вміст білків у композиціях смузі з цією рідкою основою (3,22 г/100 г та 3,27 г/100 г) порівняно зі зразками з питною водою (1,43 г/100 г та 1,34 г/100 г). Також встановлено, що зразки смузі з вівсяними пластівцями містили більше білків порівняно зі зразками напоїв з гречаними пластівцями. Такий вміст білків зумовлено вмістом білків у зернових продуктах (за даними виробників): пластівці вівсяні – 11,9 г/100 г (виробник ТОВ «Надія», Україна); пластівці гречані – 9,8 г/100 г (виробник ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів», Україна).

Оцінювання органолептичних показників (зовнішній вигляд, смак, аромат, колір, консистенція) композицій смузі проходило за участі групи з восьми експертів. Для оцінювання використовували 9-бальну гедонічну шкалу (1 бал – надзвичайно не подобається; 2 бали – дуже не подобається; 3 бали – помірно не подобається; 4 бали – злегка не подобається; 5 балів – ні подобається, ні не подобається (нейтрально); 6 балів – злегка подобається; 7 балів – помірно подобається; 8 балів – дуже подобається; 9 балів – надзвичайно подобається).

Сенсорна профілограма композицій смузі, побудована за результатами їх експертного оцінювання, подана на рисунку 1. Зовнішній вигляд композиції смузі К2 було оцінено найвищим балом (7,13), тоді як найменші бали (6,13)

отримали композиції К1 та К4. За показником смаку дві композиції смузі К2 та К3 отримали найвищі бали (8,13), що відповідає дескриптору «дуже подобається». Смак композиції К1 було оцінено найнижчим балом (6,13). Аромат композиції смузі К2 було оцінено найвищим балом (8,0), тоді як найменший бал (7,0) за цим показником отримала композиція К4. Колір усіх композицій був оцінений високими балами, при цьому композиція К1 отримала найвищу оцінку (8,0) за цим показником. Оцінки консистенції всіх композицій варіювалися від 6,0 до 7,13 балів.

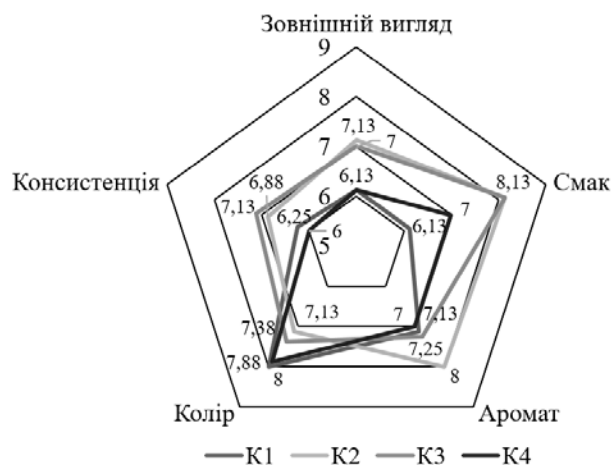


Рис. 1. Сенсорна профілограма композицій смузі

Експертами було оцінено вагомість органолептичних показників смузі методом зворотного ранжування. Внаслідок статистичного оброблення даних отримали коефіцієнти вагомості показників: зовнішній вигляд – $m_1 = 0,208$; смак – $m_2 = 0,333$; аромат – $m_3 = 0,092$; колір – $m_4 = 0,109$; консистенція – $m_5 = 0,258$. Узгодженість думок експертів перевіряли за коефіцієнтом конкордації, обчислене значення якого ($W = 0,931$) вказує на дуже високий рівень узгодженості

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники композицій смузі

Параметри	Композиції смузі			
	К1	К2	К3	К4
Активна кислотність (pH)	6,08±0,02	6,67±0,01	6,68±0,01	6,16±0,02
Титрована кислотність, г/100 мл	0,081±0,020	0,162±0,030	0,149±0,020	0,076±0,010
Вміст сухих речовин, %	7,01±0,05	10,96±0,04	10,81±0,06	7,44±0,05
Густина, кг/м ³	1032,9±0,8	1048,3±0,7	1042,0±0,7	1038,0±0,7
Вміст золи, %	0,32±0,03	0,63±0,02	0,47±0,01	0,33±0,00
С (Ca ²⁺), мг/л	1442,0±0,5	1362,0±0,6	1282,0±0,7	1414,0±0,4
С (Mg ²⁺), мг/л	144,0±0,4	153,0±0,5	168,0±0,4	188,0±0,6
Білки, г/100 г	1,43±0,05	3,27±0,04	3,20±0,06	1,34±0,05

оцінок експертів. Перевірка за критерієм Пірсона показала статистичну значущість узгодженості ($\chi^2 = 29,8$; ступені свободи $df = 4$; $p < 0,001$).

З урахуванням коефіцієнтів вагомості m_i було визначено комплексний показник якості композицій смузі за виразом:

$$Q = \sum_{i=1}^5 \frac{P_i}{P_{\text{баз},i}},$$

де Q – комплексний показник якості смузі; P_i – фактичне значення бальної оцінки i -го показника експертами; P_i – найбільше можливе значення бальної оцінки i -го показника експертами ($P_i = 9$).

Обчислені значення комплексних показників якості для композицій смузі: $K1 - Q = 0,717$; $K2 - Q = 0,831$; $K3 - Q = 0,830$; $K4 - Q = 0,740$. Отже, композиція смузі $K2$ отримала найбільше значення показника якості Q , тоді як композиція $K1$ – найменше.

Висновки і перспективи подальших досліджень у цьому напрямі. Зростання зацікавленості споживачів у продуктах здорового харчування, що містять рослинні інгредієнти, зумовлює необхідність розширення асортименту функціональних напоїв, зокрема смузі, з підвищеною харчовою цінністю. Перспективним напрямом є розроблення комбінованих смузі, що містять овочі, фрукти та зернові продукти, оскільки їх поєднання забезпечує більш збалансований нутрієнтний склад, підвищує вміст білків та мінеральних речовин, а також сприяє покращенню консистенції та органолептичних показників напоїв. Серед розроблених композицій смузі найбільш перспективними до практичного впровадження є композиції $K2$ та $K3$, що містяться як рідку основу соєвий напій, а також порошок вівсяних і гречаних пластівців. Ці композиції характеризуються вмістом білків 3,20–3,27 г/100 г, кальцію 1282,0–1362,0 мг/л, магнію 153,0–168,0 мг/л, сухих речовин 10,81–10,96% та значенням рН 6,67–6,68. Також ці напої мають високі органолептичні властивості, що підтверджено високими значеннями комплексного показника якості 0,830–0,831. Вміст білків у смузі є більшим, ніж у традиційних фруктових-овочевих смузі, а високий вміст кальцію та магнію збагачує напої корисними мінеральними речовинами.

Перспективними є подальші дослідження щодо оцінювання доцільності використання як рідкої основи смузі різних видів рослинних напоїв (вівсяного, мигдального, кокосового, рисового тощо), їх впливу на фізико-хімічні та органолептичні властивості готової продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Casco M. A., Jagus R. J., Agüero M. V., Fernandez M. V. Ultrasound and its combination with natural antimicrobials: Effects on shelf life and quality stability of a fruit and vegetable smoothie. *Food and Bioprocess Technology*. 2022. Vol. 15(1). P. 203–218. URL: <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02745-5>.
2. Yusuf E. H., Wojdyło A., Bourbon A. I., Nowicka P. Fruit–carrot-based smoothies as innovative products with a complex matrix of bioactive compounds effected on activities of selected digestive enzymes and cholinesterases *in vitro*. *Antioxidants*. 2023. Vol. 12(4). P. 917. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox12040917>.
3. DaSilva-Mojón L., Pérez-Lamela C., Falqué-López E. Smoothies marketed in Spain: Are they complying with labeling legislation? *Nutrients*. 2023. Vol. 15(20). P. 4426. URL: <https://doi.org/10.3390/nu15204426>.
4. Ashraf H., Khalid S., Khalid W., Nadeem M., Tahir M. U. Vegetables' juices, blends, and smoothies: Preparation and processing. In: Iqbal Z., Anjum M. A., Ercisli S., Rauf S. (eds), *Sustainable and Innovative Vegetable Production in times of Climate Change*. Singapore: Springer, 2025. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-96-6283-8_28.
5. Neelissen J., Leanderson P., Jonasson L., Chung R. W. S. The effects of dairy and plant-based liquid components on lutein liberation in spinach smoothies. *Nutrients*. 2023. Vol. 15(3). P. 779. URL: <https://doi.org/10.3390/nu15030779>.
6. Jiménez-Monreal A. M., Cedeño-Pinos C., Bañón S., Muñoz I., Guardia M. D., Tahori N., Martínez-Tomé M. Effect of *in vitro* gastrointestinal digestion on the antioxidant properties of fruit and vegetable powdered smoothies reinforced with WPC80. *LWT*. 2025. Vol. 215. P. 117301. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117301>.
7. Bhullar S. Health associations of various fruit forms: solid fruits, juices, and smoothies. *Frontiers in Nutrition*. 2025. Vol. 12. P. 1626179. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1626179>.
8. Razola-Díaz M. d. C., Guerra-Hernández E. J., García-Villanova B., Verardo V. New insight on phenolic composition and evaluation of the vitamin C and nutritional value of smoothies sold on the Spanish market. *Molecules*. 2022. Vol. 27(23). P. 8229. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27238229>.
9. Michael J. A., Olatuyi V. T., Adelu A. O., Falodun A. I., Ogungbenro G. M., Nwanna E. E., Elekofehinti O. O., Badejo A. A. Antioxidant activities of developed natural smoothies and their effects on blood glucose levels and expression of pro-inflammatory genes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2024. Vol. 6(1). P. 78. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00249-1>.

10. Donda Zbinden M., Schmidt M., Vignatti C. I., Pirovani M. É., Böhm V. High-pressure processing of fruit smoothies enriched with dietary fiber from carrot discards: Effects on the contents and bioaccessibilities of carotenoids and vitamin E. *Molecules*. 2024. Vol. 29(6). P. 1259. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules29061259>.
11. Van de Velde F., Vignatti C., Méndez-Galarraga M. P., Gomila M., Fenoglio C., Zbinden M. D., Pirovani M. É. Intestinal and colonic bioaccessibility of phenolic compounds from fruit smoothies as affected by the thermal processing and the storage conditions. *Food Research International*. 2022. Vol. 155. P. 111086. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111086>.
12. Šilha D., Syrová P., Syrová L., Janečková J. Smoothie drinks: Possible source of resistant and biofilm-forming microorganisms. *Foods*. 2022. Vol. 11(24). P. 4039. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11244039>.
13. De B., Shrivastav A., Das T., Goswami T. K. Physicochemical and nutritional assessment of soy milk and soymilk products and comparative evaluation of their effects on blood gluco-lipid profile. *Applied Food Research*. 2022. Vol. 2(2). P. 100146. URL: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100146>.
14. Mollakhalili-Meybodi N., Arab M., Zare L. Harmful compounds of soy milk: characterization and reduction strategies. *Journal of Food Science and Technology*. 2022. Vol. 59(10). P. 3723–3732. URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05249-4>.
15. Sargautis D., Kince T. Effect of enzymatic pre-treatment on oat flakes protein recovery and properties. *Foods*. 2023. Vol. 12(5). P. 965. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12050965>.
16. Reiners S., Hebestreit S., Wedekind L., Kiehntopf M., Klink A., Rummler S., Gleis M., Lorkowski S., Schlörmann W., Dawczynski C. Effect of a regular consumption of traditional and roasted oat and barley flakes on blood lipids and glucose metabolism – A randomized crossover trial. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. P. 1095245. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1095245>.
17. Sonawane S., Shams R., Dash K. K., Patil V., Pandey V. K., Dar A. H. Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review. *EFood*. 2024. Vol. 5(4). P. 171. URL: <https://doi.org/10.1002/efd2.171>.
18. Silva G. d. F., Peixoto T. D. C., Ferreira Neto M., Souto A. G. d. L., Rodrigues Filho R. A., Araújo K. F. d. P., Cavalcante J. S. J., Pereira K. T. O., Moreira R. C. L., Fernandes P. D., Dias N. d. S., Rocha J. L. A., Melo A. S. d., Silva A. Á. d., Sá F. V. d. S. Effect of nitrogen sources on the phenological phases of Italian zucchini under salt stress. *Agriculture*. 2026. Vol. 16(1). P. 62. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture16010062>.
19. Jhanani G. K., Alsalhi M. S., Shanmuganathan R. As assessment of shelf life increasing competence of pectin (*Zucchini*) based edible coating on tomatoes. *Environmental Research*. 2024. Vol. 258. P. 119368. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119368>.
20. Bangar S. P., Sharma N., Sanwal N., Lorenzo J. M., Sahu J. K. Bioactive potential of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Research International*. 2022. Vol. 158. P. 111556. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111556>.
21. Stoica F., Răpeanu G., Rațu R. N., Stănciuc N., Croitoru C., Țopa D., Jităreanu G. Red beetroot and its by-products: A comprehensive review of phytochemicals, extraction methods, health benefits, and applications. *Agriculture*. 2025. Vol. 15(3). P. 270. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture15030270>.
22. Gavril R. N., Stoica F., Lipșa F. D., Constantin O. E., Stănciuc N., Aprodu I., Răpeanu G. Pumpkin and pumpkin by-products: A comprehensive overview of phytochemicals, extraction, health benefits, and food applications. *Foods*. 2024. Vol. 13(17). P. 2694. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13172694>.
23. Hussain A., Kausar T., Sehar S., Sarwar A., Qudus M. Y., Aslam J., Liaqat A., Siddique T., Ul An Q., Kausar S., Rehman A., Nisar R. A review on biochemical constituents of pumpkin and their role as pharma foods; a key strategy to improve health in post COVID-19 period. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2023. Vol. 5(1). P. 22. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00138-z>.
24. Sarma U., TR B. Dietary phytonutrients in common green leafy vegetables and the significant role of processing techniques on spinach: A review. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2024. Vol. 6. P. 10. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00192-7>.
25. Naseem A., Akhtar S., Ismail T., Qamar M., Sattar D.-e.-s., Saeed W., Esatbeyoglu T., Bartkiene E., Rocha J. M. Effect of growth stages and lactic acid fermentation on anti-nutrients and nutritional attributes of spinach (*Spinacia oleracea*). *Microorganisms*. 2023. Vol. 11(9). P. 2343. URL: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092343>.
26. Arnold M., Gramza-Michalowska A. Recent development on the chemical composition and phenolic extraction methods of apple (*Malus domestica*)—A review. *Food and Bioprocess Technology*. 2024. Vol. 17. P. 2519–2560. URL: <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03208-9>.
27. Asma U., Morozova K., Ferrentino G., Scampicchio M. Apples and apple by-products: Antioxidant properties and food applications. *Antioxidants*. 2023. Vol. 12(7). P. 1456. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox12071456>.

REFERENCES

- Casco, M. A., Jagus, R. J., Agüero, M. V., & Fernandez, M. V. (2022). Ultrasound and its combination with natural antimicrobials: Effects on shelf life and quality stability of a fruit and vegetable smoothie. *Food and Bioprocess Technology*, 15(1), 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02745-5>.
- Yusuf, E. H., Wojdyło, A., Bourbon, A. I., & Nowicka, P. (2023). Fruit–carrot-based smoothies as innovative products with a complex matrix of bioactive compounds effected on activities of selected digestive enzymes and cholinesterases *in vitro*. *Antioxidants*, 12(4), 917. <https://doi.org/10.3390/antiox12040917>.
- Da Silva-Mojón, L., Pérez-Lamela, C., & Falqué-López, E. (2023). Smoothies marketed in Spain: Are they complying with labeling legislation? *Nutrients*, 15(20), 4426. <https://doi.org/10.3390/nu15204426>.
- Ashraf, H., Khalid, S., Khalid, W., Nadeem, M., & Tahir, M. U. (2025). Vegetables' juices, blends, and smoothies: Preparation and processing. In: Iqbal, Z., Anjum, M. A., Ercisli, S., Rauf, S. (eds), *Sustainable and Innovative Vegetable Production in times of Climate Change*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-6283-8_28.
- Neelissen, J., Leanderson, P., Jonasson, L., & Chung, R. W. S. (2023). The effects of dairy and plant-based liquid components on lutein liberation in spinach smoothies. *Nutrients*, 15(3), 779. <https://doi.org/10.3390/nu15030779>.
- Jiménez-Monreal, A. M., Cedeño-Pinos, C., Bañón, S., Muñoz, I., Guardia, M. D., Tahori, N., & Martínez-Tomé, M. (2025). Effect of *in vitro* gastrointestinal digestion on the antioxidant properties of fruit and vegetable powdered smoothies reinforced with WPC80. *LWT*, 215, 117301. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117301>.
- Bhullar, S. (2025). Health associations of various fruit forms: solid fruits, juices, and smoothies. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1626179. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1626179>.
- Razola-Díaz, M. d. C., Guerra-Hernández, E. J., García-Villanova, B., & Verardo, V. (2022). New insight on phenolic composition and evaluation of the vitamin C and nutritional value of smoothies sold on the Spanish market. *Molecules*, 27(23), 8229. <https://doi.org/10.3390/molecules27238229>.
- Michael, J. A., Olatuyi, V. T., Adelu, A. O., Falodun, A. I., Ogunbenro, G. M., Nwanna, E. E., Elekofehinti, O. O., & Badejo, A. A. (2024). Antioxidant activities of developed natural smoothies and their effects on blood glucose levels and expression of pro-inflammatory genes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00249-1>.
- Donda Zbinden, M., Schmidt, M., Vignatti, C. I., Pirovani, M. É., & Böhm, V. (2024). High-pressure processing of fruit smoothies enriched with dietary fiber from carrot discards: Effects on the contents and bioaccessibilities of carotenoids and vitamin E. *Molecules*, 29(6), 1259. <https://doi.org/10.3390/molecules29061259>.
- Van de Velde, F., Vignatti, C., Méndez-Galarraga, M. P., Gomila, M., Fenoglio, C., Zbinden, M. D., & Pirovani, M. É. (2022). Intestinal and colonic bioaccessibility of phenolic compounds from fruit smoothies as affected by the thermal processing and the storage conditions. *Food Research International*, 155, 111086. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111086>.
- Šilha, D., Syrová, P., Syrová, L., & Janečková, J. (2022). Smoothie drinks: Possible source of resistant and biofilm-forming microorganisms. *Foods*, 11(24), 4039. <https://doi.org/10.3390/foods11244039>.
- De, B., Shrivastav, A., Das, T., & Goswami, T. K. (2022). Physicochemical and nutritional assessment of soy milk and soymilk products and comparative evaluation of their effects on blood gluco-lipid profile. *Applied Food Research*, 2(2), 100146. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100146>.
- Mollakhalili-Meybodi, N., Arab, M., & Zare, L. (2022). Harmful compounds of soy milk: characterization and reduction strategies. *Journal of Food Science and Technology*, 59(10), 3723–3732. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05249-4>.
- Sargautis, D., & Kince, T. (2023). Effect of enzymatic pre-treatment on oat flakes protein recovery and properties. *Foods*, 12(5), 965. <https://doi.org/10.3390/foods12050965>.
- Reiners, S., Hebestreit, S., Wedekind, L., Kiehntopf, M., Klink, A., Rummeler, S., Gleis, M., Lorkowski, S., Schlörmann, W., & Dawczynski, C. (2023). Effect of a regular consumption of traditional and roasted oat and barley flakes on blood lipids and glucose metabolism – A randomized crossover trial. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1095245. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1095245>.
- Sonawane, S., Shams, R., Dash, K. K., Patil, V., Pandey, V. K., & Dar, A. H. (2024). Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review. *EFood*, 5(4), 171. <https://doi.org/10.1002/efd2.171>.
- Silva, G. d. F., Peixoto, T. D. C., Ferreira Neto, M., Souto, A. G. d. L., Rodrigues Filho, R. A., Araújo, K. F. d. P., Cavalcante, J. S. J., Pereira, K. T. O., Moreira, R. C. L., Fernandes, P. D., Dias, N. d. S., Rocha, J. L. A., Melo, A. S. d., Silva, A. Á. d., & Sá, F. V. d. S. (2026). Effect of nitrogen sources on the phenological phases of Italian zucchini under salt stress. *Agriculture*, 16(1), 62. <https://doi.org/10.3390/agriculture16010062>.
- Jhanani, G. K., Alsalhi, M. S., & Shanmuganathan, R. (2024). As assessment of shelf

life increasing competence of pectin (*Zucchini*) based edible coating on tomatoes. *Environmental Research*, 258, 119368. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119368>.

20. Bangar, S. P., Sharma, N., Sanwal, N., Lorenzo, J. M., & Sahu, J. K. (2022). Bioactive potential of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Research International*, 158, 111556. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111556>.

21. Stoica, F., Răpeanu, G., Rațu, R. N., Stănciuc, N., Croitoru, C., Țopa, D., & Jităreanu, G. (2025). Red beetroot and its by-products: A comprehensive review of phytochemicals, extraction methods, health benefits, and applications. *Agriculture*, 15(3), 270. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030270>.

22. Gavril, R. N., Stoica, F., Lipșa, F. D., Constantin, O. E., Stănciuc, N., Aprodu, I., & Răpeanu, G. (2024). Pumpkin and pumpkin by-products: A comprehensive overview of phytochemicals, extraction, health benefits, and food applications. *Foods*, 13(17), 2694. <https://doi.org/10.3390/foods13172694>.

23. Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Qudsoos, M. Y., Aslam, J., Liaqat, A., Siddique, T., Ul An, Q., Kauser, S., Rehman, A., & Nisar, R. (2023). A review on biochemical constituents of pumpkin and their role as pharma foods; a key strategy to improve

health in post COVID 19 period. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00138-z>.

24. Sarma, U., & TR, B. (2024). Dietary phytonutrients in common green leafy vegetables and the significant role of processing techniques on spinach: A review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6, 10. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00192-7>.

25. Naseem, A., Akhtar, S., Ismail, T., Qamar, M., Sattar, D.-e.-s., Saeed, W., Esatbeyoglu, T., Bartkiene, E., & Rocha, J. M. (2023). Effect of growth stages and lactic acid fermentation on anti-nutrients and nutritional attributes of spinach (*Spinacia oleracea*). *Microorganisms*, 11(9), 2343. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092343>.

26. Arnold, M., & Gramza-Michalowska, A. (2024). Recent development on the chemical composition and phenolic extraction methods of apple (*Malus domestica*) – A review. *Food and Bioprocess Technology*, 17, 2519–2560. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03208-9>.

27. Asma, U., Morozova, K., Ferrentino, G., & Scampicchio, M. (2023). Apples and apple by-products: Antioxidant properties and food applications. *Antioxidants*, 12(7), 1456. <https://doi.org/10.3390/antiox12071456>.

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



Дата першого надходження статті до видання: 24.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

УДК 640.43:72.012:004.92

Калугіна І. М.,

ik101273@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3385-9722,

Researcher ID: P-7026-2015,

к.т.н., доц., доцент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Колесніченко С. Л.,

svetlanalk@ukr.net, ORCID 0009-0006-1162-2720,

Resercher ID: LMO-8314-2024,

к.т.н., доц., доцент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЕКТУВАННЯ СУЧАСНИХ ТИПІВ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА З МОДЕЛЮВАННЯМ В AUTOCAD

Анотація. В статті розкриті питання проектування закладів ресторанного господарства в умовах сучасного стану ринку та соціальних потреб країни. Мета роботи – вдосконалення методики проектування сучасних типів закладів ресторанного господарства з моделюванням в AutoCAD, таких як їдальня-роздавальня та модульне підприємство з виробництва скомплектованих страв раціону для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування. Запропоновані планувальні рішення перспективних типів закладів ресторанного господарства для вирішення завдання розділення технологічних процесів приготування продукції й організації харчування відвідувачів та відкриває нові можливості для розширення ресторанної інфраструктури у рекреаційних зонах, де законодавством встановлюються планувальні обмеження використання й забудови цих територій, або будівництво капітальних споруд не можливе, таких як їдальня-роздавальня. Рекомендований проект модульного підприємства з виробництва скомплектованих страв раціону, який забезпечує харчування певного контингенту споживачів з обмеженим доступом до стаціонарних закладів ресторанної галузі. Розроблені раціони харчування із скомплектованих страв з урахуванням фізіологічних норми споживання для дорослого населення, що диференційовані залежно від енергозатрат, зв'язаних зі ступенем складності фізичної роботи, які впроваджені у виробництво даних ресторанних закладів. Завдяки впровадженню сучасних проектувальних рішень з урахуванням змін потреб споживачів створюються умови для впровадження сучасних типів закладів ресторанного господарства для забезпечення розвитку ресторанної галузі країни.

Ключові слова: проектування підприємств галузі, заклади ресторанного господарства, моделювання в AutoCAD, їдальня-роздавальня, модульне підприємство, раціон харчування, скомплектовані страви.

Kalugina I. I.,

ik101273@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3385-9722,

Researcher ID: P-7026-2015,

Ph. D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of restaurant and healthy food technologies, Odesa National University of Technology, Odesa

Kolesnichenko S. L.,

svetlanalk@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-1162-2720,

Researcher ID: LMO-8314-2024,

Ph. D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of restaurant and healthy food technologies, Odesa National University of Technology, Odesa

PROSPECTS OF DESIGNING MODERN TYPES OF RESTAURANT ESTABLISHMENTS WITH MODELIZATION IN AUTOCAD

Abstract. The article reveals the issues of designing restaurant establishments in the conditions of the current market situation and social needs of the country. The purpose of the work is to improve the design methodology of modern types of restaurant establishments with modeling in AutoCAD, such as a canteen-dispensary and a modular enterprise for the production of complete ration dishes to meet the needs of the military, construction workers, and agricultural workers with limited access to stationary food outlets. Planning solutions for promising types of restaurant establishments are proposed to solve the problem of separating the technological processes of preparing products and organizing the catering of visitors and opens up new opportunities for expanding restaurant infrastructure in recreational areas, where the legislation establishes planning restrictions on the use and development of these territories, or the construction of capital structures is not possible, namely: a canteen-dispensary. A project of a modular enterprise for the production of ready-made ration dishes is recommended, which provides nutrition to a certain contingent of consumers with limited access to stationary establishments of the restaurant industry. Rations of ready-made dishes are developed taking into account the physiological norms of consumption for the adult population, which are differentiated depending on the energy costs associated with the degree of complexity of physical work, which are implemented in the production of these restaurant establishments. Thanks to the implementation of modern design solutions taking into account changes in consumer needs, conditions are created for the implementation of modern types of restaurant establishments to ensure the development of the country's restaurant industry.

Key words: design of industry enterprises, restaurant establishments, modeling in AutoCAD, canteen-distribution, modular enterprise, diet, ready-made dishes.

JEL Classification: L66, L74, O33, C88

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-08>

Постановка проблеми. Перспективи розвитку галузі ресторанного господарства залежать перш за все від економічної ситуації в країні і визначаються комплексом внутрішніх та зовнішніх факторів, серед яких ключовим є впровадження інноваційних технологій проектування. В наш час закладам ресторанного господарства потрібно бути гнучкими до кризових умов, адаптованими до викликів несприятливої економічної ситуації, максимально виявляти креативність, щоб утриматися на ринку. Сьогоденні реалії ресторанного бізнесу потребують перегляду концепцій, залучення нової аудиторії, оптимізації меню, переглядання складників страв

та раціонів, орієнтування на соціальні формати, розробки стратегій, які забезпечують стійкість у довгостроковій перспективі.

Одним із ключових напрямків розвитку ресторанної галузі є запуск нових продуктів та послуг, які відповідають потребам часу, в т.ч. послуг харчування для спеціальних категорій громадян. В цьому сенсі актуальності набуває проектування сучасних форматів підприємств ресторанної галузі з моделюванням в AutoCAD, таких перспективних типів закладів ресторанного господарства як їдальня-роздавальня, планувальне рішення яких вирішує завдання розділення технологічних процесів приготування продукції

й організації харчування відвідувачів та відкриває нові можливості для розширення ресторанної інфраструктури у рекреаційних зонах, де будівництво капітальних споруд заборонено або не можливе. Перспективним напрямком розвитку соціальної інфраструктури ресторанного бізнесу також є проектування модульних підприємств з виробництва скомплектованих страв раціону з урахуванням фізіологічних норм споживання, для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему щодо проектування різних новітніх форматів закладів ресторанного господарства розглянули в наукових дослідженнях як зарубіжні, так і вітчизняні фахівці. Так, загальні положення до проектування сучасних закладів ресторанного господарства та підходи до їх концептуального рішення наведені А. Мазаракі, С. Шаповал, О. Григоренковим [1]. Основні принципи і особливості вимог до технологічного проектування закладів ресторанного господарства в сучасних умовах господарювання запропоновані Л. Івашиною, Л. Бишовець, О. Куракін [2]. Міжнародна проектна діяльність у соціально-економічному розвитку ресторанних закладів України розглянуті у публікації Т. Гринюк, Т. Буличевої, Л. Івашиної та ін. [3]. Визначення концептуальних засад технологічного проектування перспективних закладів ресторанного господарства в своїй науковій праці торкнулися Т. Шматковська та Н. Мостовенко [4]. Принципи проектування нових об'єктів ресторанного господарства у відповідності з їх соціально-культурною, утилітарною та естетичною функціями висвітлили С. Майкова, О. Вівчарук, О. Маслійчук [5]. Роль та значення впровадження в ресторанному бізнесі новітніх технологій проектування, застосування яких в сучасних умовах може сприяти підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних закладів ресторанного господарства й дозволить відповідати світовим стандартам гостинності в своїй публікації визначили О. Шидловська, Т. Іщенко, О. Дулька [6]. О. Гуторов в своїй статті щодо особливостей здійснення проектування закладів ресторанного господарства розглянув питання відповідності архітектурно-планувальному, технологічному, конструктивному, спеціальному інженерному рішенню, які і визначають характер технологічного процесу – основи проектування будь-якого підприємства [7]. О. Коваль,

Д. Катюха зазначили, що особлива увага при проектуванні закладів ресторанного господарства повинна приділятися впровадженню інновацій, оптимізації ресурсів і підвищенню енергонезалежності підприємств у кризових умовах [8].

Аналіз досліджень у сфері проектування закладів ресторанного господарства свідчить про наявність проблемних питань, що на сьогодні не вирішені. Варто наголосити на недостатнє висвітлення у наукових працях останніх років питань щодо особливостей проектування закладів ресторанного господарства з моделюванням в AutoCAD у яких розділено виробництво і організація харчування споживачів, таких як їдальня-роздавальня, а також модульних підприємств, які спеціалізуються на виробництві і доставці спеціалізованим автотранспортом скомплектованих страв раціону з урахуванням фізіологічних норм, для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування. Це питання залишається недостатньо визначеним і потребує дослідження.

Постановка завдання. Метою роботи є вдосконалення методики проектування сучасних типів закладів ресторанного господарства з моделюванням в AutoCAD, таких як їдальня-роздавальня та модульне підприємство з виробництва скомплектованих страв раціону з урахуванням фізіологічних норм, для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування.

Виклад основного матеріалу. В наш час, найвищий рівень туристичної привабливості мають рекреаційні зони міст, призначені для організації відпочинку населення та покращання стану довкілля. Однак стан благоустрою і рівень ресторанної інфраструктури зон рекреації в Україні не відповідає сучасним європейським і світовим стандартам. Згідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», рекреаційні території – це ділянки суші, які призначені для здійснення рекреаційної діяльності та відпочинку рекреантів [9]. Рекреаційні території являють собою мережу ділянок озелених та інших відкритих просторів різного призначення, розташованих як на територіях населених пунктів, так і у приміських зонах, в тому числі ландшафтних комплексів, курортів та оздоровчих місцевостей, об'єктів культурної спадщини, туристичних та інших зон.

Рекреаційні території, де планується будівництво закладів ресторанної галузі, нерідко розташовані в межах територій охоронних зон об'єктів і є частиною структурних територіальних елементів екологічної мережі, до яких відносяться: зони санітарної охорони, зони особливого режиму використання земель, території природно-заповідного та водного фондів, курортні і оздоровчі, рекреаційні, водні і водозахисні території та інші. Відповідно до вимог нормативно-правових актів законодавством встановлюються планувальні обмеження використання й забудови цих територій. Під час проектування будинків та споруд на рекреаційних територіях враховують показник рекреаційного навантаження, що характеризується кількістю рекреантів на одиницю площі за певний період і визначає рівень сукупного антропогенного впливу на природний комплекс певної території в процесі рекреаційної діяльності. Тому, при розробці проектів будівництва нових об'єктів ресторанної індустрії в межах рекреаційних зон, що є частиною структурних територіальних елементів екологічної мережі, доцільно перевагу надавати альтернативним типам закладів ресторанної галузі з низьким показником рекреаційного навантаження на одиницю площі території. До таких перспективних типів ресторанних закладів, при певній організації виробництва й розробці сучасної об'ємно-планувальної моделі, яка вирішує завдання розділення технологічних процесів приготування продукції й організації харчування відвідувачів, можна віднести їдальню-роздавальню. Їдальня-роздавальня – різновид їдальні з функціями відпускання виготовлених

та скомплектованих іншими закладами ресторанного господарства обідів, сніданків, вечерь, а також продажу закупних товарів [10]. По суті, їдальня-роздавальня – це їдальня без кухні, оснащена устаткуванням для підігріву їжі, де реалізують для споживання на місці страви і кулінарну продукцію, що доставляються з інших об'єктів ресторанного господарства [11].

Як правило їдальню-роздавальню проектують без складської й виробничої груп приміщень, а передбачають організацію приміщення для підігріву та поцінування страв, що доставляються з заготівельного підприємства, розташованого в іншому місці [12].

Такий заклад ресторанного господарства як їдальня-роздавальня можна спроектувати за двома функціонально-технологічними моделями:

1. Заклад, який не має виробництва і реалізує готову продукцію, яку отримує від інших підприємств, що мають виробництво;

2. Заклад, який не має виробництва і реалізує готову продукцію, яку виробляє у власному базовому підприємстві, яке розташоване в іншому місці.

Реалізація другої функціонально-технологічної моделі в організації виробництва їдальні-роздавальні відкриває нові можливості для розширення ресторанної інфраструктури у рекреаційних зонах. Так, проектування їдальні-роздавальні у рекреаційній зоні дозволить урахувати вимоги нормативної документації щодо режиму забудовлі територій лімітованого використання. Ми пропонуємо у рекреаційній зоні організувати фуд-корт їдальні-роздавальні по типу «літній майданчик» зі збірно-розбірним тимчасовим

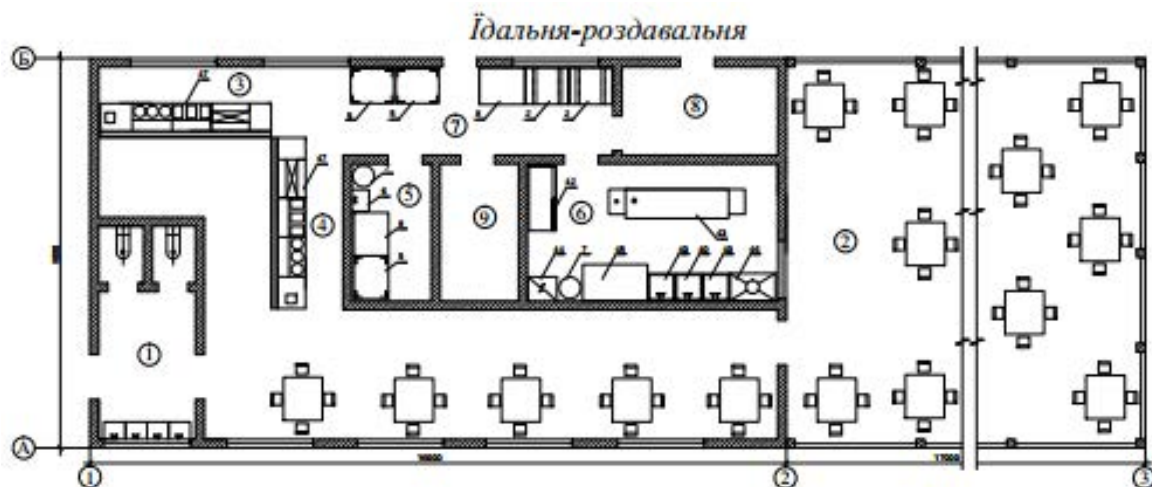


Рис. 1. План їдальні-роздавальні

або пересувним об'єктом, в якому скомпоновані приміщення для підігріву, доопрацювання та роздавання страв, кулінарних, кондитерських виробів та напоїв, мийна столового посуду, інші приміщення для персоналу та відвідувачів (рис. 1).

Виробничі площі закладу спроектовані у базовому підприємстві (рис. 2), в якому буде вироблятися увесь асортимент продукції їдальні-роздавальні. Базове підприємство їдальні-роздавальні доцільно й рекомендовано будувати на стаціонарній основі поза територій лімітованого використання, на майданчиках, які розташовані неподалік, з урахуванням логістичних факторів постачання готових страв та виробів.

На основі комплексної оцінки рекреаційної та прилеглої територій, де планується будівництво, планувальне рішення об'єктів їдальні-роздавальні деталізуються. Експлікація приміщень їдальні-роздавальні та її базового підприємства надана у таблиці 1.

Таким чином, проектування їдальні-роздавальні у рекреаційній зоні, за умови використання розробленого об'ємно-планувального рішення цього закладу та продуманого механізму впровадження новітнього організаційно-технологічного рішення, забезпечить туристичну привабливість, екологічну стабільність та сталий розвиток даних територій, високий рівень організації відпочинку населення й сприятиме розвитку ресторанної індустрії нашої країни.

Особлива увага сьогодні ношею державою приділяється організації повноцінного харчування військових у польових умовах, будівельників, працівників аграрної сфери на місці праці. В зв'язку з цим виникла необхідність у проектуванні модульного підприємства з виробництва скомплектованих страв раціону для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування.

Проектоване модульне підприємство з виробництва скомплектованих страв раціону розроблено із модулів:

1 модуль – базове підприємство на якому готують страви, кулінарні, борошняні вироби, напої та комплектують їх по раціонам, пакують й відпускають.

2 модуль – спеціалізований автотранспорт для перевезення та доставки скомплектованих страв раціону у точки споживання їжі.

План модульного підприємства з виробництва скомплектованих страв раціону для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування наведений на рис. 3.

Експлікація приміщень модульного підприємства з виробництва скомплектованих страв раціону надана у таблиці 2.

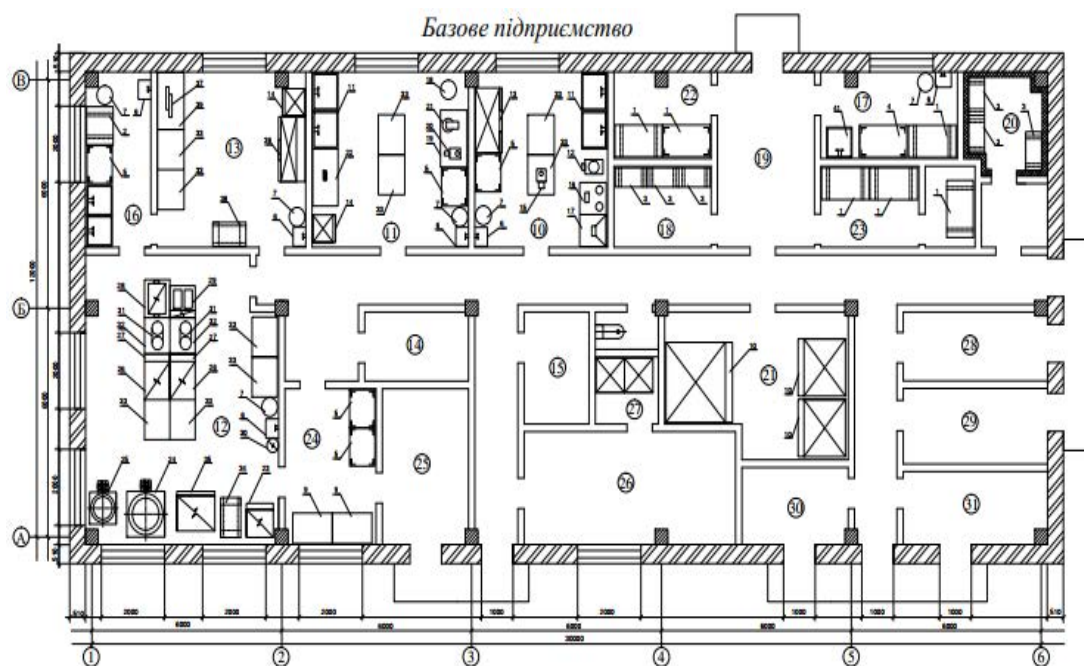


Рис. 2. План базового підприємства їдальні-роздавальні

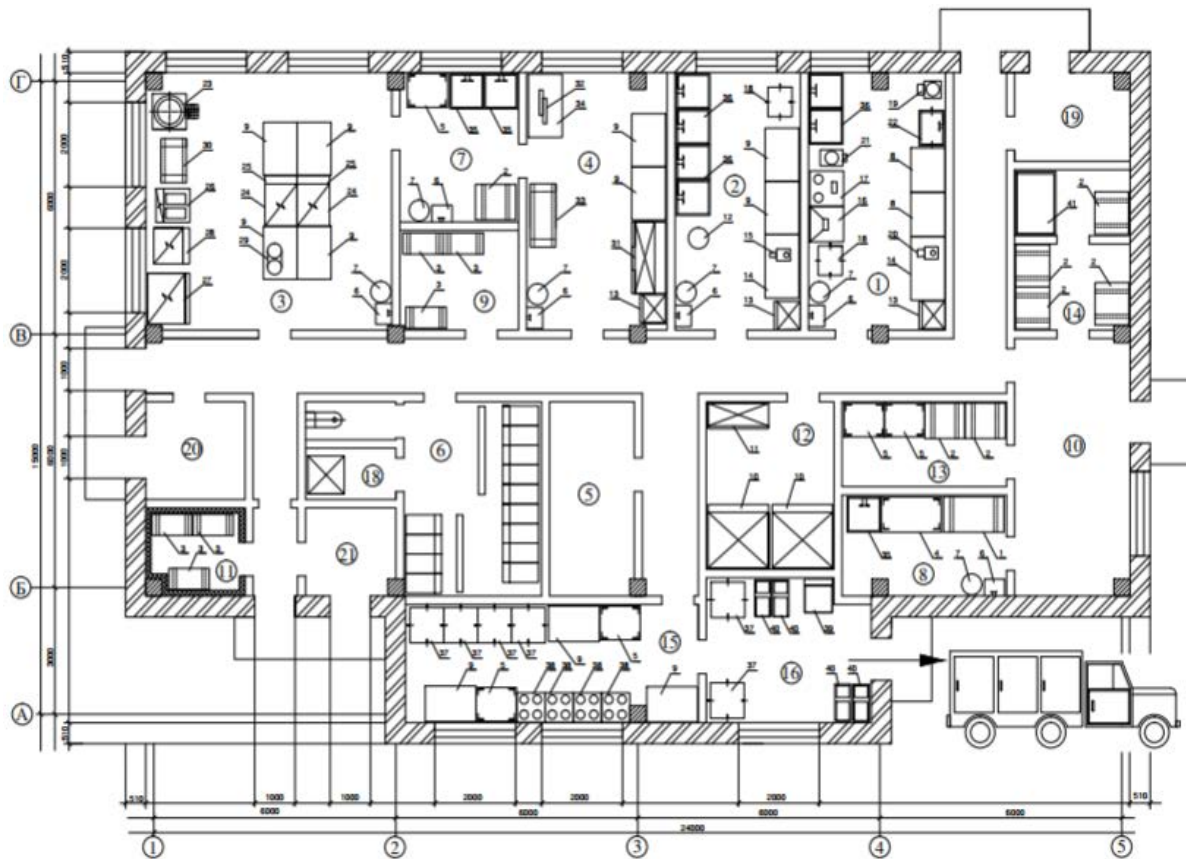


Рис. 3. План модульного підприємства з виробництва скомплектованих страв раціону для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування

Таблиця 1

Експлікація приміщень їдальні-роздавальні

Поз.	Найменування	Площа, м ²	Поз.	Найменування	Площа, м ²
Їдальня-роздавальня					
1.	Вестибюль з с/в	12	6.	Мийна столового посуду	22,4
2.	Літній майданчик	192	7.	Приміщення прийому готових страв	12
3.	Роздавальня 1	12,5	8.	Електрощитова	6
4.	Роздавальня 2	12,5	9.	Приміщення персоналу	6
5.	Білизняна	6			
Базове підприємство					
10.	Овочевий цех	20,7	21.	Комора для зберігання продуктів в охолоджувальному виді	22,3
11.	М'ясо-рибний цех	24	22.	Комора сухих продуктів	6
12.	Гарячий цех	46	23.	Комора овочів	9
13.	Холодний цех	22,5	24.	Виробничий відділ комплектації готових страв	12
14.	Кабінет директора	6	25.	Експедиція	12
15.	Контора	6	26.	Гардероб персоналу	18
16.	Мийна кухонного посуду	9	27.	Душові і с/в	4
17.	Комора і мийна тари	10	28.	Електрощитова	6
18.	Комора інвентарю	5	29.	Теплопункт	6
19.	Завантажувальна	12	30.	Венткамера	6
20.	Камера харчових відходів	5	31.	Котельня	6

Військові та робітники зможуть отримувати по розробленому графіку комплексний сніданок, обід або вечерю. Харчування відбувається по трьом комплексам, включаючи дієтичний з урахуванням фізіологічних потреб, тих хто харчується, розподілу енергетичної цінності й основних поживних речовин денного раціону по окремих прийманнях їжі (сніданок, обід і вечеря).

Норми харчування розробляються на науковій основі з урахуванням вимог раціонального харчування людини [13]. Їжа являється єдиним джерелом енергії та будівельного матеріалу для формування складних структур організму. Тому у відповідності із сучасними даними науки про збалансоване харчування для забезпечення життєдіяльності людини її організм повинен отримувати щоденно певну кількість харчових речовин у залежності від характеру трудової діяльності, віку, статі, образу життя, кліматичних та інших умов. Фізіологічні норми споживання для дорослого населення диференційовані залежно від енергозатрат, зв'язаних зі ступенем складності фізичної роботи [14], цей фактор прийнятий до уваги при складанні скомплектованих меню окремих приймань їжі для споживачів, а саме будівельників, працівників аграрної сфери, які отримують харчування. Згідно постанови Кабінету міністрів України «Про внесення змін до норм харчування військовослужбовців Збройних Сил та інших військових формувань» енерговитрати військовослужбовців становлять приблизно 4500 ккал на день (15,1 МДж/день) при виконанні нескладних операцій і 4900-5500 ккал на день (20,5 МДж/день) для бойових операцій

(місій), які вважаються найбільш фізіологічно, емоційно-стресовим навантаженням на військового [15]. Із урахуванням цього, модульне підприємство виробляє скомплектовані раціони за чотирма комплексами:

Комплекс №1 – для військовослужбовців. Скомплектовані раціони для військовослужбовців розраховані на енергозатрати військовослужбовців при виконанні нескладних операцій, розрахований на 4500 ккал на день.

Комплекс №2 – для будівельників. Скомплектовані раціони для будівельників розроблені згідно рекомендованих норм енергетичної потреби в білках, жирах і вуглеводах для працездатного населення 3 групи інтенсивності праці. Комплекс №2 розрахований на 3200 ккал на день.

Комплекс №3 – для працівників аграрної сфери. Скомплектовані раціони для працівників аграрної сфери розроблені згідно рекомендованих норм енергетичної потреби в білках, жирах і вуглеводах для працездатного населення 2 групи інтенсивності праці. Комплекс №3 розрахований на 3000 ккал на день.

Комплекс №4 – дієтичний комплекс. Згідно норм організації харчування робітників кількість споживачів, які харчуються по дієтичному меню становить 20%. Комплекс №4 складений по дієті №15 і розрахований на 2400–2600 ккал на день.

Модульне підприємство запропоновано збудувати на стаціонарній основі на земельній ділянці, яка розташована на оптимальній відстані від місця споживання їжі із урахуванням логістичних факторів постачання готових раціонів харчування.

Таблиця 2

Експлікація приміщень модульного підприємства з виробництва скомплектованих страв раціону

Поз.	Найменування	Площа, м ²	Поз.	Найменування	Площа, м ²
1.	Овочевий цех	20,4	12.	Комора для зберігання продуктів в охолоджувальному виді	13,5
2.	М'ясо-рибний цех	19,4	13.	Комора сухих продуктів	8
3.	Гарячий цех	33,3	14.	Комора овочів	12
4.	Холодний цех	22,8	15.	Приміщення комплектації готових страв	23,9
5.	Кабінет директора і контора	9	16.	Експедиція	11,1
6.	Гардероб персоналу	22	17.	Приміщення персоналу	18
7.	Мийна кухонного посуду	9	18.	Душові і с/в	4
8.	Комора і мийна тари	10	19.	Електрощитова	6
9.	Комора інвентарю	6	20.	Теплопункт	8
10.	Завантажувальна	18	21.	Венткамера	8
11.	Камера харчових відходів	8			

Кількість військовослужбовців і робітників, які будуть отримувати харчування в польових умовах буде визначатися заздалегідь. Необхідна кількість скомплектованих сніданків, обідів та вечерів по відповідним комплексам буде визначатися за потребами й формуватися кожного дня на наступний день. Робітники будуть купувати абонемент на харчування, частину коштів за харчування будуть компенсувати агро- та будівельні фірми, які заключили договір щодо організації харчування із модульним підприємством. Тобто харчування буде організовано для робітників за пільговими цінами. Харчування буде організовано на місці праці робітників. Робітники будуть отримувати харчування по розробленому графіку: комплексний сніданок, обід або вечерю. В польових умовах робітники та військові будуть отримувати сніданки, обіди й вечері згідно розробленого графіка.

Для забезпечення організації комплексного харчування робітників та військових у польових умовах в модульному підприємстві передбачено спеціальний автотранспорт. Страви будуть упаковувати в одноразові спеціальні порційні пластикові та паперові коробки, перші страви будуть транспортуватись у ізотермічних пересувних мармітах-термосах та напої – в спеціальних ємностях-термосах і будуть порціонувати на місці споживання в одноразовий посуд. Для ефективної організації відпускання, комплектації страв, завантаження у спеціалізований автотранспорт та транспортування страв для харчування споживачів, у модульному підприємстві спроектовано приміщення для комплектування страв та експедиція.

Розроблення креслення планів запропонованих закладів ресторанного господарства в AutoCAD включає кілька послідовних етапів проектування. Спочатку визначають ключові вимоги до проекту: принципи функціонального зонування приміщення, виробничу спеціалізацію закладу та загальну концепцію організації виробництва. Далі створюють ескіз за допомогою цифрових інструментів, який слугує основою для електронного креслення. Після цього в AutoCAD налаштовують робоче середовище: створюють файл, обирають одиниці вимірювання, формують шари для елементів креслення та визначають межі робочої області. У наступну чергу виконують побудову плану в AutoCAD: наносять осі, стіни, перегородки, колони, дверні та віконні прорізи. Потім проводять зонування приміщення

й розміщують технологічне обладнання. Підсумковою стадією є нанесення розмірних позначень і підготовка креслення до друку.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Отже, вдосконалення методики проектування з використанням AutoCAD дозволило розробити проектні рішення сучасних закладів ресторанного господарства, таких як їдальня-роздавальня та модульне підприємство з виробництва скомплектованих страв раціону для забезпечення потреб військових, будівельників, працівників аграрної сфери з обмеженим доступом до стаціонарних точок харчування. Запропоновані архітектурно-планувальні підходи у проектуванні новітніх закладів ресторанного господарства, спрямовані на розділення процесів приготування страв і обслуговування споживачів, створюють передумови для розвитку ресторанної інфраструктури в рекреаційних зонах з обмеженнями на капітальне будівництво, зокрема у форматі їдалень-роздавальень. У цьому контексті, перспективними також є представлені проектні пропозиції об'ємно-планувального вирішення модульного підприємства з виробництва скомплектованих раціонів харчування для споживачів з обмеженим доступом до стаціонарних закладів ресторанної галузі.

Внаслідок впровадження інноваційних підходів до проектування формуються умови для розвитку нових сучасних типів закладів ресторанного господарства, що сприяє подальшому розвитку ресторанної галузі країни.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі полягають у вдосконаленні методів проектування закладів ресторанного господарства, зокрема розвитку мобільних форматів харчування, а також оптимізації технологічних і планувальних рішень для різних умов експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мазаракі А.А., Шаповал С.Л., Григоренко О.М. та ін. Проектування закладів ресторанного господарства: підручник/ за ред. А.А. Мазаракі. Київ, 2017. 184 с. ISBN 978-966-629-848-8 DOI: 10.31617/p.knute.2017-1743
2. Івашина Л., Бишовець Л., Куракін О. Основні принципи та вимоги до технологічного проектування закладів ресторанного господарства. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2025. №1 (15). С. 51-57. [https://doi.org/10.32782/2708-4949.1\(15\).2025.9](https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(15).2025.9)
3. Гринюк Т., Буличева Т., Логінова А. Міжнародна проектна діяльність та фандрай-

зинг у соціально-економічному розвитку і відновленні України під час війни. *Усниху і досягнення у науці*. 2024. № 2(2). С. 280–295. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/sas/article/view/9879/9932>

4. Шматковська Т., Мостовенко Н. Організаційно-економічні та фінансові засади відновлення конкурентоспроможності сфери гостинності України. *Економіка та суспільство*. 2024. № 63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-130>

5. Майкова С.В., Вівчарук О.М., Маслійчук О.Б., Подвірна Х.Є. Проектування та дизайн закладів готельно-ресторанного господарства: навч. посіб. Львів, 2023. 340с. https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=511

6. Шидловська О.Б., Іщенко Т.І., Дулька О.С. Новітня ресторанна справа в індустрії гостинності. *Географія та туризм*. 2023. № 71. С. 3-8. doi.org/10.17721/2308-135X.2023.71.3-8

7. Гуторов О.С. Особливості здійснення проектування закладів ресторанного господарства. *Молодий вчений*. 2020. № 5 (81). С. 119-122. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-26>

8. Коваль О.Д., Катюха Д.А. Стратегії адаптації готельно-ресторанного бізнесу в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення в Україні. *Соціальний розвиток: економіко-правові проблеми*. 2025. №1. С. 72-78. DOI: 10.70651/30836018/2025.1.09

9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Київ, 2019. 21 с.

10. ДСТУ 4281-2004. Заклади ресторанного господарства. Класифікація. Київ, 2004. 23 с.

11. Про затвердження Інструкції щодо заповнення форм державних статистичних спостережень стосовно торгової мережі та мережі ресторанного господарства: НАКАЗ від 24.10.2005. № 327. *Держкомстат України*. Київ, 2005.

12. Калугіна І.М., Салавеліс А.Д., Фесенко О.О., Лисюк В.М.. Проектування закладів ресторанного господарства: навчальний посібник. Одеса: Освіта України, 2019. 308 с.

13. Лотоцька-Дудик У.Б., Крупка Н.О., Брейдак О.А. та ін. Харчування військовослужбовців: навчальний посібник. Львів-Вінниця, 2023. 76 с. <https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/6336>

14. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: Наказ від 03.09.2017 № 1073. *МОЗ України*. Київ, 2017.

15. Про внесення змін до норм харчування військовослужбовців Збройних Сил та інших військових формувань: Постанова від 16 лютого 2024 р. № 172. *Кабінет Міністрів України*. Київ, 2024.

REFERENCES

1. Mazaraki A.A., Shapoval S.L., Hryhorenko O.M. та ін. (2017), *Proektuvannia zakladiv restorannoho hospodarstva: pidruchnyk/ za red. A.A. Mazaraki*, Kyiv, 184 s. ISBN 978-966-629-848-8 DOI: 10.31617/p.knute.2017-1743

2. Ivashyna L., Byshovets L., Kurakin O. (2025), *Osnovni pryntsypy ta vymohy do tekhnolohichnoho proektuvannia zakladiv restorannoho hospodarstva, Innovatsii ta tekhnolohii v sferi posluh i kharchuvannia*, №1 (15), S. 51-57. [https://doi.org/10.32782/2708-4949.1\(15\).2025.9](https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(15).2025.9)

3. Hryniuk T., Bulycheva T., Lohinova A. (2024), *Mizhnarodna proiektna diialnist ta fandraizynh u sotsialnoekonomichnomu rozvytku i vidnovlenni Ukrainy pid chas viiny, Uspikhy i dosiahnennia u nautsi*, № 2(2), S. 280–295. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/sas/article/view/9879/9932>

4. Shmatkovska T., Mostovenko N. (2024), *Orhanizatsiino-ekonomichni ta finansovi zasady vidnovlennia konkurentospromozhnosti sfery hostynnosti Ukrainy, Ekonomika ta suspilstvo*, № 63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-130>

5. Maikova S.V., Vivcharuk O.M., Masliichuk O.B., Podvirna Kh. Ie. (2023), *Proektuvannia ta dyzain zakladiv hotelno-restorannoho hospodarstva: navch. posib*, Lviv, 340 s. https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=511

6. Shydlovska O.B., Ishchenko T.I., Dulka O.S. (2023), *Novitnia restoranna sprava v industrii hostynnosti, Heohrafiia ta turyzm*, № 71, S. 3-8. doi.org/10.17721/2308-135X.2023.71.3-8

7. Hutorov O.S. (2020), *Osoblyvosti zdiisnennia proektuvannia zakladiv restorannoho hospodarstva, Molodyi vchenyi*, № 5 (81), S. 119-122. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-26>

8. Koval O.D., Katiukha D.A. (2025), *Stratehii adaptatsii hotelno-restorannoho biznesu v umovakh voiennoho stanu ta pisliavoiennoho vidnovlennia v Ukraini, Sotsialnyi rozvytok: ekonomiko-pravovi problemy*, №1, S. 72-78. DOI: 10.70651/30836018/2025.1.09

9. DBN B.2.2-12:2019. Planuvannia i zabudova terytorii. Kyiv, 2019. 21 s.

10. DSTU 4281-2004. Zaklady restorannoho hospodarstva. Klyasyfikatsiia. Kyiv, 2004. 23 s.

11. Pro zatverdzhennia Instruksii shchodo zapovnennia form derzhavnykh statystychnykh sposterezhen stosovno torhovoї merezhi ta merezhi restorannoho hospodarstva: NAKAZ vid 24.10.2005. № 327. *Derzhkomstat Ukrainy*. Kyiv, 2005.

12. Kaluhina I.M., Salavelis A.D., Fesenko O.O., Lysiuk V.M. (2019), *Proektuvannia zakladiv restorannoho hospodarstva: navchalnyi posibnyk*, Odesa, Osvita Ukrainy, 308 s.

13. Lototska-Dudyk U.B., Krupka N.O., Breidak O.A. tain.(2023), Kharchuvanniaviiskovosluzhbovtiv: navchalnyi posibnyk, Lviv-Vinnytsia, 76 s. <https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/6336>

14. Pro zatverdzhennia Norm fiziologichnykh potreb naselennia Ukrainy v osnovnykh kharchovykh

rechovynakh i enerhii: Nakaz vid 03.09.2017 № 1073. MOZ Ukrainy. Kyiv, 2017.

15. Pro vnesennia zmin do norm kharchuvannia viiskovosluzhbovtiv Zbroinykh Syl ta inshykh viiskovykh formuvan: Postanova vid 16 liutoho 2024 r. № 172. Kabinet Ministriv Ukrainy. Kyiv, 2024.

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

Дата першого надходження статті до видання: 29.06.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.07.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

УДК 339.5: 664.8/9

Притулська Н. В.,

pritulska@knute.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-7365-6196,

Researcher ID: IUQ-3007-2023,

д. т. н., проф., перший проректор з науково-педагогічної роботи,

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ

Верхівкер Я. Г.,

yaverkhivker@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2563-4419,

Researcher ID: IUQ-3007-2023,

д. т. н., проф., професор кафедри бізнесу і торгівлі,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Омельченко С. В.,

zuben1982@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-9466-6417,

аспірант кафедри товарознавства та фармації,

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ

СВІТОВИЙ РИНОК М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ: СТАН, ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

Анотація. Сучасний світовий ринок м'ясних консервів перебуває у фазі суттєвих трансформацій, зумовлених глобальними тенденціями. З одного боку, м'ясні консерви традиційно відіграють стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, адже поєднують тривале зберігання, високу поживну цінність і зручність використання. З іншого, – зміни споживчих уподобань, посилення вимог до якості та безпечності харчових продуктів, а також розвиток інноваційних технологій і пакувальних матеріалів формують нові вектори розвитку галузі, що зумовлює потребу системного продовження досліджень. Метою роботи є формування науково обґрунтованої картини поточного стану світового ринку м'ясних консервів та визначення ключових тенденцій його розвитку. Проаналізовано обсяг і структуру світового ринку м'яса та м'ясних продуктів; окреслено місце м'ясних консервів у загальній структурі м'ясного ринку та в сегментах готових і продуктів довготривалого зберігання; охарактеризовано технологічні інновації у виробництві й пакуванні; узагальнено тенденції, зумовлені змінами споживчої поведінки. Динаміка ринку відображає не лише зростання та перерозподіл сегментів, а й зміну критеріїв вибору: якість у сприйнятті споживача дедалі частіше пов'язується з безпечністю, стабільністю, довірою до маркування та практичністю. Дослідницькі акценти зосереджено на трьох напрямках: інноваціях у складі та рецептурах; оптимізації теплової обробки й пакувальних рішень; забезпеченні відповідності готових виробів чинним вимогам безпечності та сталості. Результати підтверджують наукову гіпотезу про динамічний розвиток світового ринку м'ясних консервів під впливом перелічених чинників. У подальших дослідженнях увага буде зосереджена на систематизації українського ринку для виявлення особливостей його функціонування та формування орієнтирів для ефективного розвитку.

Ключові слова: м'ясні консерви, глобальний ринок, технологічні інновації, упаковка, споживчі тренди, продовольча безпека.

Prytulska N. V.,

prytulska@knute.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-7365-6196

Researcher ID: IUQ-3007-2023

*Doctor of Technical Sciences, Professor, First Vice-Rector on Scientific and Pedagogical Work,
State University of Trade and Economics, Kyiv*

Verkhivker Ya. G.,

yaverkhivker@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2563-4419

Researcher ID: IUQ-3007-2023

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Department of Business and Commerce
Odesa National University of Technology, Odesa*

Omelchenko S. V.,

zuben1982@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-9466-6417

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

GLOBAL CANNED MEAT MARKET: STATE, MAIN DEVELOPMENT TRENDS

Abstract. *The modern world market of canned meat is in a phase of significant transformations caused by global trends. On the one hand, canned meat traditionally plays a strategic role in ensuring food security, as it combines long-term storage, high nutritional value and ease of use. On the other hand, changes in consumer preferences, increased requirements for the quality and safety of food products, as well as the development of innovative technologies and packaging materials form new vectors of development of the industry, which necessitates the need for systematic continuation of research. The aim of the work is to form a scientifically based picture of the current state of the world market of canned meat and identify key trends in its development. The volume and structure of the world market of meat and meat products are analyzed; the place of canned meat in the general structure of the meat market and in the segments of ready-made and long-term storage products is outlined; technological innovations in production and packaging are characterized; trends caused by changes in consumer behavior are summarized. Market dynamics reflect not only the growth and redistribution of segments, but also a change in selection criteria: quality in consumer perception is increasingly associated with safety, stability, trust in labeling and practicality. Research focuses on three areas: innovations in composition and recipes; optimization of heat treatment and packaging solutions; ensuring compliance of finished products with current safety and sustainability requirements. The results confirm the scientific hypothesis about the dynamic development of the global canned meat market under the influence of the listed factors. In further research, attention will be focused on the systematization of the Ukrainian market to identify the features of its functioning and the formation of guidelines for effective development.*

Key words: canned meat, global market, technological innovations, packaging, consumer trends, food safety.

JEL Classification: D40, D83, E20, F01, F10, F29, L19

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-09>

Постановка проблеми. Прогнозується, що чисельність населення планети, яка у 2022 році оцінювалася в 7,3 млрд осіб, до 2050 року перевищить 9 млрд. За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), для забезпечення продовольчих потреб зростаючого населення у 2050 році необхідно буде збільшити виробництво харчових продуктів більш ніж на 70% [1]. Одним із ключових чинників продовольчої безпеки є забезпечення населення

повноцінними продуктами харчування, зокрема м'ясом і м'ясною продукцією. М'ясо є одним із найпопулярніших сільськогосподарських продуктів, оскільки воно містить необхідні білки, мінерали та вітаміни для харчування та здоров'я людини [2].

Передбачається суттєве зростання вартості світового ринку м'яса. Очікується, що протягом наступних п'яти років глобальний дохід м'ясної індустрії збільшиться на 500 млрд доларів

США і до 2030 року перевищить позначку у два трильйони доларів США. Лідером світової м'ясної промисловості залишаються США, де дохід від ринку переробленого м'яса та ковбас у 2024 році становив 42 млрд доларів США. На другому місці – Німеччина з показником понад 20,6 млрд доларів США. Першу п'ятірку країн із найбільшими доходами від реалізації переробленого м'яса доповнюють РФ та Мексика [3].

Сучасний ринок м'ясних консервів перебуває на етапі суттєвих трансформацій, зумовлених глобальними тенденціями. З одного боку, м'ясні консерви традиційно відіграють стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, оскільки поєднують довготривале зберігання, високу поживну цінність і зручність використання. З іншого, – динаміка споживчих уподобань, вимоги до якості й безпечності харчових продуктів, розвиток інноваційних технологій і пакувальних матеріалів формують нові вектори розвитку галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні аспекти функціонування та розвитку ринку м'яса та м'ясних консервів висвітлено у значному масиві наукових публікацій, серед яких особливу увагу заслуговують праці Dhyani, P. [4], Abzhanova et al. [5], Ullah et al. [6], Shaltout, F. A. [7], Dani et al. [8], Liu et al. [9], Jimenez et al. [10], Roy et al. [11], Cıawı et al. [12] тощо.

Постановка завдання. Метою статті є сформулювати науково обґрунтовану картину поточного стану світового ринку м'ясних консервів, визначити ключові тенденції його розвитку.

Для досягнення поставленої мети заплановано:

- проаналізувати обсяг, структуру та особливості світового ринку м'яса та м'ясних продуктів;
- визначити місце м'ясних консервів у загальній структурі світового м'ясного ринку та сегментів готових продуктів довготривалого зберігання;
- охарактеризувати ключові технологічні інновації, що впливають на ринок м'ясних консервів;
- проаналізувати основні тенденції розвитку ринку під впливом змін у споживчій поведінці.

Наукова гіпотеза дослідження передбачає, що розвиток світового ринку м'ясних консервів на сучасному етапі визначається сукупним впливом змін споживчих уподобань, технологічних інновацій у виробництві та пакуванні, а також посиленням вимог до безпечності й сталості

харчових продуктів. Очікується, що зростання попиту на готові до споживання продукти тривалого зберігання, розвиток реторт-технологій і високобар'єрних пакувальних матеріалів, а також орієнтація на якість і зручність споживання формуватимуть ключові тенденції розвитку ринку м'ясних консервів і визначатимуть його структурні трансформації в середньостроковій перспективі.

Матеріалами дослідження слугували наукові, технічні та офіційні статистичні дані, які було систематизовано, проаналізовано й узагальнено із застосуванням методів теоретичного та статистичного дослідження. У роботі використано загальнонаукові та логічні методи, зокрема індукцію й дедукцію, аналіз і синтез, а також методи аналогії та порівняння. Опрацьовано науково-технічні джерела з баз даних Scopus, Web of Science, Research4Life, ResearchGate, Google Scholar, а також інформацію аналітико-консалтингових компаній Statista, Towards FNB, IndexBox, Fortune Business Insights, Mordor Intelligence, IndustryARC тощо. Абстрактні та логічні методи застосовано для опрацювання теоретичних відомостей і аналізу фактичного стану ринку м'яса та м'ясних консервів у світі, формування завдань і висновків дослідження. Статистичне оцінювання та порівняння отриманих даних виконано з використанням вбудованих статистичних функцій MS Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Унаслідок зростання попиту на економічно доступні продукти, збільшення чисельності населення та посилення уваги до питань здоров'я м'ясна галузь демонструє тенденцію до розвитку. Споживачі традиційно віддають перевагу м'ясним продуктам високої якості з привабливими органолептичними властивостями та значною харчовою цінністю. Вибір м'яса залежить від багатьох чинників, зокрема виду тварини та її віку, масо-габаритних характеристик, релігійних переконань, соціального статусу й походження, культурних традицій і попереднього споживчого досвіду, а також від співвідношення м'язової та жирової тканин у туші, текстури й смако-ароматичних характеристик продукту [13]. Попри те, що в економічно розвинених країнах споживання м'яса має тенденцію до зниження, у глобальному масштабі його обсяги продовжують зростати [1].

Зростання населення та демографічні зміни призвели до збільшення ринкового попиту через те, що більше людей споживають м'ясо, ніж будь-коли раніше [14].

Свинина є одним із найпоширеніших видів м'яса у світі [15] та має виразне культурне, історичне й кулінарне підґрунтя. Її широка популярність пов'язується з раннім одомашненням свиней, насамперед на території Азії. Свинина вирізняється високою універсальністю й широко використовується в традиційних стравах багатьох континентів. Однією з ключових причин її поширення є економічна доцільність виробництва: свині мають високий показник конверсії корму, тобто швидко набирають масу за відносно менших витрат кормів порівняно з великою рогатою худобою чи вівцями. Саме тому свинина часто є доступнішою для споживачів на багатьох ринках [16]. Особливо це характерно для густонаселених країн, зокрема Китаю, який є найбільшим у світі виробником і споживачем свинини. Водночас споживання свинини не є універсальним: релігійні норми ісламу та юдаїзму забороняють її вживання, що формує суттєві відмінності в географії попиту. Натомість у західних країнах і Східній Азії свинина міцно закріпилася як у традиційній, так і в сучасній кулінарії. З позицій харчової цінності свинина є джерелом повноцінного білка, вітамінів групи В та важливих мінералів, зокрема цинку й фосфору [17].

Курятина, яку зазвичай відносять до загальної категорії м'яса птиці, посідає друге місце у світі за рівнем споживання, причому її популярність продовжує швидко зростати. Нині на м'ясо птиці припадає близько 30% від загального обсягу світового виробництва м'яса [18]. Поширеність курятини зумовлена її доступною ціною. Порівняно з великою рогатою худобою чи свинарством курку простіше й дешевше вирощувати: вона потребує менше земельних ресурсів, кормів і води. У кулінарному контексті курятина органічно інтегрується майже в будь-яку національну кухню від індійської та тайської до південної й середземноморської. З погляду харчової цінності курка є відносно пісним джерелом білка та, як правило, містить менше жиру, ніж інші види м'яса. За останні десятиліття споживання м'яса птиці суттєво зросло не лише через його доступність, а й через занепокоєння щодо впливу червоного м'яса на здоров'я та його можливих зв'язків із серцево-судинними захворюваннями й онкологічними ризиками [19]. Із розширенням масштабів птахівництва посилюється увага до питань добробуту тварин, застосування антибіотиків і впливу виробництва на довкілля. Водночас галузь птахівництва продовжує впроваджувати

інноваційні підходи, спрямовані на формування більш сталих та етично орієнтованих моделей виробництва.

Яловичина є третім за рівнем споживання видом м'яса у світі та має вагоме значення як у традиційних, так і в сучасних харчових практиках. Її частка становить близько 20% загальносвітового споживання м'яса [20]. Велику рогату худобу одомашнювали протягом тисячоліть: спершу її утримували переважно заради молока та як тяглову силу, і лише згодом вона стала важливим джерелом м'яса. Нині яловичина цінується за виразний смак, насиченість і широку кулінарну придатність. Водночас, попри те, що яловичина є джерелом якісного білка, підвищений вміст холестерину та насичених жирів зумовлює занепокоєння щодо можливого негативного впливу на серцево-судинне здоров'я за надмірного споживання [21]. З погляду на довкілля виробництво яловичини вирізняється найбільшим екологічним навантаженням серед основних видів м'яса, насамперед через викиди метану від великої рогатої худоби, а також значні обсяги водних і земельних ресурсів, необхідних для її виробництва [22]. Зі зростанням глобальної обізнаності щодо зазначених наслідків посилюється інтерес до альтернативних джерел білка, здатних мінімізувати негативний вплив на довкілля та не становити загрози для здоров'я людини.

Статистичні матеріали Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН свідчать про те, що з 1960-х років світове виробництво м'яса зросло приблизно у п'ять разів. Водночас, попри численні перебої в продовольчих ланцюгах постачання в період пандемії, споживання м'яса не зазнало суттєвого зниження [23]. Системні огляди FAO свідчать про те, що у 2021–2025 рр. світове виробництво м'яса зростало помірними темпами. У 2020 році [24] темпи імпорту свинини Китаєм сповільнилися, що спричинило зниження міжнародних цін на м'ясо. Водночас світове виробництво м'яса продовжило зростати, зокрема завдяки відносно стабільним обсягам виробництва свинини в країнах Азії. Світова торгівля м'ясом збільшилася на 1,1%, що стало найнижчим темпом приросту за попередні шість років. Темпи зростання виробництва м'яса у 2022 році були теж помірними через хвороби тварин, зростання витрат на виробництво та екстремальні погодні явища. Передбачалося, що світова торгівля м'ясом, ймовірно, зменшиться через скорочення імпорту свинини, економічне

уповільнення та спади [25]. Разом з тим, міжнародні ціни на м'ясо досягли історичного максимуму в червні 2022 року на тлі обмежених світових поставок. Світове виробництво м'яса у 2023 році зростало через збільшення пропозиції тварин на забій на тлі сприятливих виробничих умов у деяких провідних регіонах-виробниках, при цьому світову торгівлю м'ясом очікувало повільне економічне зростання та високі запаси у провідних країнах-імпортерах. Міжнародні ціни на м'ясо з липня 2023 року мали тенденцію до зниження, що підкріплювалося збільшенням експортних пропозицій та уповільненням попиту на імпорт [26]. У 2024 році виробництво м'яса зростало помірно через високі темпи забою та сприятливу маржу прибутку. Міжнародна торгівля м'ясом також переживала відновлення, оскільки покращення економічних умов і обмежені національні поставки в деяких провідних країнах-імпортерах сприяли зростанню імпортного попиту [23]. Високий імпортний попит, особливо на яловичину, й надалі підтримує міжнародні торговельні потоки. Разом із цим стійкий глобальний попит, обмежені експортні пропозиції та підвищена невизначеність на ринку формують передумови для подальшого підвищення світових цін на м'ясо [27].

Аналітичні звіти консалтингових компаній [28; 29; 30; 31; 32] узгоджено показують зростання глобального ринку м'ясних консервів у 2024-2030/2034 рр., роль каналів off-trade і домінування курятини/ланч-м'яса у товарній структурі; очікувані темпи приросту – близько 4–6% CAGR залежно від підсегмента та методики оцінювання.

Суттєвий вплив на розвиток світового ринку м'ясних консервів спричинила пандемія COVID-19 та війна в Україні. Пандемія COVID-19 зумовила різке зростання попиту на м'ясні консерви, адже під час карантинів споживачі активно шукали білкові продукти з тривалим строком зберігання. Підвищений інтерес пояснювався прагненням до зручності та можливості довготривалого зберігання запасів на тлі невизначеності через затяжні обмеження. У цей період додатково посилювався перехід до онлайн-покупок: все більше людей замовляли консервоване м'ясо через платформи електронної комерції, і ця тенденція частково збереглася й після пом'якшення карантинних заходів [32].

Війна в Україні, своєю чергою, поглибила проблеми в ланцюгах постачання, зокрема через

вплив на енергозабезпечення, що спричинило підвищення витрат на виробництво та логістику консервованих м'ясних продуктів. Подорожчання сировини, включно з кормами для тварин і пакувальними матеріалами, додатково вплинуло на підвищення цін. Попри ці виклики, кризові умови посилили сприйняття консервованого м'яса як надійного й довготривалого джерела білка. У регіонах, що зазнали наслідків війни, споживачі дедалі частіше обирають такі продукти для забезпечення продовольчої стабільності в умовах постійної невизначеності. Загалом ринок і надалі характеризується високим попитом, особливо в розвинених країнах, де доступність, зручність і тривалий термін зберігання залишаються ключовими чинниками популярності м'ясних консервів [32].

Світовий ринок м'ясних консервів у 2024 році сягнув 32,55 млрд дол. США. Прогнозується його стале зростання: з 34,11 млрд дол. США у 2025 році до близько 52,02 млрд дол. США до 2034 року, із середньорічним темпом приросту 4,8% упродовж 2025–2034 років [28] (рис. 1).

У 2023 році категорія охолоджених та стійких до зберігання страв і закусок «Hotme!», яка включає м'ясні консерви, зросла приблизно на 6% порівняно з 2022 роком, що свідчить про високий попит на ці продукти. За даними журналу *Progressive Grocer Magazine*, продажі м'ясних консервів у США зросли на 8% у 2023 році, оскільки споживачі все більше шукали прості у приготуванні джерела білка, що здатні зберігатися тривалий час. Це зростання пояснюється як фактором зручності, так і економічними міркуваннями, оскільки консервоване м'ясо пропонує доступну альтернативу свіжому м'ясу, особливо в періоди інфляції (рис. 2) [32].

На світовому ринку м'ясних консервів у 2024 році домінувала Північна Америка, забезпечивши 45% доходу; сегмент птиці займав основну частку ринку в 39,4%; основний ринковий дохід у 69,4% мав сегмент традиційного м'яса; серед каналів збуту основну частку ринку в 42,4% займав сегмент супермаркетів або гіпермаркетів; за кінцевим споживанням основну частку ринку в 54,4% займав сегмент домогосподарств. У період із 2025 по 2034 рік очікуються: помітні темпи зростання ринку Європи; найшвидше зростання ринку Азіатсько-Тихоокеанського регіону та стабільне зростання сегмента громадського харчування (28; 31). Домінування Північної Америки на світовому ринку м'ясних

консервів зумовлене кількома ключовими факторами, включаючи сильну споживчу базу, налагоджені ланцюги поставок та зростаючу популярність напівфабрикатів. SPAM від Hormel Foods (США) є одним із найбільших брендів м'ясних консервів у Північній Америці.

За даними звітів [28; 29; 31; 32], серед провідних світових компаній на ринку м'ясних консервів слід відзначити:

– Hormel Foods Corporation, Tyson Foods Inc., Keystone Meats, Survival Cave Food, Cargill, Smithfield Foods, Inc., Conagra Brands Inc., Werling & Sons, Inc. (США);

– JBS S.A., BRF S.A., Minerva Foods (Бразилія);
– NESTLÉ (Швейцарія);
– Danish Crown A/S (Данія);
– Vion Group (Нідерланди);
– McCallum Industries (Нова Зеландія);
– Ayam Brand (Сінгапур);
– Princes Group (Велика Британія);
– Bolton Group, Inalca S.p.A (Італія).

Аналіз глобальних цифрових даних свідчить про помітну споживчу прихильність до м'ясних консервів, насамперед із м'яса птиці, що зумовлено темпом життя та потребою у швидких і зручних рішеннях [29]. Загальносвітова тенденція

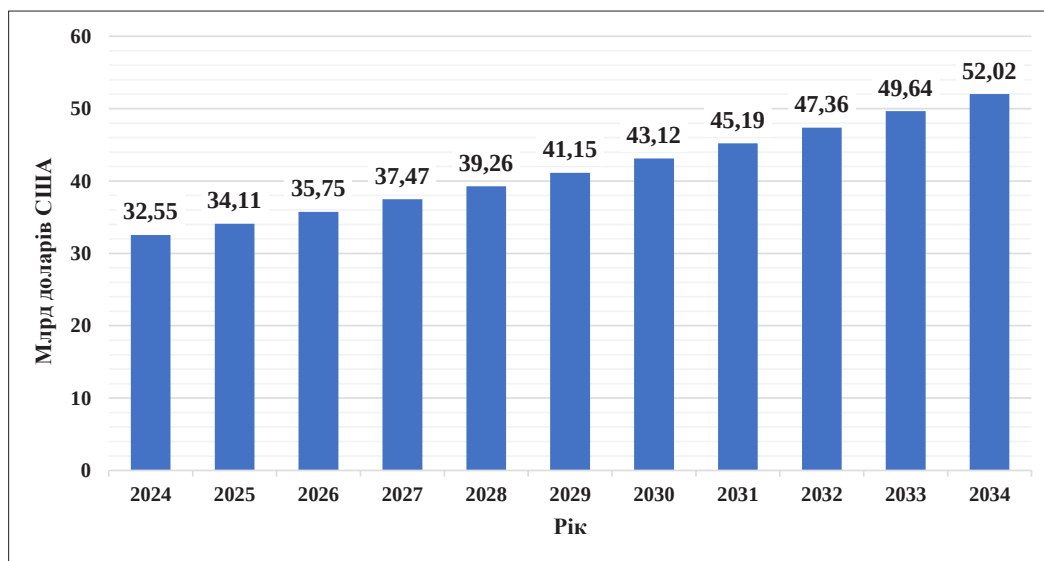


Рис. 1. Обсяг ринку м'ясних консервів із 2024 по 2034 рік (млрд доларів США) [28]

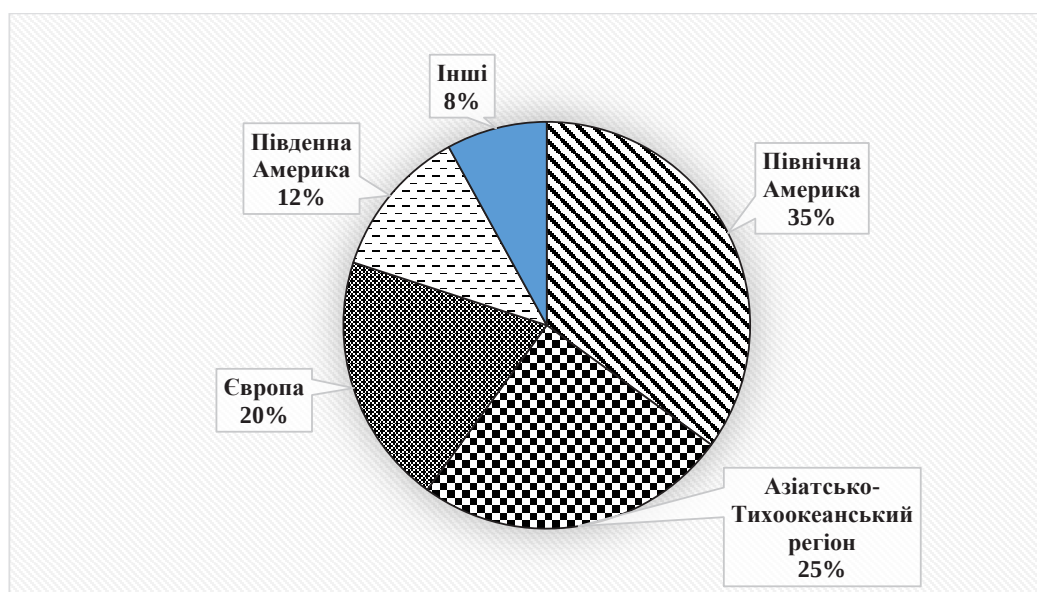


Рис. 2. Частка продажів м'ясних консервів за географічним розташуванням у 2023 р. [32]

вказує на зростання попиту на продукти тривалого зберігання, зокрема м'ясні консерви, особливо в країнах, що розвиваються, а також серед зайнятого населення; при цьому Північна Америка зберігає домінуючі позиції на ринку. Серед країн ЄС найбільшими споживачами м'ясних консервів на душу населення стали Фінляндія, Швеція та Бельгія, які мають найвищі показники. Рівні споживання м'ясних консервів істотно різняться між країнами. У 2024 році серед світових лідерів за показниками на душу населення були Велика Британія (18 кг/особу), Японія (12 кг/особу) та Пакистан (9 кг/особу). У межах ЄС найвищі значення демонструє Фінляндія (23 кг/особу), хоча середнє загальне споживання м'яса в Євросоюзі становить близько 66 кг/особу; водночас саме м'ясо птиці виступає ключовим драйвером завдяки оптимальному поєднанню зручності та доступної вартості.

Отже, показники ринку м'ясних консервів демонструють не лише кількісне зростання/перерозподіл сегментів, а й зміну критеріїв споживчого вибору: якість у сприйнятті покупця дедалі частіше пов'язується з безпечністю, стабільністю, «чистотою» рецептури, довірою до маркування та зручністю використання. Саме тому аналіз ринку доцільно продовжити дослідженням інновацій як інструменту ринкової відповіді: від удосконалення режимів консервування та застосування консервантів до вибору ефективних і економічно доцільних технологій, оптимізації терміну зберігання (в т.ч. із урахуванням можливих втрат макроелементів) і розвитку пакувальних систем, що безпосередньо визначають безпечність і якість кінцевого продукту.

Аналіз інновацій на ринку м'ясних консервів. Зважаючи на необхідність забезпечення населення високоякісними м'ясними консервами, особливості функціонування та розвитку цього ринку й надалі залишаються предметом наукового інтересу зарубіжних дослідників. Аналіз сучасних публікацій щодо світового ринку м'ясних консервів засвідчує концентрацію уваги на трьох ключових напрямках: технологічних інноваціях у складі та рецептурах продукції; забезпеченні відповідності готових виробів вимогам безпечності; модернізації й удосконаленні пакувальних рішень.

Дослідниками з Ірландії [33] розглянуто взаємозв'язок між глобальними трендами споживання м'яса та сприйняттям його якості, що проявляється у споживчій поведінці. З урахуванням

атрибутів довіри автори ідентифікували перспективні критерії якості й окреслили кроки, спрямовані на посилення довіри до м'яса та м'ясних продуктів. Групою дослідників із Казахстану [5] узагальнено матеріал щодо нової типологічної основи ринкової стратегії для аналізу практик, що використовуються провідними виробниками в м'ясоконсервній промисловості, пов'язаних із використанням функціональних інгредієнтів у м'ясних консервах, їх впливу на здоров'я людини та потреби інформування та навчання споживачів щодо їх користі. Комплексному дослідженню та обговоренню сучасних концепцій і підходів до консервування м'яса, а також огляду поточного стану та майбутніх перспектив присвячена наукова праця сербських дослідників [34]. Вплив консервування м'яса на здоров'я населення та економіку розкритий у роботі науковця з Єгипту [7] та запропонована технологія консервування м'яса, що забезпечує його зберігання протягом 1–2 місяці в герметичних контейнерах.

У науковому доробку авторів із Пакистану [6] та Бангладеш [11] представлено аналіз традиційних методів консервування, а також сучасних підходів до консервування всіх видів м'яса та м'ясних продуктів, які суттєво подовжують термін їхнього зберігання та покращують їхню якість і текстуру, практично нейтралізуючи розвиток мікроорганізмів.

Переваги і недоліки існуючих термічних та нетермічних видів консервування м'яса, доступних на сьогоднішній день, представлені у дослідженнях індійських науковців [35]. Науковці з Сербії [36] розглянули вплив терміну зберігання на зниження концентрації макроелементів у м'ясних консервах (Na, K, Ca та Mg), які відіграють значну фізіологічну роль. Дослідницькі роботи [37] відображують вплив дозволених до використання консервантів для м'ясних консервів ацетату натрію, нітритів, нітратів, сорбатів та сульфідів на здоров'я людини. Дослідження [38] присвячене виробництву м'ясних консервів із застосуванням ефективного та економічно доцільного методу, спрямованого на отримання безпечного й гігієнічного готового продукту, придатного до споживання/приготування, а також на оцінювання його якості та стабільності під час зберігання.

Одним із ключових аспектів забезпечення тривалого зберігання м'ясних консервів є використання упаковки, яка відіграє життєво важливу роль у безпеці харчових продуктів, включаючи

різноманітні захисні функції. В оглядових дослідницьких роботах [8] розкриті різні типи харчової упаковки, їхні перспективи, а також вплив на навколишнє середовище. Інновації в системах пакування харчових продуктів, які можуть задовольнити потреби ринку, що постійно змінюються; нові концепції технологій, що зменшують негативну міграцію консервантів із пакувальних матеріалів, подовжують термін придатності та покращують якість і безпеку харчових продуктів, відображені у працях китайських вчених [9]. Розгляду видів пакування, застосованих для цього матеріалів, їхніх властивостей, підходам до проектування, перероблення, придатності до перероблення та безпечності використання, висвітленню сучасних тенденцій й останніх розробок у сфері пакування термічно оброблених продуктів присвячене дослідження [4]. Емпіричні дослідження індійських дослідників засвідчують, що реторт-пакети здатні забезпечувати належний рівень якості та тривале зберігання готових м'ясних страв за кімнатної температури, що узгоджується з тенденцією переходу від традиційної банки до високобар'єрних багатошарових пакувальних матеріалів [38]. Висвітленню складних проблем переробки багатошарової упаковки, включаючи розділення матеріалів, забруднення та економічну доцільність; пошуку нових підходів, які покращують можливість переробки, відповідають ширшим цілям сталого розвитку шляхом збереження ресурсів та зменшення кількості відходів; розробці методів, що пропонують перспективні довгострокові стратегії і є важливими для сприяння розвитку циркулярної економіки, присвячено дослідження американських науковців [12]. Систематизація розвитку реторт-оброблення як провідного підходу до забезпечення стерильності (з контролем *C. botulinum*), що характеризує типові режими теплової обробки та основні види тари, а також розглядає баланс між вимогами безпечності та збереженням якості готового продукту представлена у науковій праці американських дослідників [10].

Отже, технології перероблення м'яса постійно еволюціонують відповідно до сучасних науково-технічних досягнень. Водночас базові, історично сформовані методи консервування й надалі залишаються важливими та затребуваними, однак потребують адаптації й удосконалення з урахуванням оновлення обладнання, інноваційних пакувальних рішень і зростаючих вимог споживачів, зокрема щодо аспектів здоров'я.

Тренди світового ринку м'ясних консервів. За даними Data Bridge Market Research [39], м'ясо належить до низькокислотних харчових продуктів, тому за відсутності альтернативних бар'єрних чинників потребує стерилізації. У більшості країн діють спеціалізовані норми харчового законодавства та гігієни, що регламентують забій і перероблення м'яса; їх виконання, як і вимог профільних регуляторних органів, є обов'язковою передумовою виробництва м'ясних продуктів. М'ясні консерви характеризуються високою харчовою та білковою цінністю, зберігають стабільність за кімнатної температури й вирізняються зручністю у споживанні. Асортимент охоплює продукти, що відрізняються рецептурою та технологією виготовлення: тушковане м'ясо, готові обідні страви, ковбасні вироби, соуси зі шматочками м'яса, паштети тощо. Переважна частка такої продукції проходить стерилізацію, тобто оброблення, спрямоване на інактивацію більшості мікроорганізмів і їх спор, що забезпечує належну якість і безпечність за умови коректного маркування.

Згідно з дослідженням фахівців Mordor Intelligence [31] серед факторів, які сприятимуть розвитку ринку м'ясних консервів, прогнозується: у короткостроковій перспективі (на найближчі 2 роки) збільшення Державних закупівель військових запасів та запасів для ліквідації наслідків стихійних лих; у середньостроковій перспективі (на найближчі 2–4 роки) зростання попиту на одноразові м'ясні обіди серед молодих споживачів та багаті на білок дієти тривалого зберігання, що підтримують споживачі, орієнтовані на фітнес; у довгостроковій перспективі (≥ 4 роки) удосконалення технології термічної обробки, що відповідає сучасним потребам зберігання та сертифікація з урахуванням вимог сталого розвитку і відстеження її впливу на купівельну поведінку споживачів.

За інформацією Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), упродовж останніх трьох десятиліть у таких країнах, як Китай і Бразилія, відзначається стрімке зростання попиту та рівня споживання продуктів тваринного походження, зокрема тваринного. Водночас прискорення темпу життя й посилення урбанізації зумовлюють помітні зміни в харчовій поведінці та споживчих уподобаннях. Упродовж останніх років споживачі дедалі частіше обирають більш здорові та поживні продукти, що виступає одним із ключових чинників зростання цього ринку. Спостерігається домінування попиту на вироби зі свинини завдяки її

харчовим цінностям та якості, високому вмісту білка, вітамінів та мінералів [30].

На думку фахівців Straits Research [40], починаючи з 2024 року, серед ключових тенденцій м'ясного сектора доцільно виокремити такі: зростання обсягів споживання м'яса; підвищення попиту на продукти з високою поживною цінністю; розширення ринку м'ясних консервів та інноваційних продуктів, зокрема виробів із вираженим смаковим профілем; збільшення попиту на фасоване куряче м'ясо; посилення споживчого запиту на сталість м'ясного виробництва; розвиток цифрових стратегій у м'ясному бізнесі та автоматизацію процесів із використанням штучного інтелекту; зростання занепокоєння споживачів щодо впливу обробленого м'яса на здоров'я, зокрема через його можливий зв'язок із онкологічними захворюваннями [41]. Ще однією тенденцією на ринку м'ясних консервів є наявне зростаюче занепокоєння споживачів через мікробне забруднення, особливо м'ясних консервів, що є серйозною проблемою і може вплинути на безпеку, якість та термін придатності продукції. Йдеться про наявність шкідливих мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси, грибки та цвіль, у харчових продуктах, що може призвести до псування або харчових отруєнь. Консервоване м'ясо проходить процес стерилізації або пастеризації для знищення патогенів та продовження терміну придатності. Однак, якщо процес стерилізації проводиться неправильно (наприклад, недостатнє нагрівання, недостатній час), такі бактерії, як *Clostridium botulinum* (що викликає ботулізм) або *Salmonella*, можуть вижити, що призведе до відповідного забруднення [32].

Інновації в термічній обробці м'ясних консервів повинні сприяти [31]: збереженню якості м'ясних продуктів; дотриманню стандартів стерильності; зниженню вмісту натрію, враховуючи нормативні вимоги збільшення терміну придатності; інтеграції передових систем моніторингу та аналізу даних в операціях термічної обробки з підсиленням контролю процесів і стабільності продукту, що є важливим для підтримки довіри споживачів та дотримання встановлених нормативних вимог.

За даними [39], зростання попиту на різноманітні м'ясні продукти стимулює збільшення інвестицій і розширення партнерства на ринку м'ясопереробки та консервування. Багато компаній застосовують систему показників використання водних, кліматичних і земельних ресурсів

для оцінювання екологічного та вуглецевого сліду, що слугує підґрунтям для ухвалення інвестиційних рішень. Паралельно підприємства посилюють співпрацю з науково-дослідними інститутами харчової галузі з метою розроблення нових продуктів у сегменті м'ясних консервів.

Інвестиційну активність також підтримує зростаюча популярність м'ясних продуктів як джерела повноцінного білка та підвищення обізнаності споживачів щодо потенційних переваг для здоров'я окремих видів м'яса, зокрема птиці. Одна з тенденцій, на яку звертають увагу фахівці [39], – це перевага тваринних білків над рослинними. Широке використання рослинних білків як альтернативи м'ясним білкам призвело до збільшення кількості алергій серед деяких груп споживачів. Алергія на веганські харчові продукти підвищує ризик дефіциту поживних речовин, який може спричинити серйозні наслідки для здоров'я людей. Рівень харчової алергії, опосередкованої імуноглобуліном E, досяг піку, особливо в країнах із високим рівнем доходу. Велика кількість макро- та мікроелементів, присутніх у бобових, зернових культурах та цільнозернових продуктах, серед іншого, є однією з основних причин виникнення алергії та побічних ефектів, таких як здуття живота, нудота та неправильне травлення. Через зростання алергії від споживання рослинного м'яса споживачі можуть переключати свою увагу на традиційні м'ясні продукти.

Позитивно на розвиток ринку м'ясних консервів впливає зростаюча перевага органічного м'яса [39]. Органічні продукти не містять хімічних пестицидів та добрив і вирощуються природним шляхом за допомогою гною або компосту, не містять гормонів росту чи залишків антибіотиків, тому не загрожують майбутньому дитини.

За даними звітів [32], у глобальному вимірі жерсть формує понад 70% сегмента металеві тари в консервній галузі, а консервоване м'ясо є одним із її провідних напрямів застосування. Високий рівень придатності жерсті до перероблення узгоджується з посиленням орієнтирів сталого розвитку. Додатково безпечність такої тари підтримується регуляторними вимогами: зокрема, FSSAI (Food Safety and Standards Authority of India) встановлює нормативи щодо гранично допустимого вмісту важких металів, включно з оловом, у консервованих продуктах. Завдяки вдосконаленню покривних технологій і тривалому досвіду експлуатаційної надійності жерсть і надалі зберігає провідні позиції як один із найпоширеніших пакувальних матеріалів

для м'ясних консервів у різних регіонах. Провідні виробники пакування, зокрема Sonoco, випускають дво- та трисекційні сталеві банки, спеціально адаптовані до потреб м'ясоконсервної продукції. Такі рішення поєднують зручність і економічність, забезпечуючи належний рівень безпеки та збереження якості продукції впродовж усього ланцюга постачання. При цьому однією з основних тенденцій на ринку м'ясних консервів є попит на упаковку для консервів без бісфенолу А (BPA), який широко використовується в упаковці консервів, часто покривається зсередини банок, щоб запобігти прямому контакту між їжею та металом. Ці сполуки можуть мігрувати в їжу, особливо за підвищених температур, наприклад, у гарячих або термічно оброблених консервах. Однак через зростання обізнаності споживачів про шкідливий вплив BPA виробники рекламують консервовані продукти як такі, що не містять BPA [32].

На думку фахівців, ключовим фактором, що сприяє розвитку світового ринку м'ясних консервів, є посилення попиту на м'ясні продукти, готові до вживання або швидкого приготування. Зростання ринку м'ясних консервів також зумовлене зростаючим попитом на подовжений термін зберігання та зручність; стрімким технологічним прогресом в упаковці та переробці, що підвищує різноманітність та якість продукції; стрімкою урбанізацією, зростанням зайнятості споживачів та зміною способу життя; розвитком платформ електронної комерції, доступністю продуктів як у сфері громадського харчування, так і в домогосподарствах. Крім того, удосконалення методів консервування, які покращують смак, якість та харчову цінність консервованих м'ясних продуктів, також стимулює зростання ринку [28; 32].

Зростання споживчих уподобань на користь сталого розвитку: сталість передбачає зменшення екологічного впливу пакування, процесів переробки та виробництва м'яса, а також удосконалення етичних трудових практик і підходів до добробуту тварин. Ключові ініціативи охоплюють ширше застосування матеріалів, придатних до вторинної переробки, впровадження заходів зі скорочення відходів та підвищення енергоефективності в ланцюгах постачання і перероблення, а також закупівлю сировини з господарств, які використовують екологічно орієнтовані методи, що узгоджується зі споживчим трендом на «сталі» продукти й надалі сприяє посиленню попиту [28; 30]. Щодо каналів збуту слід відзначити, що сегмент м'ясних консервів, який реалізується

у торговельних точках, переживає потужне відродження. Використання м'ясних консервів збільшується у меню ресторанів швидкого обслуговування, шкільних їдалень, «шведських столів» на круїзних лайнерах тощо [31].

Серед обмежень або факторів, які потенційно можуть стримувати розвиток ринку м'ясних консервів, – високі інвестиційні витрати в птахівничому бізнесі. Підприємства з переробки птиці є капіталомісткими, оскільки висувають підвищені вимоги до інфраструктури [39]. Це передбачає оснащення пакувальних підрозділів, створення системи холодильного зберігання на всіх етапах ланцюга доданої вартості, впровадження сучасного технологічного обладнання для переробки м'яса зі збереженням його харчової цінності, а також розвиток порткових потужностей із можливістю спрощення фітосанітарних процедур і організацію мультимодальної логістики.

Водночас очікується, що високі капітальні (інвестиційні) витрати у виробництві консервованого м'яса [39] та продуктів на його основі можуть стримувати темпи зростання відповідного ринкового сегмента.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Виробництво м'ясних консервів є однією з провідних галузей м'ясопереробної промисловості, яка бере участь у забезпеченні населення повноцінними харчовими продуктами тривалого зберігання. Збільшення чисельності населення та демографічні зрушення спричинили зростання попиту на ринку: у глобальному масштабі м'ясо споживає все більше людей, хоча в економічно розвинених країнах його споживання поступово скорочується.

Прогнозується подальше зростання світового ринку м'ясних консервів у 2024–2030/2034 рр., із середньорічним темпом зростання на рівні близько 4-6% (CAGR). Загалом сегмент зберігає стійкий попит, передусім у розвинених країнах, де вирішальними чинниками споживчого вибору залишаються доступність продукції, зручність використання та тривалий строк зберігання. Загальносвітова тенденція вказує на зростання попиту на м'ясні консерви, особливо в країнах, що розвиваються, а також серед зайнятого населення; при цьому Північна Америка зберігає домінуючі позиції на ринку.

Сьогодні ринок м'ясних консервів проходить етап глибоких змін, зумовлених впливом глобальних трендів. З одного боку, ця продукція традиційно має стратегічне значення для продовольчої

безпеки, адже забезпечує тривале зберігання, високу харчову цінність і зручність споживання. З іншого боку, відбувається трансформація споживчих пріоритетів, посилення вимог до якості та безпечності, а також розвиток інноваційних технологій і сучасних пакувальних рішень, які визначають нові напрями розвитку галузі.

Показники ринку м'ясних консервів демонструють не лише кількісне зростання/перерозподіл сегментів, а й зміну критеріїв споживчого вибору: якість у сприйнятті покупця дедалі частіше пов'язується з безпечністю, стабільністю, довірою до маркування та зручністю використання. З огляду на потребу забезпечення населення м'ясними консервами стабільної якості основні дослідницькі акценти зосереджені на трьох напрямках: упровадженні технологічних новацій у складі та рецептурах продукції; оновленні й оптимізації теплової обробки та пакувальних рішень; а також забезпеченні відповідності готових виробів чинним вимогам безпечності.

Серед основних тенденцій розвитку ринку м'ясних консервів слід виділити: стрімке зростання попиту на споживання продуктів тваринного походження, зокрема тваринного білка та переваг тваринних білків над рослинними; підвищення обізнаності споживачів щодо потенційних переваг для здоров'я окремих видів м'яса, зокрема птиці, та переваг споживання органічного м'яса; посилення споживчого запиту на збереження якості м'ясних продуктів; дотримання стандартів стерильності; сталість м'ясного виробництва; розвиток цифрових стратегій у м'ясному бізнесі та автоматизацію процесів із використанням штучного інтелекту; зростання занепокоєння споживачів через: мікробне забруднення; вплив обробленого м'яса на здоров'я, зокрема через його можливий зв'язок із онкологічними захворюваннями, а також збільшення кількості алергій серед деяких груп споживачів через широке використання рослинних білків як альтернативи м'ясним.

Проведене дослідження підтвердило наукову гіпотезу щодо динамічного розвитку світового ринку м'ясних консервів під впливом змін у споживчих уподобаннях, інноваціях у технології виготовлення та пакуванні, а також посилення вимог до безпечності та сталості їх виробництва. У подальшому дослідження буде сфокусовано на систематизації українського ринку м'ясних консервів з метою виявлення особливостей його функціонування та визначення основних трендів для формування орієнтирів його ефективного розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Khalid W., Maqbool Z., Arshad M. S. Recent advances and innovation in meat with reference to processing technologies. In M. S. Arshad & W. Khalid (Eds.), *Health risks of food additives: Recent developments and trends in food sector. IntechOpen*. 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.108620>.
2. Chriki S., Hocquette J.-F. The myth of cultured meat: A review. *Frontiers in Nutrition*. 2020, 7, Article 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>.
3. Statista Research Department. Global meat industry – statistics & facts. 2025. URL: <https://www.statista.com/topics/4880/global-meat-industry/#topicOverview>.
4. Dhyani P. Package designing for thermally processed foods and beverages: A review. *International Journal of Science and Research*. 2020, 9(9), 776-782. <https://doi.org/10.21275/SR20913113227>.
5. Abzhanova S., Zhaksylykova G., Kulazhanov T., Baybolova L., Nabiyeva Z. Application of functional ingredients in canned meat production. *Food Sci. Technol*. 2022, 42, 163-172. <https://doi.org/10.1590/fst.61122>.
6. Ullah A., Gul R. A., Inaam N., Naeem M., Imran M., Aslam S., Saeed A., Raza A. Causes of meat deterioration and preservation methods. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*. 2023, 11(1), 14-22. <https://doi.org/10.18782/2582-2845.8970>.
7. Shaltout F. A. Impacts of meat preservation on public health and economy. *Journal of Nutrition and Food Processing*. 2024, 7(4). <https://doi.org/10.31579/2637-8914/203>.
8. Dani R., Tiwari K., Prabhakar A. P. B. A review of food packaging materials and its impact on environment. *AIP Conference Proceedings*. 2024, 2978(1), 020006. <https://doi.org/10.1063/5.0182889>.
9. Liu Z., Zhang M., Hao Y., Hu W., Zhu W., Wang H., Li L. Application of surface-modified functional packaging in food storage: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2024, 23(3), e13343. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13343>.
10. Jimenez P. S., Bangar S. P., Suffern M., Whiteside W. S. Understanding retort processing: A review. *Food Science & Nutrition*. 2024, 12, 1545-1563. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3912>.
11. Roy B. K., Khanam J. S., Tule S. A., Sultana N. Development of canned meat production technique and its quality assessment. *Bangladesh Journal of Animal Science*. 2025, 54(1), 12-19. <https://doi.org/10.3329/bjas.v54i1.80841>.
12. Ciawi Y., Tonyes S. G., Dwipayanti N. M. U. Multilayer packaging recycling: Challenges, current practices, and future prospects. *Academia Environmental Sciences and Sustainability*. 2025, 2(1), 1-12. DOI:10.20935/AcadEnvSci7521.

13. Ponnampalam E. N., Bekhit A. E. D., Bruce H., Scollan N. D., Muchenje V., Silva P., Jacobs J. L. Production strategies and processing systems of meat: Current status and future outlook for innovation—a global perspective. In C. M. Galanakis (Ed.), *Sustainable meat production and processing*. Academic Press, 2019. Pp. 17-44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00002-X>.
14. Sharma A. Ready-to-eat meat products market size & outlook, 2025-2033. *Straits Research*. 2025. URL: <https://straitsresearch.com/report/ready-to-eat-meat-products-market>.
15. Drewnowski A. Perspective: The place of pork meat in sustainable healthy diets. *Advances in Nutrition*. 2024, 15(5), 100213. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100213>.
16. Piles M., Tusell L., Mora M., Garcia-Baccino C., Cudrey D., Hassenfratz C., Mercat M.-J., David I. Feeding behaviour in group-housed growing-finishing pigs and its relationship with growth and feed efficiency. *Veterinary Sciences*. 2025, 12(2), 168. <https://doi.org/10.3390/vetsci12020168>.
17. Alfaia C. M., Madeira M. S., Pestana J., Coelho D., Lopes P. A., Toldrá F., Prates J. A. M. Pork byproducts. In B. K. Simpson, A. N. Aryee, & F. Toldrá (Eds.), *Byproducts from agriculture and fisheries: Adding value for food, feed, pharma and fuels*. John Wiley & Sons. 2019. Pp. 19-41. <https://doi.org/10.1002/9781119383956.ch2>.
18. Kim D., Parajuli R., Harris N., Kim C., Thoma G. Measuring and mitigating GHGs: Chicken (Commodity brief). World Wildlife Fund, The Markets Institute at WWF. 2022. URL: https://www.worldwildlife.org/documents/116/fc8b11h7k_MOBERG_GHG_Brief_CHICKEN_06_22_v5.pdf.
19. López-Moreno M., Fresán U., Marchena-Giráldez C., Bertotti G., Roldán-Ruiz A. Industry study sponsorship and conflicts of interest on the effect of unprocessed red meat on cardiovascular disease risk: A systematic review of clinical trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2025, 121(6), 1246-1257. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2025.02.030>.
20. Lindner J. Beef industry statistics: Market data report 2025. Gitnux. 2025. URL: <https://gitnux.org/beef-industry-statistics/>.
21. Godfray H. C. J., Aveyard P., Garnett T., Hall J. W., Key T. J., Lorimer J., Pierrehumbert R. T., Scarborough P., Springmann M., Jebb S. A. Meat consumption, health, and the environment. *Science*. 2018, 361(6399), eaam5324. <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>.
22. Lynch J. Availability of disaggregated greenhouse gas emissions from beef cattle production: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*. 2019, 76, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.02.003>.
23. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat market review: Emerging trends and outlook in 2024. 2024. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0d3971d1-2fba-4381-8bac-b3a251ee716a/content>.
24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat market review: Emerging trends and outlook 2021. Report. 2021. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/db162b13-fda0-4f05-b454-923574591805/content>.
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat market review: Emerging trends and outlook 2022. Report. 2022. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5a64d0d4-880f-4f61-8827-edf2f5d735ce/content>.
26. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat market review: Emerging trends and outlook, 2023. Report. 2023. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5fcbf357-eac5-4e22-84ce-ec0936d5fb52/content>.
27. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat market review: Emerging trends and outlook in 2025. Report. 2025. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1014ce90-efe7-40ac-b4bb-408adbdf1111/content>.
28. Towards FnB. Canned meat market size, growth, and trends 2025 to 2034. 2025. URL: <https://www.towardsfnb.com/insights/canned-meat-market>.
29. IndexBox. World – Canned Meat – Market Analysis, Forecast, Size, Trends And Insights. 2025. URL: <https://www.indexbox.io/blog/canned-meat-world-market-overview-2024-5/>.
30. Fortune Business Insights. Canned Meat Market Size, Share & Industry Analysis, By Product Type (Luncheon Meat, Ham, Sausage, Bacon, Corned Beef, and Others), By Distribution Channel (Hypermarkets/Supermarkets, Specialty Stores, Online Retail, and Others), and Regional Forecast, 2026-2034. 2026. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/canned-meat-market-106372>.
31. Mordor Intelligence. Canned meat market size & share analysis – growth trends & forecasts (2025-2030). Market research report. 2025. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-canned-meat-market>.
32. IndustryARC. Canned Meat Market – By Product Type, By Packaging Material, By Category, By Distribution Channel and By Geography – Opportunity Analysis & Industry Forecast, 2024-2030. 2025. URL: <https://www.industryarc.com/Research/canned-meat-market-800763>.
33. Henchion M., McCarthy M., Resconi V. C., Troy D. Meat consumption: Trends and quality

matters. *Meat Science*. 2014, 98(3), 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>.

34. Vasilev D., Stajkovic S., Karabasil N., Dimitrijevic M., Teodorovic V. Perspectives in meat processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019, 333(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012024>.

35. Chellaiah R., Shanmugasundaram M., Kizhekkedath J. Advances in meat preservation and safety. *International Journal of Science and Research*. 2020, 9(3). <https://doi.org/10.21275/SR20913113227>.

36. Stojanović B. Đ., Stojanović Z. M., Marjanović S. S., Janković S. D., Antić Mališa P., Balaban M. R., Antić V. V. Canned meat products for members of the Serbian armed forces: Na, K, Ca, and Mg content and health risks/benefits. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*. 2022, 67(4), 415-431. <https://doi.org/10.2298/JAS2204415S>.

37. Al-Zaidi R. M. K., Hadi M. T., Al-Attar E. J., Khaleel A. M. Preservatives in canned meat and their potential human health concerns: A review. *Earthline Journal of Chemical Sciences*. 2024, 11(1), 163-172. <https://doi.org/10.34198/ejcs.11124.163172>.

38. Shah M. A., Bosco S. J. D., Mir S. A., Sunooj K. Evaluation of shelf life of retort pouch packaged Rogan josh, a traditional meat curry of Kashmir, India. *Food Packaging and Shelf Life*. 2017, 12, 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.04.001>.

39. Data Bridge Market Research. Global canned meat market—Industry trends and forecast to 2032. 2025. URL: <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-canned-meat-market>.

40. Food & Hospitality Asia. Top trends in the meat sector: 2024 & beyond. 2024. URL: <https://www.foodhotelasia.com/blog/fnb/trends-in-the-meat-sector/>.

41. United Nations. New UN report links processed meats to cancer in humans; red meat also likely to cause the disease. UN News. 2015. URL: <https://news.un.org/en/story/2015/10/513662>.

REFERENCES

1. Khalid W., Maqbool Z. and Arshad, M. S. (2022), Recent advances and innovation in meat with reference to processing technologies, In Arshad, M. S. & Khalid W. (Eds.), Health risks of food additives: Recent developments and trends in food sector, *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.108620>.

2. Chriki S. and Hocquette, J.-F. (2020), The myth of cultured meat: A review, *Frontiers in Nutrition*, 7, Article 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>.

3. Statista Research Department (2025), Global meat industry – statistics & facts, Statista, available at: <https://www.statista.com/topics/4880/global-meat-industry/#topicOverview>.

4. Dhyani P. (2020), Package designing for thermally processed foods and beverages: A review,

International Journal of Science and Research, 9(9), 776-782. <https://doi.org/10.21275/SR20913113227>.

5. Abzhanova S., Zhaksylykova G., Kulazhanov T., Baybolova L. and Nabiyeva Z. (2022), Application of functional ingredients in canned meat production, *Food Sci. Technol.*, 42, 163-172. <https://doi.org/10.1590/fst.61122>.

6. Ullah A., Gul, R. A., Inaam N., Naeem M., Imran M., Aslam S., Saeed A. and Raza A. (2023), Causes of meat deterioration and preservation methods, *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 11(1), 14-22. <https://doi.org/10.18782/2582-2845.8970>.

7. Shaltout, F. A. (2024), Impacts of meat preservation on public health and economy, *Journal of Nutrition and Food Processing*, 7(4). <https://doi.org/10.31579/2637-8914/203>.

8. Dani R., Tiwari K. and Prabhakar, A. P. B. (2024), A review of food packaging materials and its impact on environment, *AIP Conference Proceedings*, 2978(1), 020006. <https://doi.org/10.1063/5.0182889>.

9. Liu Z., Zhang M., Hao Y., Hu W., Zhu W., Wang H. and Li L. (2024), Application of surface-modified functional packaging in food storage: A comprehensive review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(3), e13343. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13343>.

10. Jimenez, P. S., Bangar, S. P., Suffern M. and Whiteside, W. S. (2024), Understanding retort processing: A review, *Food Science & Nutrition*, 12, 1545-1563. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3912>.

11. Roy, B. K., Khanam, J. S., Tule, S. A. and Sultana N. (2025), Development of canned meat production technique and its quality assessment, *Bangladesh Journal of Animal Science*, 54(1), 12-19. <https://doi.org/10.3329/bjas.v54i1.80841>.

12. Ciawi Y., Tonyes, S. G. and Dwipayanti, N. M. U. (2025), Multilayer packaging recycling: Challenges, current practices, and future prospects, *Academia Environmental Sciences and Sustainability*, 2(1), 1-12. DOI: 10.20935/AcadEnvSci7521.

13. Ponnampalam, E. N., Bekhit, A. E. D., Bruce H., Scollan, N. D., Muchenje V., Silva P. and Jacobs, J. L. (2019), Production strategies and processing systems of meat: Current status and future outlook for innovation—a global perspective, In Galanakis, C. M. (Ed.), Sustainable meat production and processing, Academic Press, pp. 17-44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00002-X>.

14. Sharma A. (2025), Ready-to-eat meat products market size & outlook, 2025-2033, *Straits Research*, available at: <https://straitresearch.com/report/ready-to-eat-meat-products-market>.

15. Drewnowski A. (2024), Perspective: The place of pork meat in sustainable healthy diets, *Advances in Nutrition*, 15(5), 100213. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100213>.

16. Piles M., Tusell L., Mora M., Garcia-Baccino C., Cudrey D., Hassenfratz C., Mercat, M.-J. and David I. (2025), Feeding behaviour in group-housed growing-finishing pigs and its relationship with growth and feed efficiency, *Veterinary Sciences*, 12(2), 168. <https://doi.org/10.3390/vetsci12020168>.
17. Alfaia, C. M., Madeira, M. S., Pestana J., Coelho D., Lopes, P. A., Toldrá F. and Prates, J. A. M. (2019), Pork byproducts, In Simpson, B. K., Aryee, A. N., & Toldrá F. (Eds.), *Byproducts from agriculture and fisheries: Adding value for food, feed, pharma and fuels*, John Wiley & Sons, pp. 19-41. <https://doi.org/10.1002/9781119383956.ch2>.
18. Kim D., Parajuli R., Harris N., Kim C. and Thoma G. (2022), Measuring and mitigating GHGs: Chicken (Commodity brief), World Wildlife Fund, The Markets Institute at WWF, available at: https://www.worldwildlife.org/documents/116/fc8b11h7k_MOBERG_GHG_Brief_CHICKEN_06_22_v5.pdf.
19. López-Moreno M., Fresán U., Marchena-Giráldez C., Bertotti G. and Roldán-Ruiz A. (2025), Industry study sponsorship and conflicts of interest on the effect of unprocessed red meat on cardiovascular disease risk: A systematic review of clinical trials, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 121(6), 1246-1257. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2025.02.030>.
20. Lindner J. (2025), Beef industry statistics: Market data report 2025, Gitnux, available at: <https://gitnux.org/beef-industry-statistics/>.
21. Godfray, H. C. J., Aveyard P., Garnett T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough P., Springmann M. and Jebb, S. A. (2018), Meat consumption, health, and the environment, *Science*, 361(6399), eaam5324. <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>.
22. Lynch J. (2019), Availability of disaggregated greenhouse gas emissions from beef cattle production: A systematic review, *Environmental Impact Assessment Review*, 76, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.02.003>.
23. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024), Meat market review: Emerging trends and outlook in 2024, available at: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0d3971d1-2fba-4381-8bac-b3a251ee716a/content>.
24. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021), Meat market review: Emerging trends and outlook 2021. Report, available at: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/db162b13-fda0-4f05-b454-923574591805/content>.
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022), Meat market review: Emerging trends and outlook 2022. Report, available at: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5a64d0d4-880f-4f61-8827-edf2f5d735ce/content>.
26. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023), Meat market review: Emerging trends and outlook, 2023. Report, available at: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5fcbf357-eac5-4e22-84ce-ec0936d5fb52/content>.
27. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025), Meat market review: Emerging trends and outlook in 2025. Report, available at: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1014ce90-efe7-40ac-b4bb-408adbdf1111/content>.
28. Towards FnB (2025), Canned meat market size, growth, and trends 2025 to 2034, Towards FnB, available at: <https://www.towardsfnb.com/insights/canned-meat-market>.
29. IndexBox (2025), World – Canned Meat – Market Analysis, Forecast, Size, Trends And Insights, IndexBox, available at: <https://www.indexbox.io/blog/canned-meat-world-market-overview-2024-5/>.
30. Fortune Business Insights (2026), Canned Meat Market Size, Share & Industry Analysis..., Fortune Business Insights, available at: <https://www.fortunebusinessinsights.com/canned-meat-market-106372>.
31. Mordor Intelligence (2025), Canned meat market size & share analysis – growth trends & forecasts (2025-2030). Market research report, Mordor Intelligence, available at: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-canned-meat-market>.
32. IndustryARC (2025), Canned Meat Market – By Product Type..., IndustryARC, available at: <https://www.industryarc.com/Research/canned-meat-market-800763>.
33. Henchion M., McCarthy M., Resconi, V. C. and Troy D. (2014), Meat consumption: Trends and quality matters, *Meat Science*, 98(3), 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>.
34. Vaselev D., Stajkovic S., Karabasil N., Dimitrijevic M. and Teodorovic V. (2019), Perspectives in meat processing, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 333(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012024>.
35. Chellaiah R., Shanmugasundaram M. and Kizhekkedath J. (2020), Advances in meat preservation and safety, *International Journal of Science and Research*, 9(3), available at: https://www.researchgate.net/publication/340528680_Advances_in_Meat_Preservation_and_Safety.
36. Stojanović, B. Đ., Stojanović, Z. M., Marjanović, S. S., Janković, S. D., Antić Mališa P., Balaban, M. R. and Antić, V. V. (2022), Canned meat products for members of the Serbian armed forces: Na, K, Ca, and Mg content and health risks/benefits,

Journal of Agricultural Sciences (Belgrade), 67(4), 415-431. <https://doi.org/10.2298/JAS2204415S>.

37. Al-Zaidi, R. M. K., Hadi, M. T., Al-Attar, E. J. and Khaleel, A. M. (2024), Preservatives in canned meat and their potential human health concerns: A review, *Earthline Journal of Chemical Sciences*, 11(1), 163-172. <https://doi.org/10.34198/ejcs.11124.163172>.

38. Shah, M. A., Bosco, S. J. D., Mir, S. A. and Sunooj K. (2017), Evaluation of shelf life of retort pouch packaged Rogan josh, a traditional meat curry of Kashmir, India, *Food Packaging and Shelf Life*, 12, 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.04.001>.

39. Data Bridge Market Research (2025), Global canned meat market – Industry trends and forecast to 2032, Data Bridge Market Research, available at: <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-canned-meat-market>.

40. Food & Hospitality Asia (2024), Top trends in the meat sector: 2024 & beyond, Food & Hospitality Asia, available at: <https://www.foodnhotelasia.com/blog/fnb/trends-in-the-meat-sector/>.

41. United Nations (2015), New UN report links processed meats to cancer in humans; red meat also likely to cause the disease, UN News, available at: <https://news.un.org/en/story/2015/10/513662>.

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



Дата першого надходження статті до видання: 10.06.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.07.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 006.83:005.6:640.432:613.292

Біленька І. Р.,

foodprofi.ontu@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0872-7696>,

Researcher ID: H-3019-2016

к. т. н., доц., доцент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Лазаренко Н. А.,

lazarenko.onapt@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9467-3721>,

Researcher ID: AAN-9200-2019

к. т. н., старший викладач кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Кашиканю М. А.,

marykash@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8782-9182>,

Researcher ID: LGZ-6352-2024

к. т. н., доц., доцент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Анотація. У статті досліджено теоретичні засади управління якістю продукції та послуг у закладах ресторанного господарства в контексті впровадження технологій функціональних харчових продуктів. Актуальність дослідження обумовлена зростанням попиту на продукцію оздоровчого призначення, необхідністю забезпечення її стабільної якості та безпечності, а також підвищенням вимог до ефективності функціонування систем управління якістю на підприємствах ресторанного господарства. Метою дослідження є узагальнення теоретичних підходів до управління якістю продукції та послуг і визначення особливостей їх інтеграції з технологіями виробництва функціональних харчових продуктів. Для досягнення поставленої мети використано загальнонаукові методи аналізу, синтезу, узагальнення, систематизації та порівняння наукових джерел, а також графічний метод для візуалізації результатів дослідження. Проаналізовано сучасні підходи до формування систем управління якістю в закладах ресторанного господарства, визначено роль стандартизації, міжнародних стандартів ISO 9001 і системи HACCP у забезпеченні стабільності технологічних процесів, безпечності харчової продукції та високої якості послуг. Обґрунтовано значення функціональних харчових продуктів як перспективного напрямку розвитку ресторанного господарства та визначено особливості технологічних процесів, спрямованих на збереження біологічно активних компонентів і функціональних властивостей готової продукції. Запропоновано концептуальну модель управління якістю продукції та послуг, модель інтеграції систем ISO 9001 і HACCP, модель збереження функціональних властивостей харчових продуктів, модель взаємозв'язку якості продукції, якості послуг і споживчої цінності, а також алгоритм впровадження функціональних харчових продуктів у меню закладів ресторанного господарства. Визначено, що інтеграція сучасних технологій функціонального харчування із системою управління якістю сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств, рівня задоволеності споживачів і формуванню передумов для сталого розвитку ресторанного бізнесу. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованих моделей під час удосконалення систем управління якістю, розроблення функціональної продукції та впровадження сучасних технологічних рішень у діяльність закладів ресторанного господарства.

Ключові слова: управління якістю, система управління якістю, стандартизація, заклади ресторанного господарства, функціональні харчові продукти, безпечність харчових продуктів, HACCP, ISO 9001, сталий розвиток.

Bilenka I. R.,

foodprofi.ontu@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0872-7696>,

Researcher ID: H-3019-2016

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Restaurant and Healthy Food Technology, Odesa National University of Technology, Odesa

Lazarenko N. A.,

lazarenko.onapt@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9467-3721>,

Researcher ID: AAH-9200-2019

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Restaurant and Healthy Food Technology, Odesa National University of Technology, Odesa

Kashkano M. A.,

marykash@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8782-9182>,

Researcher ID: LGZ-6352-2024

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Restaurant and Healthy Food Technology, Odesa National University of Technology, Odesa

THEORETICAL FOUNDATIONS OF PRODUCT AND SERVICE QUALITY MANAGEMENT IN RESTAURANT ESTABLISHMENTS IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF FUNCTIONAL FOOD TECHNOLOGIES

Abstract. *The article explores the theoretical foundations of product and service quality management in foodservice establishments within the context of implementing functional food technologies. The relevance of the study is driven by the growing demand for health-promoting food products, the necessity of ensuring their consistent quality and safety, and the increasing requirements for the operational efficiency of quality management systems in the restaurant sector. The study aims to synthesize theoretical approaches to product and service quality management and determine the specific features of their integration with functional food production technologies. To achieve this objective, general scientific methods were employed, including analysis, synthesis, generalization, systematization, and comparison of scientific sources, alongside the graphical method for visual representation of the research findings. The paper analyzes modern approaches to structuring quality management systems in foodservice establishments and identifies the role of standardization, international ISO 9001 standards, and the HACCP system in ensuring the stability of technological processes, food safety, and high service quality. The significance of functional food products is substantiated as a promising direction for the development of the restaurant sector; and the specific characteristics of technological processes aimed at preserving bioactive components and the functional properties of finished products are determined. The study proposes a conceptual model of product and service quality management, a model for integrating ISO 9001 and HACCP systems, a model for preserving the functional properties of food products, a model illustrating the interrelationship between product quality, service quality, and consumer value, as well as an algorithm for implementing functional food products into the menus of foodservice establishments. It is established that the integration of modern functional nutrition technologies with a quality management system enhances the competitiveness of enterprises, increases consumer satisfaction, and creates the prerequisites for the sustainable development of the restaurant business. The practical significance of the results obtained lies in the applicability of the proposed models for optimizing quality management systems, developing functional products, and implementing modern technological solutions into the operations of foodservice establishments.*

Key words: quality management, quality management system, standardization, food service establishments, functional food products, food safety, HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), ISO 9001, sustainable development.

JEL Classification: L15, L 66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-10>

Постановка проблеми. Сучасний розвиток ресторанного господарства характеризується високим рівнем конкуренції, динамічними змінами споживчих уподобань та зростанням вимог до безпечності, харчової цінності й якості продукції та послуг. У цих умовах забезпечення стабільно високої якості діяльності закладів ресторанного господарства стає одним із ключових чинників їхньої конкурентоспроможності, формування позитивної репутації та досягнення довгострокової економічної ефективності. Особливо актуальності набуває комплексний підхід до управління якістю, який охоплює всі етапи створення цінності для споживача – від вибору сировини та організації технологічних процесів до рівня сервісного обслуговування і зворотного зв'язку зі споживачем після відвідування ним ресторанного закладу.

Одночасно зі зростанням вимог до якості продукції відбувається трансформація сучасної концепції харчування, що ґрунтується на принципах здорового способу життя та персоналізації раціону. У зв'язку з цим суттєво зростає попит на функціональні харчові продукти, споживання яких, окрім задоволення фізіологічних потреб організму, сприяє підтриманню здоров'я та підвищенню якості життя населення. Заклади ресторанного господарства, адаптуючись до сучасних тенденцій, дедалі активніше впроваджують у виробництво страви функціонального призначення, використовуючи інноваційні інгредієнти, сучасні технології оброблення сировини та принципи збалансованого харчування.

Разом із тим виробництво функціональних харчових продуктів висуває підвищені вимоги до системи управління якістю. На відміну від традиційної продукції, функціональні страви повинні відповідати не лише органолептичним, фізико-хімічним і мікробіологічним показникам, а й забезпечувати стабільний вміст фізіологічно активних компонентів, підтверджену функціональну ефективність та гарантовану безпечність протягом усього життєвого циклу продукції. Це обумовлює необхідність інтеграції сучасних систем управління якістю, заснованих на принципах процесного підходу, ризик-орієнтованого мислення, міжнародних стандартів ISO 9001 та системи НАССР, із технологічними рішеннями щодо виробництва функціональних харчових продуктів.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених окремим аспектам

управління якістю продукції та послуг або розробленню функціональних харчових продуктів, питання їх комплексної інтеграції у діяльність закладів ресторанного господарства потребують подальшого теоретичного узагальнення. Особливо актуальним є формування науково обґрунтованих підходів до забезпечення якості функціональної продукції як складової загальної системи управління якістю підприємства, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності закладів ресторанного господарства, задоволенню потреб споживачів у здоровому харчуванні та реалізації концепції сталого розвитку сфери гостинності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні наукові підходи до управління якістю продукції та послуг у закладах ресторанного господарства базуються на положеннях процесного підходу, орієнтації на споживача та безперервного вдосконалення, що закріплено в міжнародних стандартах системи управління якістю ISO 9001:2015 [1, с. 4–6]. У даному стандарті якість розглядається як ступінь відповідності сукупності властивостей продукції та послуг вимогам споживача та нормативних документів, а ефективність управління якістю визначається здатністю організації стабільно забезпечувати очікуваний рівень результату [1, с. 7–9].

Якість послуг у ресторанній сфері оцінюється через відповідність очікуванням споживачів та рівень сприйняття сервісу, що є основою сучасних підходів до управління сервісною якістю [2, с. 85–88].

Подальші дослідження Гронруса розширили концепцію сервісної якості, виділивши технічну та функціональну складові обслуговування, що є особливо актуальним для ресторанного господарства, де поєднуються матеріальний продукт і процес обслуговування [3, с. 73–78].

Ключову роль у забезпеченні якості продукції та послуг у закладах ресторанного господарства відіграє стандартизація, що встановлює єдині вимоги до технологічних процесів, сировини та готової продукції, сприяючи стабільності результатів та підвищенню рівня безпечності харчових продуктів. Вона забезпечує узгодженість діяльності підприємств із міжнародними нормами, зокрема стандартами ISO, та є основою впровадження систем управління якістю і безпечністю харчової продукції, включаючи НАССР [1, с. 4–6; 4, с. 3–5]. Система НАССР передбачає ідентифікацію, оцінювання та контроль небезпечних факторів на всіх етапах харчового ланцюга, що

дозволяє забезпечити безпечність харчових продуктів як базову складову їхньої якості [4, с. 3–5]. У контексті розвитку функціональних харчових продуктів стандартизація також визначає вимоги до збереження біологічно активних компонентів і стабільності їх функціональних властивостей [5, с. 2–4].

Окремий науковий напрям становлять дослідження функціональних харчових продуктів. За визначенням FAO/WHO, функціональні продукти – це харчові продукти, що, окрім базової поживної цінності, мають позитивний вплив на одну або декілька фізіологічних функцій організму людини [5, с. 2–4]. У працях Granato et al. підкреслюється, що функціональні харчові продукти здатні знижувати ризики розвитку хронічних захворювань, що формує нові вимоги до технологій харчової продукції [6, с. 93–118].

Сучасні дослідження у сфері ресторанного господарства свідчать, що одним із ключових напрямів розвитку галузі є інтеграція систем управління якістю, стандартизації та принципів НАССР із сучасними харчовими технологіями, що забезпечує підвищення ефективності діяльності підприємств і якості ресторанної продукції [7, с. 65–73]. Водночас впровадження функціональних харчових продуктів у меню закладів ресторанного господарства розглядається як перспективний інструмент підвищення конкурентоспроможності, формування споживчої цінності та задоволення зростаючого попиту на здорове харчування [6, с. 96–100; 8, с. 5–8].

Водночас, незважаючи на значну кількість досліджень у сфері управління якістю та окремих технологічних аспектів функціонального харчування, у науковій літературі недостатньо систематизовано підходи до їх інтеграції в єдину модель управління якістю продукції та послуг у закладах ресторанного господарства. Це підтверджує актуальність подальших досліджень у напрямі формування комплексних теоретичних основ забезпечення якості з урахуванням сучасних харчових технологій та принципів здорового харчування.

Постановка завдання. Узагальнення теоретичних засад управління якістю продукції та послуг у закладах ресторанного господарства та обґрунтування ролі технологій функціональних харчових продуктів як важливої складової сучасної системи забезпечення якості.

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах глобалізації ринку і розвитку

євроінтеграційних процесів, якість продукції ресторанної сфери розглядається як важливий чинник підвищення рівня життя, економіки, соціальної і екологічної безпеки нашої держави. Забезпечення якості є актуальною проблемою, тому що тільки продукція високої якості гарантує конкурентоспроможність, стійкість та успішну діяльність суб'єктів господарювання на внутрішньому і міжнародному ринках. На теренах жорсткої конкурентної боротьби підприємствам ресторанного бізнесу необхідно адаптуватися до швидких змін у зовнішньому економічному середовищі і зростанню вимогливості гостей ресторанних закладів.

Сучасний розвиток закладів ресторанного господарства визначається трансформацією підходів до формування якості продукції та послуг, що базується на інтеграції класичних принципів управління якістю та інноваційних харчових технологій. У центрі цієї трансформації перебуває концепція функціонального харчування, яка передбачає не лише задоволення фізіологічних потреб людини, але й сприяння покращенню стану здоров'я, профілактиці захворювань та підвищенню якості життя. У цьому контексті управління якістю в ресторанному господарстві набуває міждисциплінарного характеру, поєднуючи технологічні, медико-біологічні та сервісні аспекти.

Ефективне управління якістю у ресторанному господарстві передбачає комплексний підхід, що охоплює контроль якості сировини, технологічних процесів, обслуговування гостей та забезпечення санітарно-гігієнічних норм. Крім того, важливу роль відіграють сучасні міжнародні стандарти управління якістю, такі як ISO 9001, ISO 22000, які забезпечують відповідність продукції та послуг міжнародним вимогам.

Система управління якістю (СУЯ) у закладах ресторанного господарства є сукупністю організаційних структур, процедур, процесів і ресурсів, спрямованих на забезпечення стабільної відповідності продукції та послуг встановленим вимогам. Основою сучасних СУЯ є міжнародний стандарт ISO 9001:2015, який визначає процесний підхід, орієнтацію на споживача та ризик-орієнтоване мислення як ключові принципи ефективного управління якістю [1, с. 4–9].

У ресторанному бізнесі СУЯ охоплює два взаємопов'язані напрями: якість харчової продукції (смак, безпечність, харчова цінність, стабільність) та якість послуг (швидкість обслуговування, компетентність персоналу, комфорт

середовища). Важливою особливістю є одночасне управління виробничими та сервісними процесами, що формує інтегровану модель якості ресторанного продукту як комплексу «їжа, сервіс та досвід споживача».

На рис. 1 представлено концептуальну модель управління якістю у закладах ресторанного господарства, яка відображає послідовність формування кінцевої споживчої цінності.

Модель починається з вхідних ресурсів (сировина, персонал, технології та обладнання), які визначають потенційну якість майбутньої продукції та послуг. Далі ці ресурси проходять через виробничо-технологічні процеси, у межах яких здійснюється приготування продукції та формування сервісного продукту. На цьому етапі паралельно реалізуються механізми контролю якості, зокрема за принципами HACCP, а також застосовується стандартизація технологічних операцій і рецептур. Результатом функціонування системи є готова продукція та сервіс, які в сукупності

формують загальний споживчий досвід. Завершальним елементом моделі є оцінювання рівня задоволеності споживачів, що виступає інтегральним показником ефективності управління якістю в закладі ресторанного господарства.

Одним із ключових інструментів гарантування безпечності харчових продуктів є система HACCP, яка базується на ідентифікації, оцінюванні та контролі небезпечних факторів на всіх етапах харчового ланцюга [4, с. 3–6]. Її впровадження у закладах ресторанного господарства дозволяє не тільки знизити ризики, пов'язані із харчовими отруєннями споживачів, але й сприяє удосконаленню процесів виробництва ресторанної продукції та надання послуг у тих організаціях, які впровадили сучасну систему управління якістю [9, с. 78–83]. Організація контролю якості ресторанної продукції – це невід'ємна частина процесу менеджменту (управління) ресторанного бізнесу. Управління якістю ресторанної продукції, що базується на принципах HACCP, акцентує

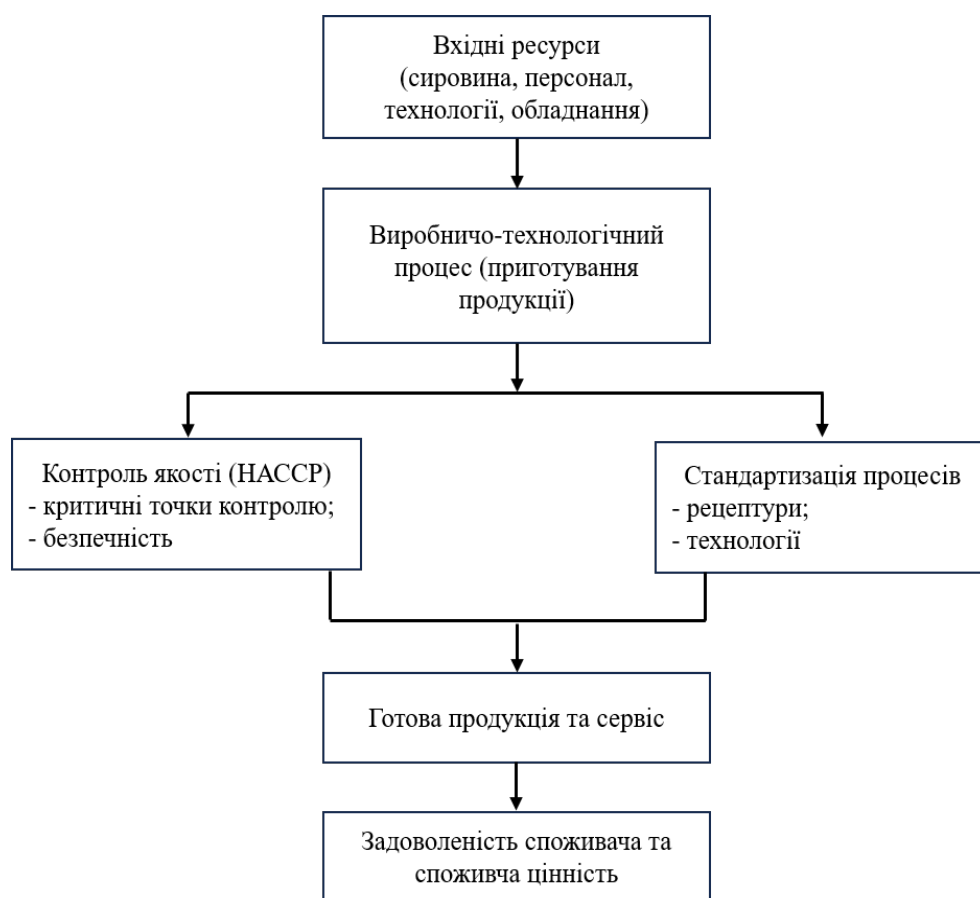


Рис. 1. Концептуальна модель управління якістю у закладах ресторанного господарства

*джерело: сформовано авторами на підставі проведених досліджень.

свою діяльність на ідентифікації, моніторингу та контролі небезпек у критичних контрольних точках, визначених в процесі виробництва, що дає можливість ефективно управляти якістю та безпекою ресторанної продукції, використовуючи заходи попередження погіршення якості та порушення безпечності ресторанної продукції.

Стандартизація у цьому контексті виступає інструментом уніфікації вимог до технологічних процесів приготування страв, умов зберігання сировини та готової продукції, рецептур і норм закладки інгредієнтів, показників якості та безпечності. Таким чином, стандартизація забезпечує повторюваність результатів і створює основу для стабільної якості продукції та послуг.

Стабільна якість ресторанної продукції є результатом комплексної інтеграції глобальних систем управління. Синхронізація вимог ISO 9001:2015 із принципами HACCP забезпечує наскрізний моніторинг операційних циклів, дозволяючи закладам превентивно управляти ризиками та гарантувати безпечність готових страв. Концептуальну модель інтеграції зазначених систем представлено на рис. 2.

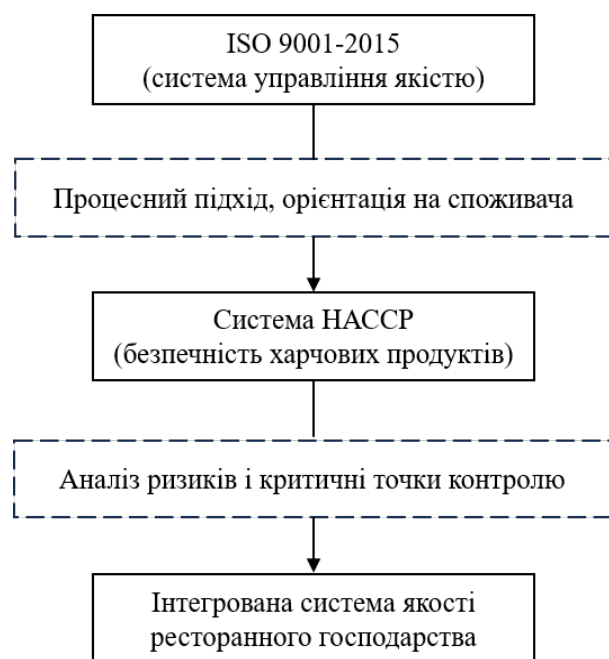


Рис. 2. Інтеграція систем HACCP та ISO 9001

*джерело: сформовано авторами на підставі проведених досліджень.

Представлений рисунок ілюструє взаємозв'язок між вимогами міжнародного стандарту ISO 9001:2015 та принципами системи HACCP, які у сукупності формують інтегровану

систему управління якістю та безпечністю харчової продукції. Стандарт ISO 9001 встановлює загальні вимоги до системи управління якістю, зокрема орієнтацію на споживача, процесний підхід, лідерство керівництва, управління ризиками та безперервне вдосконалення діяльності підприємства. Водночас система HACCP спрямована на виявлення потенційно небезпечних факторів, визначення критичних точок контролю, здійснення моніторингу та подальше впровадження коригувальних заходів для забезпечення безпечності продукції на всіх технологічних операціях з її виготовлення.

Інтеграція цих систем дозволяє сформувати єдиний механізм управління, у якому гарантування якості та безпечності розглядаються як складові діяльності закладу ресторанного господарства, що взаємно доповнюють одне одного. Такий підхід сприяє своєчасному виявленню та мінімізації ризиків, стандартизації виробничих процесів, підвищенню ефективності внутрішнього контролю, забезпечує стабільність якісних характеристик продукції та послуг. Така інтегрована система управління створює передумови для підвищення довіри споживачів, зміцнення конкурентних позицій підприємства, а також його відповідності сучасним міжнародним вимогам у сфері харчової безпечності та управління якістю.

Одним із найбільш динамічних напрямів розвитку сучасної харчової індустрії є функціональні харчові продукти, що містять у своєму складі біологічно активні компоненти, які надають позитивного впливу на фізіологічні функції організму людини та можуть сприяти зниженню ризику розвитку неінфекційних хронічних захворювань [6, с. 93–118]. До основних функціональних інгредієнтів належать пробіотики та пребіотики, поліненасичені жирні кислоти (омега-3), харчові волокна, антиоксиданти рослинного походження.

У ресторанному господарстві впровадження функціональних продуктів харчування потребує адаптації технологічних процесів, оскільки біоактивні речовини є чутливими до температури, активної кислотності (pH) та умов обробки, що, в свою чергу, формує нові вимоги до технологій приготування страв, збереження їх поживної цінності та контролю якості. Саме від правильного вибору способів технологічної обробки залежать харчова цінність, безпечність та функціональні властивості готової продукції. Узагальнену модель збереження функціональних властивостей харчових продуктів представлено на рис. 3.

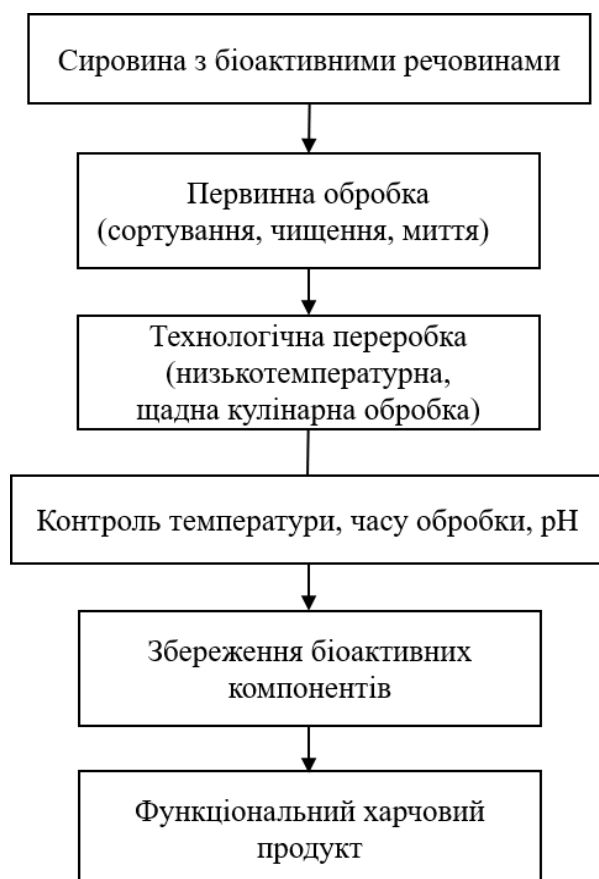


Рис. 3. Модель збереження функціональних властивостей харчових продуктів

*джерело: сформовано авторами на підставі проведених досліджень.

Наведена модель відображає послідовність ключових стадій технології виготовлення функціональних продуктів харчування – від добору рецептурних інгредієнтів до виходу готового виробу із заданими корисними властивостями. Вихідним етапом є використання сировинної бази, збагаченої біологічно активними

речовинами, які й формують очікувану фізіологічну цінність продукту. Наступним кроком є первинна обробка сировини, під час якої важливо мінімізувати механічні втрати поживних речовин та запобігти їх руйнуванню.

Особливе значення має технологічна переробка підготовленої сировини, оскільки саме на цьому етапі відбуваються найбільш істотні зміни складу функціональних інгредієнтів під впливом різних факторів: температури, тривалості теплового оброблення, кислотності середовища та інших технологічних чинників. Впровадження щадних кулінарних методів, таких як су-від (Sous-Vide), готування на парі, низькотемпературного нагріву та ін. сприяє збереженню біологічної активності функціональних компонентів та підвищенню харчової цінності готової продукції (табл. 1).

Для окремих видів овочевої сировини після обробки Sous-Vide спостерігалось навіть підвищення визначуваного вмісту поліфенолів внаслідок руйнування клітинних структур і кращої екстракції фенольних сполук [10, с. 2121].

Дослідження, проведені науковцями [11, р. 412–420, 12, р. 206, 13, р. 69–76] свідчать, що на збереження функціональних інгредієнтів істотно впливає вибір способу кулінарної обробки. Так, найбільшими втратами вітаміну С і поліфенольних сполук, внаслідок їх термічної деградації та дифузії у варильне середовище, характеризується традиційне варіння у воді, проте приготування на парі та за технологією Sous-Vide дозволяє зберегти вітаміну С до 80–96% та поліфенольних сполук до 85–100%, що пояснюється більш низькими температурами обробки, а також відсутністю контакту продукту з водою та обмеженим доступом кисню.

Важливою складовою моделі (рис. 3) є контроль технологічних параметрів процесу,

Таблиця 1

Вплив способів кулінарної обробки на збереження біологічно активних компонентів рослинної сировини

Спосіб кулінарної обробки	Збереження вітаміну С, %	Збереження поліфенолів, %	Особливості
Варіння у воді	45–70	50–80	Найбільші втрати водорозчинних сполук через їх перехід у відвар
Приготування на парі	70–90	80–95	Забезпечує краще збереження антиоксидантів та вітаміну С порівняно з варінням
Sous-Vide	80–96	85–100	Один із найбільш ефективних способів збереження біологічно активних речовин завдяки вакуумуванню та низьким температурам

*джерело: сформовано авторами на підставі проведених досліджень.

що передбачає моніторинг критичних факторів, які можуть впливати на стабільність біологічно активних речовин. Такий контроль забезпечує отримання, перш за все, функціонального харчового продукту зі стабільними показниками якості, а також безпечності та прогнозованими оздоровчими властивостями. Запропонована модель демонструє, що збереження функціональних властивостей продуктів харчування є результатом комплексного управління всіма етапами технологічного процесу, що повністю відповідає сучасним принципам управління якістю у ресторанних закладах.

Забезпечення високого рівня якості продукції та послуг, що формують споживчу цінність та визначають конкурентні переваги підприємства, є одним із вирішальних чинників успішної діяльності, так як у ресторанному господарстві кінцевий результат оцінюється споживачем комплексно, оскільки враження від відвідування закладу формується не тільки якістю виготовлених страв, а й рівнем обслуговування, професійністю персоналу та здатністю підприємства задовольнити індивідуальні потреби гостей закладу. Взаємозв'язок між якістю продукції та послуг закладів ресторанного господарства та споживчою цінністю представлено на рис. 4.



Рис. 4. Взаємозв'язок «якість продукції – якість послуг – споживча цінність»

*джерело: сформовано авторами на підставі проведених досліджень.

Рисунок 4 ілюструє інтеграцію якості продукції та якості послуг як основи формування споживчої цінності у ресторанних закладах. Якість

продуктів харчування визначається сукупністю їх органолептичних характеристик, харчовою та біологічною цінністю, безпечністю, відповідністю вимогам, наведеним у нормативних документах і стабільністю технологічних показників [2, с. 85–88, 14, с. 387–409]. При виробництві функціональних харчових продуктів, де важливим є не лише забезпечення високих споживчих властивостей, а й збереження біологічно активних компонентів, що обумовлюють їх функціональне призначення, ці критерії набувають особливої актуальності.

Якість послуг характеризується рівнем організації обслуговування, професійною компетентністю персоналу, оперативністю виконання замовлень, та ефективністю комунікації зі споживачами та є невід'ємною складовою загальної якості продукції. Сучасні дослідження підтверджують, що споживач оцінює не лише продукт, але й досвід його отримання, включаючи сервіс, атмосферу та персоналізацію пропозиції [2, с. 85–88]. Враховуючи сучасний розвиток концепції здорового харчування, сервісна складова доповнюється наданням інформації не тільки щодо складу страв, а й їх харчової цінності, функціональних властивостей та можливостей індивідуального підходу до харчового раціону відповідно до потреб споживачів. У контексті функціонального харчування важливим є формування нової моделі сервісу, яка передбачає перш за все інформування споживача про функціональні властивості страв, а також персоналізацію меню, консультування щодо харчової цінності та формування харчової поведінки клієнта, яка сприятиме збереженню його здоров'я. Отже, сервісна складова стає інструментом формування доданої цінності ресторанного продукту.

Поєднання високої якості продукції та послуг забезпечує формування такої споживчої цінності, яка відображає загальне сприйняття клієнтом закладу ресторанного господарства корисності отриманого продукту та рівня задоволення його очікувань. Саме споживча цінність визначає лояльність клієнтів, повторні відвідування закладу, формує позитивний імідж підприємства та його конкурентоспроможність на ринку ресторанних послуг. Отже, ефективне управління якістю повинно ґрунтуватися на комплексному підході, що поєднує технологічні, організаційні та сервісні складові діяльності закладу ресторанного господарства, забезпечуючи створення конкурентоспроможного ресторанного продукту з високою споживчою цінністю. Сучасна модель

розвитку ресторанного господарства передбачає інтеграцію системи управління якістю з технологіями функціонального харчування. Це дозволяє забезпечити не лише відповідність стандартам безпеки, але й гарантовану функціональну ефективність продукції. Ключовими елементами інтегрованої системи є контроль якості сировини з урахуванням функціональних властивостей, стандартизація рецептур функціональних страв, контроль критичних технологічних параметрів, оцінка стабільності біологічно активних компонентів та моніторинг задоволеності споживачів.

Впровадження функціональних харчових продуктів у діяльність закладів ресторанного господарства є багатоетапним процесом, що потребує комплексного врахування маркетингових, організаційних, управлінських та технологічних аспектів. Ефективність цього процесу залежить від системності управлінських рішень, починаючи з ідентифікації потреб споживачів і закінчуючи оцінюванням результативності впровадження нової продукції. Узагальнений алгоритм впровадження функціональних продуктів у меню ресторанних закладів наведено на рис. 5.

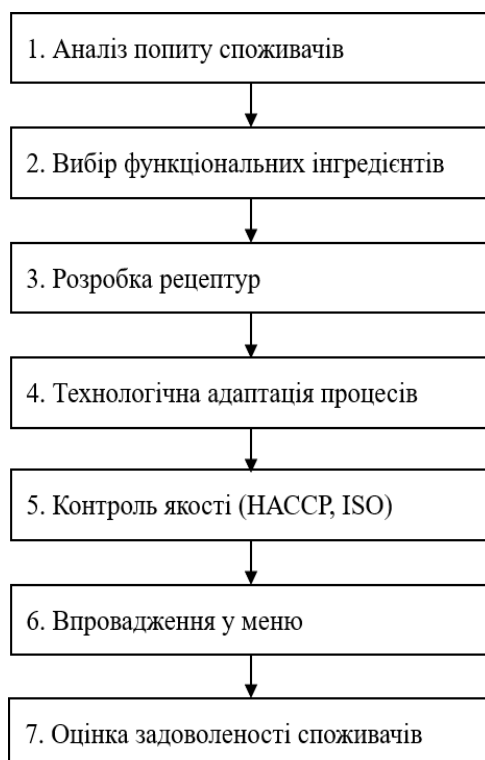


Рис. 5. Алгоритм впровадження функціональних продуктів у меню

*джерело: сформовано авторами на підставі проведених досліджень

Алгоритм, наведений на рис. 5 представляє логічну послідовність основних етапів розроблення та впровадження функціональних харчових продуктів у меню закладу ресторанного господарства. На першому етапі проводиться дослідження попиту споживачів, яке передбачає аналіз сучасних тенденцій у сфері здорового харчування, вивчення споживчих уподобань, визначення цільової аудиторії та оцінювання ринкових перспектив нової продукції. Отримані результати є підґрунтям для вибору функціональних інгредієнтів, що повинні відповідати як сучасним вимогам щодо безпеки, так і харчової цінності, біологічної активності, враховуючи їх технологічну сумісність з іншими рецептурними компонентами.

Наступний етап – розроблення рецептур функціональних страв, передбачає наукове обґрунтування складу продукції, визначення оптимального співвідношення інгредієнтів, розрахунок харчової та енергетичної цінності. Після цього здійснюється оптимізація виробничого циклу під нові технологічні параметри, включно вибір способів кулінарної обробки, здатних забезпечити максимальне збереження біологічно активних речовин та, за необхідності, проводиться модернізація виробничого обладнання.

Особливе місце в алгоритмі впровадження функціональних страв у меню закладу займає контроль якості та безпеки продукції, що здійснюється відповідно до принципів систем HACCP та вимог міжнародних стандартів з управління якістю. На цьому етапі проводиться моніторинг критичних точок контролю та перевірка відповідності готової продукції встановленим показникам якості, безпеки та функціональної спрямованості.

У разі успішного проходження перевірки страви функціонального призначення вносяться у меню ресторанного закладу. Завершальним етапом алгоритму є оцінювання задоволеності споживачів шляхом аналізу їх відгуків, показників повторних замовлень, рівня лояльності та інших критеріїв. Отримані результати використовуються як інструмент зворотного зв'язку з метою подальшого вдосконалення рецептур, технологічних операцій та системи управління якістю. Таким чином, запропонований алгоритм відображає безперервний цикл удосконалення, що відповідає принципам процесного підходу та концепції постійного покращення, що закладені у міжнародних стандартах з управління якістю.

Подальший розвиток систем управління якістю у ресторанному господарстві пов'язаний із цифровізацією процесів контролю, впровадженням технологій так званої «розумної кухні», використанням систем моніторингу харчової безпеки в режимі реального часу та розвитком персоналізованого харчування. Важливою тенденцією є також інтеграція принципів сталого розвитку, що передбачає мінімізацію харчових відходів, раціональне використання ресурсів та впровадження екологічно безпечних технологій виробництва.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У результаті проведених досліджень узагальнено теоретичні засади управління якістю продукції та послуг у закладах ресторанного господарства в контексті впровадження технологій функціональних харчових продуктів. Встановлено, що ефективно функціонування системи управління якістю ґрунтується на комплексному застосуванні процесного підходу, принципів стандартизації, міжнародних стандартів ISO 9001 та системи HACCP, які забезпечують стабільність технологічних процесів, безпеку продукції та високий рівень обслуговування споживачів. Обґрунтовано, що впровадження функціональних харчових продуктів потребує адаптації технологічних процесів із метою збереження біологічно активних компонентів та забезпечення їх функціональних властивостей. Доведено, що інтеграція сучасних технологій виробництва функціональних продуктів із системою управління якістю сприяє підвищенню споживчої цінності продукції, конкурентоспроможності закладів ресторанного господарства та задоволеності споживачів. Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні методичних підходів до оцінювання ефективності впровадження функціональних харчових продуктів та вдосконаленні систем управління якістю відповідно до сучасних тенденцій розвитку ресторанного господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). – [Чинний від 2016-07-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – IV, 22 с. – (Національний стандарт України).
2. Buttle F., Maklan S. Customer Relationship Management: Concepts and Technologies. 4th ed. London: Routledge. 2019. 468 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781351016551>.
3. Grönroos C. Service management and marketing: Customer management in service competition. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 496 p.
4. General Principles of Food Hygiene: Codex Alimentarius Code of Practice, No. CXC 1-1969 / Codex Alimentarius Commission; Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Revised in 2020. Rome: FAO: WHO, 2020. 40 p. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.
5. Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities / Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Rome: FAO: WHO. 2007. 118 p. (FAO Food and Nutrition Paper; no. 87).
6. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety / D. Granato, F. J. Barba, D. Bursac Kovacevic [et al.]. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 11. P. 93-118. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>.
7. Біленька І. Р., Кашкано М. А., Лазаренко Н. А. Роль стандартизації, системи HACCP в управлінні якістю продукції та послуг закладів ресторанного господарства. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки. 2025. Вип. 1, С. 65-73. DOI: <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2025-1-11>.
8. Vrgovic P., Pojic M., Teslic N., et al. Communicating Function and Co-Creating Healthy Food: Designing a Functional Food Product Together with Consumers. *Foods*. 2022. Vol. 11(7). P. 961. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11070961>.
9. Русавська В.А., Чеботаєва Т.С. Застосування принципів системи HACCP для вдосконалення системи управління якістю продукції та послуг у ресторанному бізнесі України. *Підприємництво і торгівля*. 2021. № 28. С. 78-83. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1256-2021-28-12>.
10. Kosewski G., Kowalowska M., Drzymała-Czyz S., & Przysławski J. The Impact of Culinary Processing, including Sous-Vide, on Polyphenols, Vitamin C Content and Antioxidant Status in Selected Vegetables – Methods and Results: A Critical Review. *Foods*. 2023. Vol 12 (11). P. 2121. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112121>.
11. Lafarga T., Vinas I., Bobo G., Simo J., Aguilo-Aguayo I. Effect of Steaming and Sous-Vide Processing on the Quality of Brassica Vegetables. *LWT – Food Science and Technology*. 2018. Vol. 47. P. 412-420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.008>.
12. Głuchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., & Pielak, M. Effect of the Sous-Vide Method on the Quality of Vegetables – A Review. *Foods*. 2026. Vol. 15(2), P. 206. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods15020206>.
13. Özer C. Influence of different cooking methods on bioactive properties of broccoli. *Uluslararası Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*. 2021. Vol. 5(1). P. 69-76. DOI: <https://doi.org/10.30625/ijctr.785266>.

14. Namkung, Y., & Jang, S. Does Food Quality Really Matter in Restaurants? *Its Impact On Customer Satisfaction and Behavioral Intentions. Journal of Hospitality & Tourism Research*. 2007. Vol. 31(3). P. 387-409. DOI: <https://doi.org/10.1177/1096348007299924>.

REFERENCES

1. DSTU ISO 9001:2015. Systemy upravlinnia iakistiu. Vymohy (ISO 9001:2015, IDT). – [Chynnyj vid 2016-07-01]. – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2015. – IV, 22 s. – (Natsional'nyj standart Ukrainy).

2. Buttle, F., Maklan, S. (2019), Customer Relationship Management: Concepts and Technologies. 4th ed. London: Routledge. 468 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781351016551>.

3. Grönroos, C. (2007), Service management and marketing: Customer management in service competition. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons. 496 p.

4. General Principles of Food Hygiene: Codex Alimentarius Code of Practice, No. CXC 1-1969 / Codex Alimentarius Commission; Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Revised in 2020. Rome: FAO: WHO, 2020. 40 p. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.

5. Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities / Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Rome: FAO: WHO. 2007. 118 p. (FAO Food and Nutrition Paper; no. 87).

6. Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovacevic, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020), Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*. 11. p. 93-118. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>.

7. Bilenka, I. R., Kashkano, M. A., & Lazarenko, N. A. (2025), Rol standartyzatsii, systemy HACCP v upravlinni yakistiu produktsii ta posluh zakladiv restorannoho hospodarstva. *Naukovyi visnyk*

Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriya: Tekhnichni nauky. 1. S. 65-73. DOI: <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2025-1-11>.

8. Vrgovic, P., Pojic, M., Teslic, N., et al. (2022), Communicating Function and Co-Creating Healthy Food: Designing a Functional Food Product Together with Consumers. *Foods*. 11(7). p. 961. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11070961>

9. Rusavs'ka, V.A., Chebotaieva, T.S. (2021), Zastosuvannia pryntsyviv systemy NASSR dlia vdoskonalennia systemy upravlinnia iakistiu produktsii ta posluh u restorannomu biznesi Ukrainy. *Pidpriemnytstvo i torhivlia*. 28. s. 78-83. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1256-2021-28-12>.

10. Kosewski, G., Kowalówka, M., Drzymała-Czyż, S., & Przysławski, J. (2023), The Impact of Culinary Processing, including Sous-Vide, on Polyphenols, Vitamin C Content and Antioxidant Status in Selected Vegetables – Methods and Results: A Critical Review. *Foods*. 12 (11), p. 2121. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112121>.

11. Lafarga, T., Vinas, I., Bobo G., Simo, J., Aguilo-Aguayo, I. (2018), Effect of Steaming and Sous-Vide Processing on the Quality of Brassica Vegetables. *LWT – Food Science and Technology*. 47. p. 412-420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.04.008>.

12. Głuchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., & Pielak, M. (2026), Effect of the Sous-Vide Method on the Quality of Vegetables – A Review. *Foods*. 15(2), p. 206. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods15020206>.

13. Özer, C. (2021), Influence of different cooking methods on bioactive properties of broccoli. *Uluslararası Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*. 5(1). p. 69-76. DOI: <https://doi.org/10.30625/ijctr.785266>.

14. Namkung, Y., & Jang, S. (2007), Does Food Quality Really Matter in Restaurants? *Its Impact On Customer Satisfaction and Behavioral Intentions. Journal of Hospitality & Tourism Research*. 31(3). p. 387-409. DOI: <https://doi.org/10.1177/1096348007299924>.

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



Дата першого надходження статті до видання: 13.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.08.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

УДК 638.16:006.44:614.31

Синенко Т. П.,

*tetiana.synenko@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5300-5142,
Scopus-Author ID: 57222184920, ResearcherID: AAD-1619-2021,
д.ф., доцент, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії «Дослідження якості та безпечності продуктів бджільництва», Сумський національний аграрний університет*

Науменко Т. А.,

*t.yarmosh.phd@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-7884-6792,
Scopus-Author ID: 59328150600, ResearcherID: QQY-3813-2026,
д.ф., науковий співробітник науково-дослідної лабораторії «Дослідження якості та безпечності продуктів бджільництва», Сумський національний аграрний університет*

Кісіль Д. О.,

*dmytro.kisil93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3088-951X,
Scopus-Author ID: 58316658600, ResearcherID: HTL-3419-2023,
д.ф., старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії «Дослідження якості та безпечності продуктів бджільництва», Сумський національний аграрний університет*

Боковець С. П.,

*serhii.bokovets@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-0466-2426,
Scopus-Author ID: 58316420000, ResearcherID: AAO-9780-2020,
д.ф., доцент, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії «Дослідження якості та безпечності продуктів бджільництва», Сумський національний аграрний університет*

ГАРМОНІЗАЦІЯ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ БДЖОЛИНОГО МЕДУ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНИХ, ЄВРОПЕЙСЬКИХ І МІЖНАРОДНИХ НОРМАТИВІВ

Анотація. У статті здійснено комплексний порівняльний аналіз національних, європейських і міжнародних нормативних вимог до якості, автентичності та безпечності бджолиного меду. Актуальність дослідження зумовлена фрагментарністю нормативного регулювання, за якого окремі показники меду встановлюються спеціальними стандартами, а інші – горизонтальними нормативно-правовими актами щодо контамінантів, пестицидів, ветеринарних препаратів і радіонуклідів. Матеріалами дослідження були ДСТУ 4497:2005, чинні Вимоги до меду України, нормативні акти щодо забруднюючих речовин і радіонуклідів, Директива 2001/110/ЄС, Регламент (ЄС) № 2023/915, Регламент (ЄС) № 396/2005, Регламент (ЄС) № 37/2010, Регламент (ЄС) № 2019/1871, CXS 12-1981 та CXS 193-1995. Застосовано методи документального пошуку, нормативного картування, контент-аналізу, систематизації та порівняльного аналізу. Встановлено високий ступінь гармонізації чинних українських Вимог до меду із законодавством ЄС щодо визначення продукту, класифікації та основних фізико-хімічних показників. Водночас ДСТУ 4497:2005 зберігає специфічну систему поділу меду на татунки та містить окремі показники, відсутні в обов'язкових вимогах ЄС і Codex Alimentarius. Найсуттєвіші розбіжності виявлено щодо токсичних елементів, залишків пестицидів, фармакологічно активних речовин і радіонуклідів. Показано, що сучасні горизонтальні вимоги України, ЄС і Codex є узгодженими щодо максимального рівня свинцю в меді на рівні 0,10 мг/кг, тоді як ДСТУ 4497:2005 передбачає 1,0 мг/кг. Доведено, що пряме зіставлення окремих нормативів можливе лише з урахуванням одиниць вимірювання, методів випробувань, бази перерахунку, категорії продукту та правової природи критерію. Обґрунтовано доцільність формування інтегрованої нормативної матриці меду як інструменту оцінювання ступеня гармонізації, виявлення колізій і прогалів, а також напрямів подальшого вдосконалення національного регулювання. Результати можуть бути використані для вдосконалення контролю меду та оцінювання його відповідності вимогам внутрішнього й зовнішнього ринків.

Ключові слова: бджолиний мед, якість, безпечність, нормативні вимоги, ДСТУ, Європейський Союз, Codex Alimentarius, фізико-хімічні показники, токсичні елементи, пестициди, ветеринарні препарати, радіонукліди, автентичність.

Syntenko T. P.,

tetiana.syntenko@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5300-5142,

Scopus-Author ID: 57222184920, ResearcherID: AAD-1619-2021,

PhD, Associate Professor, Senior Researcher at the Research Laboratory for Quality and Safety of Bee Products, Sumy National Agrarian University

Naumenko T. A.,

t.yarmosh.phd@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-7884-6792,

Scopus-Author ID: 59328150600, ResearcherID: QQY-3813-2026,

PhD, Researcher at the Research Laboratory for Quality and Safety of Bee Products, Sumy National Agrarian University

Kisil D. O.,

dmytro.kisil93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3088-951X,

Scopus-Author ID: 58316658600, ResearcherID: HTL-3419-2023,

PhD, Senior Researcher at the Research Laboratory for Quality and Safety of Bee Products, Sumy National Agrarian University

Bokovets S. P.,

serhii.bokovets@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-0466-24262,

Scopus-Author ID: 58316420000, ResearcherID: AAO-9780-2020,

PhD, Senior Researcher at the Research Laboratory for Quality and Safety of Bee Products, Sumy National Agrarian University

HARMONIZATION OF HONEY QUALITY AND SAFETY REQUIREMENTS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL, EUROPEAN AND INTERNATIONAL REGULATORY FRAMEWORKS

Abstract. *The article presents a comprehensive comparative analysis of national, European, and international regulatory requirements for the quality, authenticity, and safety of bee honey. The relevance of the study is determined by the fragmented nature of regulatory control, whereby certain honey parameters are established by specific product standards, while others are governed by horizontal regulatory acts concerning contaminants, pesticide residues, veterinary medicinal products, and radionuclides. The study was based on DSTU 4497:2005, the current Ukrainian Requirements for Honey, national regulations on contaminants and radionuclides, Council Directive 2001/110/EC, Regulation (EU) 2023/915, Regulation (EC) No 396/2005, Regulation (EU) No 37/2010, Regulation (EU) 2019/1871, CXS 12-1981, and CXS 193-1995. The methods applied included documentary search, regulatory mapping, content analysis, systematization, and comparative analysis. A high degree of harmonization was established between the current Ukrainian Requirements for Honey and EU legislation regarding product definition, classification, and the main physicochemical parameters. At the same time, DSTU 4497:2005 retains a specific system of dividing honey into quality grades and includes certain indicators that are absent from the mandatory requirements of the EU and Codex Alimentarius. The most significant discrepancies were identified in relation to toxic elements, pesticide residues, pharmacologically active substances, and radionuclides. It was demonstrated that the current horizontal requirements of Ukraine, the EU, and Codex Alimentarius are aligned regarding the maximum level of lead in honey at 0.10 mg/kg, whereas DSTU 4497:2005 establishes a level of 1.0 mg/kg. It was shown that direct comparison of individual regulatory limits is possible only with due consideration of measurement units, analytical methods, calculation basis, product category, and the legal nature of the relevant criterion. The feasibility of developing an integrated regulatory matrix for honey was substantiated as a tool for assessing the degree of harmonization, identifying regulatory conflicts and gaps, and determining directions for further improvement of the national regulatory framework. The results may be used to improve honey control systems and to assess compliance with the requirements of domestic and international markets.*

Key words: bee honey, quality, safety, regulatory requirements, DSTU, European Union, Codex Alimentarius, physicochemical parameters, toxic elements, pesticides, veterinary medicinal products, radionuclides, authenticity.

JEL Classification: L15, Q17, Q18

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-11>

Постановка проблеми. Бджолиний мед є природним харчовим продуктом, склад і властивості якого залежать від ботанічного та географічного походження, природно-кліматичних умов, стану бджолиних сімей, технології одержання та умов зберігання. Така природна варіабельність ускладнює встановлення універсальних критеріїв і потребує нормативного розмежування природних особливостей складу, технологічних змін, фальсифікації та небезпечних контамінантів. Тому оцінювання меду має охоплювати органолептичні, фізико-хімічні та ідентифікаційні показники, а також критерії безпеки [1–3].

Міжнародний обіг меду та висока економічна привабливість фальсифікації підвищують актуальність уніфікації підходів до оцінювання якості, безпеки та автентичності меду. У межах координованої ініціативи ЄС «Від вуликів» (Мед 2021–2022) маркери сторонніх джерел цукрів виявлено у 147 із 320 (46%) зразків імпортованого до ЄС меду. Хоча ці результати не можна екстраполювати на весь ринок ЄС, вони підтверджують потребу в удосконаленні контролю автентичності та гармонізації валідованих аналітичних методів [4].

Якість і безпека меду є взаємопов'язаними, але не тотожними категоріями. Якість визначають за складом, органолептичними характеристиками, зрілістю, ферментативною активністю, свіжістю та збереженістю; основними фізико-хімічними показниками є вміст води, цукрів, гідроксиметилфурфуролу (HMF), вільна кислотність, діастазна активність, електропровідність і нерозчинні речовини [1, 2, 5]. Безпека характеризується дотриманням установлених рівнів токсичних елементів, залишків пестицидів і ветеринарних препаратів, недозволених фармакологічно активних речовин, радіонуклідів та інших контамінантів.

На міжнародному рівні базовим документом є Codex Alimentarius CXS 12-1981 «Standard for Honey» («Стандарт на мед»), який визначає мед і встановлює основні вимоги до його складу та якості, а щодо контамінантів, пестицидів і ветеринарних препаратів відсилає до інших документів Codex, зокрема CXS 193-1995 та відповідних переліків максимальних залишкових рівнів [1, 6].

У ЄС визначення, класифікацію, склад і маркування меду регламентує Директива 2001/110/ЄС зі змінами, внесеними Директивою (ЄС) 2024/1438. Показники безпеки встановлюють горизонтальні акти: Регламент (ЄС) № 2023/915 щодо

контамінантів, Регламент (ЄС) № 396/2005 щодо пестицидів, Регламент (ЄС) № 37/2010 щодо фармакологічно активних речовин і Регламент (ЄС) № 2019/1871 щодо контрольних рівнів реагування для недозволених речовин [7–10, 25, 26].

В Україні вимоги до меду містяться в ДСТУ 4497:2005 та вимогах до меду, затверджених наказом Мінагрополітики № 330. Окремі показники безпеки регулюють горизонтальні акти: наказ МОЗ № 368 щодо забруднюючих речовин, № 256 щодо ^{137}Cs і ^{90}Sr та № 2646 щодо залишків діючих речовин ветеринарних препаратів [11–15].

Нормативні системи відрізняються переліком показників, одиницями вимірювання, методами випробувань, граничними рівнями, винятками та правовим статусом критеріїв. Крім того, близькі за призначенням характеристики можуть бути аналітично нееквівалентними: наприклад, редукуючі цукри не тотожні суміші фруктози та глюкози, а діастазна активність може виражатися за різними шкалами. Так само максимальний рівень контамінанта, максимальний рівень залишків (MRL), контрольний рівень реагування (RPA) та аварійний радіологічний критерій мають різну правову природу. Тому пряме зіставлення нормативів можливе лише з урахуванням об'єкта нормування, одиниць, методики та сфери дії документа.

Питання гармонізації є особливо важливим для міжнародної торгівлі та взаємного визнання результатів контролю. Водночас сучасні огляди переважно зосереджені на фізико-хімічних показниках, автентичності або окремих групах небезпечних чинників [2, 3, 5, 16], тоді як комплексне зіставлення всіх нормативно встановлених показників меду ускладнене їхньою розосередженістю між товарними та горизонтальними документами.

Отже, наукова проблема полягає у відсутності єдиної систематизованої матриці, що одночасно охоплювала б вимоги до ідентифікації, органолептичних і фізико-хімічних показників, автентичності та безпеки меду й давала змогу коректно порівнювати нормативні системи України, ЄС і Codex Alimentarius.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження меду переважно охоплюють окремі напрями – фізико-хімічні характеристики, фальсифікацію, ботанічне й географічне походження, токсичні елементи, пестициди та ветеринарні препарати. Значно менше робіт присвячено системному порівнянню спеціальних

і горизонтальних нормативних актів у різних регуляторних системах.

У фундаментальній роботі [17] систематизовано критерії якості меду та гармонізовано методи їх визначення, зокрема щодо вологості, кислотності, електропровідності, вуглеводного складу, діастазної активності, НМФ і нерозчинних речовин. Водночас дослідження зосереджене переважно на показниках якості та методах аналізу й не охоплює сучасну систему горизонтального регулювання контамінантів, пестицидів, фармакологічно активних речовин і радіонуклідів.

Порівняння національних, європейських і міжнародних вимог до меду розглянуто у роботі [18]. Автори встановили вищий рівень адаптації Вимог до меду, затверджених наказом № 330, до європейських і міжнародних критеріїв порівняно з традиційними національними вимогами. Однак дослідження 2020 року не враховувало подальших змін, зокрема Регламенту (ЄС) № 2023/915, Директиви (ЄС) 2024/1438 та оновлень українського регулювання.

У роботі [19] показано, що нормативні критерії фізико-хімічних показників необхідно інтерпретувати з урахуванням ботанічного походження меду. Водночас такі роботи переважно оцінюють фактичні зразки на відповідність стандартам, а не порівнюють архітектуру нормативних систем.

У роботі [20] автори наголосили на фрагментарності міжнародного регулювання хімічної безпечності продуктів бджільництва: CXS 12-1981 відсилає до інших документів Codex щодо контамінантів і залишків. Це підтверджує, що оцінювання меду лише за спеціальним товарним стандартом не охоплює всіх вимог безпечності.

Експериментальні дослідження [21] підтверджують актуальність комплексного контролю хімічних небезпек у меді. У 30 зразках сортового меду авторами досліджено 223 пестицидні речовини та п'ять металів – Pb, Cd, Hg, Cu і Zn, що демонструє необхідність одночасного моніторингу різних груп потенційних контамінантів. Водночас перелік елементів, які досліджують у наукових роботах, часто є ширшим за перелік речовин, для яких встановлено спеціальні законодавчі максимальні рівні саме для меду, що потребує чіткого розмежування нормативно контрольованих показників і додаткових моніторингових маркерів.

За даними [22], серед 388 повідомлень RASFF щодо меду за 2002–2022 роки 79,64 % стосувалися несанкціонованих залишків ветеринарних

лікарських засобів. Серед найчастіше виявлених речовин були хлорамфенікол, стрептоміцин, сульфаміламіди, тетрацикліни, макроліди та метаболіти нітрофуранів, що свідчить про необхідність ширшого контролю, ніж передбачено окремими спеціальними стандартами.

Проблему автентичності та фальсифікації меду узагальнено в роботах [23, 24]. Автори розглянули сучасні хроматографічні, спектроскопічні, ізотопні, метаболомні та хеометричні підходи й наголосили, що автентичність охоплює не лише виявлення доданих сиропів, а й підтвердження ботанічного та географічного походження. Водночас співвідношення новітніх аналітичних методів із нормативно встановленими критеріями залишається дискусійним.

Отже, наявні дослідження переважно розглядають фізико-хімічні показники, автентичність або окремі групи контамінантів відокремлено. Навіть комплексні огляди здебільшого систематизують джерела та рівні забруднення, але не зіставляють повний комплекс чинних спеціальних і горизонтальних вимог різних регуляторних систем.

Невирішеною залишається проблема комплексного зіставлення ДСТУ 4497:2005, чинних Вимог до меду України, горизонтальних актів щодо контамінантів, пестицидів, ветеринарних препаратів, недозволених фармакологічно активних речовин і радіонуклідів із відповідними вимогами ЄС та Codex Alimentarius. Особливої уваги потребують правові й методологічні відмінності між ML, MRL, RPA та аварійними радіологічними критеріями. Тому це дослідження спрямоване на формування інтегрованої нормативної матриці показників якості, автентичності та безпечності меду з урахуванням сфери застосування, аналітичної природи показника, одиниць вимірювання, винятків і правового статусу критерію.

Постановка завдання. Метою дослідження є систематизація та порівняльний аналіз національних, європейських і міжнародних нормативних вимог до якості, автентичності та безпечності бджолиного меду з установами спільних і відмінних критеріїв, нормативних розбіжностей, прогалин та перспектив подальшої гармонізації українських вимог із законодавством Європейського Союзу і стандартами Codex Alimentarius.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

1. Систематизувати нормативні документи України, ЄС і Codex Alimentarius, що

встановлюють вимоги до ідентифікації, складу, якості, автентичності та безпечності меду.

2. Порівняти визначення, класифікацію, органолептичні та фізико-хімічні показники меду в різних нормативних системах.

3. Систематизувати й зіставити вимоги до токсичних елементів, радіонуклідів, залишків пестицидів, ветеринарних препаратів і недозволених фармакологічно активних речовин.

4. Встановити методологічні та правові відмінності між ML, MRL, RPA, гігієнічними нормативами й аварійними радіологічними критеріями та визначити межі прямого числового порівняння.

5. Виявити спільні вимоги, нормативні розбіжності, колізії, дублювання та прогалини між українською, європейською та міжнародною системами.

6. Оцінити ступінь гармонізації українських вимог із законодавством ЄС і стандартами Codex Alimentarius та визначити напрями вдосконалення нормативного контролю меду.

Для досягнення поставленої мети проведено комплексний порівняльний аналіз національних, європейських і міжнародних нормативних документів, що встановлюють вимоги до якості, автентичності та безпечності бджолиного меду. До нормативної бази дослідження включено ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови», чинні Вимоги до меду України, нормативно-правові акти щодо максимальних рівнів забруднюючих речовин, радіонуклідів, залишків пестицидів і ветеринарних препаратів, Директиву Ради 2001/110/ЕС щодо меду, Регламент (ЄС) №2023/915, Регламент (ЄС) №396/2005, Регламент (ЄС) №37/2010, Регламент

(ЄС) №2019/1871, а також стандарти Codex Alimentarius CXS 12-1981 та CXS 193-1995.

Порівняння здійснювали за принципом «один показник – усі релевантні нормативні системи» з урахуванням сфери застосування документа, категорії меду, одиниць вимірювання, бази перерахунку, числового граничного значення, спеціальних винятків і правового статусу нормативного критерію. Окремо оцінювали можливість прямого числового зіставлення показників і ступінь їх гармонізації.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Аналіз підтвердив багаторівневу структуру нормативного регулювання меду: спеціальні документи визначають продукт, його класифікацію та основні показники якості, тоді як контамінанти, пестициди, ветеринарні препарати, недозволені фармакологічно активні речовини й радіонукліди регулюються переважно горизонтальними актами (табл. 1). Такий підхід характерний для України, ЄС і Codex Alimentarius.

Таким чином, відповідність меду одному спеціальному стандарту не може розглядатися як достатнє підтвердження відповідності всій сукупності вимог щодо його безпечності. Наприклад, відповідність ДСТУ 4497:2005 не виключає необхідності оцінювання меду за більш сучасними горизонтальними нормативами щодо свинцю, радіонуклідів або залишків ветеринарних препаратів. Аналогічно, відповідність Директиві 2001/110/ЄС характеризує склад і основні властивості меду, але не замінює контролю за Регламентом (ЄС) № 2023/915 або Регламентом (ЄС) № 396/2005. Оцінювання має також враховувати релевантні горизонтальні нормативні акти.

Першою суттєвою відмінністю нормативних систем є підхід до визначення та класифікації

Таблиця 1

Архітектура нормативного регулювання якості та безпечності бджолиного меду

Нормативна система	Спеціальні документи щодо меду	Горизонтальні документи щодо безпечності	Основні об'єкти регулювання
Україна	ДСТУ 4497:2005 [11]; Вимоги до меду, наказ № 330 [12]	Наказ МОЗ № 368 [13]; наказ МОЗ № 256 [14]; наказ МОЗ № 2646 [15] та інші акти щодо залишків небезпечних речовин	Якість, склад, класифікація, маркування, токсичні елементи, радіонукліди, ветеринарні препарати
Європейський Союз	Директива 2001/110/ЄС у чинній консолідованій редакції [7]	Регламент (ЄС) №2023/915 [9]; Регламент (ЄС) №396/2005 [10]; Регламент (ЄС) №37/2010 [25]; Регламент (ЄС) №2019/1871 [26]; Регламент (Євратом) №2016/52 [27]	Склад, класифікація, походження, контамінанти, пестициди, ветеринарні препарати, заборонені речовини, аварійне радіологічне регулювання
Codex Alimentarius	CXS 12-1981 Стандарт на мед [1]	CXS 193-1995 та системи Codex MRL/CXL щодо пестицидів і ветеринарних препаратів [1, 6]	Міжнародні критерії складу, якості, контамінантів і залишків

продукту. У ДСТУ 4497:2005 передбачено поділ натурального меду за якістю на вищий і перший ґатунки, причому диференціація здійснюється за фізико-хімічними критеріями. Натомість чинні Вимоги до меду, затверджені наказом Мінагрополітики України № 330, використовують класифікаційний підхід, максимально наближений до законодавства ЄС: за походженням мед поділяють на квітковий, або нектарний та падевий, а за способом виробництва – на стільниковий, стільники в меду, злитий, центрифужний та пресований. Окремо виділено мед для кондитерських виробів.

Визначення меду в українських Вимогах № 330 фактично відтворює концептуальну модель Директиви 2001/110/ЄС: мед розглядається як натуральна солодка речовина, вироблена бджолами *Apis mellifera* з нектару рослин, секретів живих частин рослин або виділень комах, що смокчуть рослинний сік, з наступною трансформацією, зневодненням, відкладанням і дозріванням у стільниках.

Стандарт CXS 12-1981 також використовує поділ на квітковий/нектарний та падевий мед, а також розрізняє способи його вилучення і представлення. Водночас визначення Codex сформульоване ширше – йдеться про мед, вироблений бджолами, без обмеження на виключний вид *Apis mellifera*.

Отже, за визначенням, походженням і способами виробництва чинні українські Вимоги до меду № 330 характеризуються високим ступенем гармонізації з Директивою 2001/110/ЄС, тоді як ДСТУ 4497:2005 зберігає окрему національну модель поділу продукту за ґатунками. Це не є виключно термінологічною різницею, оскільки саме різний принцип класифікації визначає подальшу структуру нормативних показників: за ДСТУ вони диференціюються переважно за ґатунком, тоді як у законодавстві ЄС – залежно від походження, способу виробництва та спеціальної категорії меду.

ДСТУ 4497:2005 характеризується найбільш деталізованою системою органолептичних показників. Стандарт окремо нормує колір, смак, аромат, консистенцію, характер кристалізації, відсутність ознак бродіння та механічних домішок. Колір може варіювати від безбарвного і білого до темно-жовтого та темного з різними відтінками; смак повинен бути солодким і приємним, без сторонніх присмаків; аромат – специфічним і приємним, без сторонніх запахів; ознаки бродіння та механічні домішки не допускаються.

Наказ № 330 та Директива 2001/110/ЄС використовують менш деталізований, але практично ідентичний підхід. Колір меду може змінюватися від майже безбарвного до темно-коричневого, консистенція – від рідкої та в'язкої до частково або повністю кристалізованої, а смак і аромат повинні відповідати рослинному походженню. Забороняється додавання до меду будь-яких інших інгредієнтів або добавок; мед повинен бути, наскільки це можливо, вільним від сторонніх органічних і неорганічних речовин, не мати стороннього смаку або запаху, ознак бродіння, штучно зміненої кислотності та не бути нагрітим до ступеня значного руйнування або дезактивації природних ферментів.

Аналогічний принцип реалізовано в CXS 12-1981: не дозволяється додавання до меду інших харчових інгредієнтів, продукт не повинен мати сторонніх речовин, смаку або запаху, не повинен починати бродити чи пінитися, а надмірне нагрівання або оброблення, що змінює його основний склад або погіршує якість, не допускається.

Таким чином, сутнісна гармонізація загальних органолептичних вимог є високою, хоча форма їх представлення відрізняється: ДСТУ 4497:2005 застосовує детальну описову таблицю, тоді як українські Вимоги № 330, законодавство ЄС і Codex формулюють переважно загальні принципи природності, відсутності сторонніх речовин, бродіння та надмірного технологічного впливу.

Найвищий ступінь числової узгодженості встановлено між Вимогами України № 330 та Додатком II до Директиви 2001/110/ЄС щодо основних показників складу меду (табл. 2).

Результати порівняння дають підстави виокремити декілька принципових закономірностей. По-перше, основні композиційні критерії Вимог України № 330 та чинної редакції Директиви 2001/110/ЄС є фактично тотожними. Для квіткового меду мінімальний сумарний вміст фруктози та глюкози становить 60 г/100 г, для падевого меду та його сумішей із квітковим – 45 г/100 г; загальний максимальний вміст сахарози становить 5 г/100 г із винятками до 10 та 15 г/100 г для окремих ботанічних видів. Так само збігаються основні вимоги щодо вологості, нерозчинних речовин, електропровідності, кислотності, діастазної активності та НМФ. Це дозволяє характеризувати основний блок критеріїв складу за наказом № 330 як високою мірою гармонізований із законодавством ЄС.

По-друге, ДСТУ 4497:2005 використовує іншу модель оцінювання. Наприклад, замість суми фруктози та глюкози визначають масову частку редукуючих цукрів у перерахунку на суху речовину. Через відмінність аналітичного показника та бази перерахунку значення 80 або 70% за ДСТУ не можна безпосередньо зіставляти з 60 або 45 г/100 г фруктози та глюкози за європейською системою. Аналогічна

методологічна обережність потрібна щодо діастазної активності: ДСТУ застосовує одиниці Готе, тоді як Вимоги № 330, Директива 2001/110/ЄС та Codex використовують шкалу Шейда.

По-третє, за окремими показниками ДСТУ встановлює суттєво нижчі граничні рівні. Найвиразнішим прикладом є НМФ: не більше 10 мг/кг для меду вищого ґатунку та 25 мг/кг для першого

Таблиця 2

Порівняння основних фізико-хімічних показників бджолиного меду

Показник	ДСТУ 4497:2005	Вимоги України № 330	Директива 2001/110/ЄС	Codex CXS 12-1981
Масова частка води, %	Вищий ґатунок $\leq 18,5$; перший $\leq 21,0$	Загалом ≤ 20 ; вересовий ≤ 23 ; кондитерський ≤ 23 ; кондитерський з вересу ≤ 25	Ідентично вимогам № 330	Загалом ≤ 20 ; вересовий ≤ 23
Фруктоза + глюкоза	Не нормується як окрема сума	Квітковий ≥ 60 г/100 г; падевий та суміші ≥ 45 г/100 г	Ідентично	Ідентично
Редукуючі цукри	$\geq 80\%$ сухої речовини – вищий; $\geq 70\%$ – перший	–	–	–
Сахароза	$\leq 3,5\%$ сухої речовини – вищий; $\leq 6,0\%$ – перший; акацієвий $\leq 10\%$	Загалом ≤ 5 г/100 г; для окремих ботанічних видів ≤ 10 або ≤ 15 г/100 г	Ідентично № 330	Ідентичні основні рівні
Нерозчинні у воді речовини	Числовий критерій відсутній; механічні домішки не допускаються	Загалом $\leq 0,1$ г/100 г; пресований $\leq 0,5$ г/100 г	Ідентично	Ідентично
Електропровідність, мСм/см	0,2–1,0 – вищий; 0,2–1,5 – перший	Загалом $\leq 0,8$; падевий і каштановий $\geq 0,8$, з винятками	Ідентично	Такі самі числові критерії в добровільному додатку
Вільна кислотність, мекв/кг	≤ 40 – вищий; ≤ 50 – перший	Загалом ≤ 50 ; кондитерський ≤ 80	Ідентично	≤ 50 у добровільному додатку
Діастазна активність	≥ 15 або ≥ 10 од. Готе; акацієвий ≥ 5	≥ 8 од. Шейда; для природно низькоферментативного меду ≥ 3 за НМФ ≤ 15 мг/кг	Ідентично	≥ 8 або ≥ 3 од. Шейда у добровільному додатку
НМФ, мг/кг	≤ 10 – вищий; ≤ 25 – перший	Загалом ≤ 40 ; тропічне походження та суміші ≤ 80	Ідентично	40/80 у добровільному додатку
Пролін, мг/кг	≥ 300 ; для акацієвого ≥ 200	Не нормується	Не нормується	Не нормується в CXS 12-1981
Видовий склад пилкових зерен, %	≥ 10	Універсальний числовий мінімум не встановлено	Універсальний числовий мінімум не встановлено	Універсальний числовий мінімум не встановлено
Якісна реакція на падь	Негативна або молочно-біла каламуть	Не передбачено як загальний критерій	Не передбачено	Не передбачено

Джерело: складено авторами за [1, 7, 11, 12].

гатурку, проти загального максимального рівня 40 мг/кг за Вимогами № 330 та Директивою 2001/110/ЄС. Однак із цього не слід робити висновок про загальну «суворість» однієї системи порівняно з іншою, оскільки європейський підхід диференціює критерії залежно від виду й призначення меду та передбачає спеціальні винятки.

Особливої уваги потребує Codex CXS 12-1981. Його основна частина встановлює обов'язкові композиційні критерії щодо вологості, фруктози, глюкози, сахарози та нерозчинних речовин. Натомість кислотність, діастазна активність, НМФ та електропровідність наведені в окремому додатку, щодо якого прямо зазначено, що він призначений для добровільного застосування комерційними партнерами, а не урядами. Таким чином, числова ідентичність певних критеріїв Codex і ЄС ще не означає тотожності їхнього нормативного статусу.

Оцінювання автентичності меду дедалі виразніше переходить від суто фізико-хімічних характеристик продукту до комплексної системи, що охоплює походження, пилковий склад, простежуваність та інструментальні методи виявлення сторонніх цукрів. Вимоги № 330 та Директива 2001/110/ЄС забороняють додавання до меду інших інгредієнтів і, за загальним правилом, видалення пилку та інших природних складових меду.

Особливо високий ступінь гармонізації спостерігається щодо зазначення географічного походження. І в українських Вимогах № 330, і в чинній європейській Директиві передбачено зазначення країн, у яких мед було зібрано, у порядку зменшення їхньої частки в суміші із зазначенням відсотка кожної країни. Для окремої частки передбачена допустима похибка 5%, розрахована за документацією щодо простежуваності оператора.

Подальший розвиток європейського регулювання спрямований безпосередньо на протидію фальсифікації. Чинна консолідована редакція Директиви 2001/110/ЄС передбачає прийняття до 14 червня 2028 року методів аналізу для виявлення фальсифікованого меду, а також подальше формування гармонізованих підходів до критеріїв нагрівання, пилкового складу, географічного походження та простежуваності. Отже, сучасна європейська модель поступово переходить від контролю кінцевого складу продукту до інтегрованої системи підтвердження його автентичності та походження.

Найбільш показові нормативні розбіжності встановлено щодо токсичних елементів: ДСТУ 4497:2005 нормує свинець, кадмій і миш'як, тоді як сучасні горизонтальні акти України, ЄС і Codex застосовують іншу структуру вимог (табл. 3).

Особливо значущим є приклад свинцю. За ДСТУ 4497:2005 його вміст у меді допускається до 1,0 мг/кг, тоді як чинний український Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин установлює для меду значення 0,10 мг/кг. Таке саме значення передбачено пунктом 3.1.17 Регламенту (ЄС) № 2023/915 та прийнято в системі Codex. Таким чином, українське горизонтальне законодавство, ЄС та Codex є гармонізованими за максимальним рівнем Pb у меді – 0,10 мг/кг, тоді як показник ДСТУ 4497:2005 є у десять разів вищим. Цей приклад демонструє принципову проблему використання лише спеціального стандарту на мед для оцінювання його безпечності. У разі нормативного контролю результати необхідно співвідносити з усією сукупністю чинних актів, а не лише з таблицею показників безпечності ДСТУ.

Водночас щодо кадмію та миш'яку спостерігається протилежна ситуація: ДСТУ містить

Таблиця 3

Порівняння нормативів токсичних елементів у бджолиному меді

Показник	ДСТУ 4497:2005, мг/кг	Інші вимоги України	Європейський Союз	Codex Alimentarius
Свинець, Pb	≤1,0	≤0,10 мг/кг, наказ МОЗ № 368	≤0,10 мг/кг, Regulation (EU) 2023/915	≤0,10 мг/кг, CXS 193-1995
Кадмій, Cd	≤0,05	Окремого максимального рівня саме для меду в наказі № 368 не встановлено	Окремого ML саме для меду в Регламенті 2023/915 не встановлено	Окремий медоспецифічний ML у базовій порівнюваній матриці не встановлено
Миш'як, As	≤0,5	Окремого медоспецифічного рівня в наказі № 368 не встановлено	Окремого ML саме для меду в Регламенті 2023/915 не встановлено	Окремий медоспецифічний ML у базовій порівнюваній матриці не встановлено

Джерело: складено авторами за [6, 9, 11, 13].

конкретні медоспецифічні значення – відповідно 0,05 та 0,5 мг/кг, тоді як у проаналізованих сучасних горизонтальних документах ЄС окремих максимальних рівнів саме для меду не встановлено. Отже, відсутність медоспецифічного рівня в одній нормативній системі не повинна автоматично інтерпретуватися як відсутність контролю небезпечної речовини загалом; вона лише засвідчує іншу структуру нормативного регулювання.

Радіологічні критерії є однією з найменш гармонізованих груп. ДСТУ 4497:2005 не встановлює власних числових рівнів, тоді як наказ МОЗ № 256 безпосередньо визначає для категорії «Мед та продукти бджільництва» допустимі рівні 200 Бк/кг для ^{137}Cs і 50 Бк/кг для ^{90}Sr (табл. 4).

Наведені показники не можна розглядати як безпосередньо еквівалентні. Українські значення 200 Бк/кг для ^{137}Cs і 50 Бк/кг для ^{90}Sr є постійними гігієнічними нормативами, безпосередньо встановленими для категорії «Мед та продукти бджільництва». Натомість Регламент (Євратом) № 2016/52 застосовується у спеціальному сценарії – після ядерної аварії або іншої радіологічної надзвичайної ситуації, яка спричинила або може спричинити значне радіоактивне забруднення харчових продуктів. Мед окремо в таблиці не названий, тому його віднесення до загальної категорії інших харчових продуктів є класифікаційним застосуванням загального нормативу, а не окремо встановленою медоспецифічною нормою.

Подібний аварійний характер мають і міжнародні орієнтовні рівні Codex для радіонуклідів. Тому зіставлення національних постійних рівнів, європейських аварійних критеріїв та міжнародних орієнтовних рівнів має здійснюватися лише із чітким зазначенням різної сфери та правової природи цих нормативів. Саме радіологічний блок демонструє, що просте ранжування нормативних систем за принципом «суворіша/менш сувора» без урахування сценарію застосування є методологічно некоректним.

Суттєві структурні відмінності виявлено в нормуванні залишків пестицидів. ДСТУ 4497:2005 установлює два групові показники: ДДТ, сума ізомерів – не більше 0,005 мг/кг у перерахунку на суху речовину; гексахлоран, сума ізомерів – не більше 0,005 мг/кг у перерахунку на суху речовину.

Натомість система ЄС відповідно до Регламенту (ЄС) № 396/2005 ґрунтується на встановленні речовиноспецифічних MRL для великої кількості окремих діючих речовин, причому мед та інші продукти бджільництва становлять окрему товарну категорію з кодом 1040000. Європейська Комісія зазначає, що законодавство щодо MRL охоплює близько 1100 пестицидних речовин, а для речовин, для яких спеціальний MRL не встановлено, за загальним правилом застосовується за замовчуванням MRL 0,01 мг/кг, якщо законодавством не передбачено інше.

Для ДДТ у категорії «Мед та інші продукти бджільництва» європейська система встановлює MRL 0,05 мг/кг. Водночас пряме порівняння

Таблиця 4

Порівняння підходів до нормування радіонуклідів у меді та харчових продуктах

Нормативна система	Показник	Рівень, Бк/кг	Сфера застосування
Україна, наказ МОЗ № 256	^{137}Cs	200	Безпосередньо «Мед та продукти бджільництва», звичайний нормативний контроль
	^{90}Sr	50	
ЄС, Євратом 2016/52	Сума ізоотопів стронцію, зокрема ^{90}Sr	750	Категорія «інші харчові продукти, крім minor food»; лише після ядерної аварії або іншої радіологічної надзвичайної ситуації
	Сума ізоотопів йоду, зокрема ^{131}I	2000	
	Сума α -випромінюючих ізоотопів Pu та трансплутонієвих елементів	80	
	Інші радіонукліди з $T_{1/2} > 10$ діб, зокрема ^{134}Cs і ^{137}Cs	1250	
Codex CXS 193-1995	^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am	10	Харчові продукти, крім продуктів для немовлят, після ядерної або радіологічної надзвичайної ситуації, для міжнародної торгівлі
	^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{131}I , ^{235}U	100	
	^{35}S , ^{60}Co , ^{89}Sr , ^{103}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{192}Ir	1000	
	^3H , ^{14}C , ^{99}Tc	10000	

Джерело: складено авторами за [6, 14, 27].

цього значення з 0,005 мг/кг за ДСТУ потребує обережності, оскільки ДСТУ виражає результат у перерахунку на суху речовину, а визначення суми залишків також має бути зіставлене за набором включених ізомерів і метаболітів.

Отже, в частині пестицидів маємо не просто різницю числових нормативів, а принципово різні архітектури контролю: обмежений фіксований перелік у ДСТУ та широку динамічну систему речовиноспецифічних MRL у ЄС. У зв'язку з постійними змінами додатків до Регламенту (ЄС) № 396/2005 повний перелік MRL для меду доцільно представляти як окремий електронний додатковий матеріал до статті із зазначенням дати актуалізації, а не як статичну таблицю в основному тексті. Наприклад, зміни до пестицидних MRL продовжували прийматися й у 2026 році, що підтверджує динамічний характер цієї нормативної системи.

ДСТУ 4497:2005 нормує п'ять показників, пов'язаних із залишками антибактеріальних і заборонених речовин: тетрацикліну, стрептоміцину, хлорамфеніколу та метаболітів нітрофуранів АОЗ і АМОЗ. Тетрациклін і стрептоміцин не допускаються; для хлорамфеніколу встановлено 0,3 мг/кг, для АОЗ та АМОЗ – по 0,6 мг/кг (табл. 5).

Принципово важливо, що значення 0,15 мг/кг для хлорамфеніколу та 0,5 мг/кг для кожного із зазначених метаболітів нітрофуранів у ЄС є контрольними рівнями реагування (RPA), а не законодавчо дозволеними максимальними концентраціями. Тому їх не можна інтерпретувати як допустимі MRL. Вони виконують функцію регуляторного порога для прийняття контрольних заходів щодо недозволених або заборонених фармакологічно активних речовин.

Порівняння також показує, що ДСТУ охоплює лише АОЗ та АМОЗ, тоді як європейська система RPA включає п'ять метаболітів нітрофуранів: АОЗ, АМОЗ, АНД, SEM та DNSH. Таким чином, європейський підхід характеризується ширшим аналітичним охопленням цієї групи речовин. В Україні окреме горизонтальне регулювання залишків діючих речовин ветеринарних препаратів у продуктах тваринного походження здійснюється відповідно до наказу МОЗ № 2646, тому повна оцінка гармонізації повинна враховувати не лише ДСТУ, а й цей нормативний акт.

Окремим результатом проведеного аналізу є відсутність у базових порівнюваних документах єдиної універсальної числової системи мікробіологічних критеріїв саме для натурального меду. Таблиця показників безпечності ДСТУ 4497:2005 охоплює токсичні елементи, пестициди та окремі антибактеріальні й заборонені речовини, але не містить окремого набору кількісних мікробіологічних критеріїв.

CXS 12-1981 передбачає, що мед повинен відповідати відповідним мікробіологічним критеріям, установленим згідно з принципами Codex щодо встановлення та застосування таких критеріїв, але самого універсального числового нормативу, наприклад, щодо загальної кількості мікроорганізмів, дріжджів або пліснявих грибів, у CXS 12-1981 не наведено. Це свідчить про застосування ризик-орієнтованого горизонтального підходу замість уніфікованого товарного мікробіологічного нормативу для всіх видів меду.

Щодо харчових добавок спостерігається високий ступінь концептуальної гармонізації: наказ № 330 та Директива 2001/110/ЄС забороняють

Таблиця 5

Порівняння критеріїв щодо окремих фармакологічно активних речовин

Речовина / аналіт	ДСТУ 4497:2005	ЄС, Регламент (ЄС) № 2019/1871	Характер відмінності
Тетрациклін	Не дозволено	Регулюється системою MRL/дозволених речовин окремо від Regulation 2019/1871	Різна нормативна архітектура
Стрептоміцин		Регулюється системою MRL/дозволених речовин	
Хлорамфенікол	≤0,3 мг/кг	RPA 0,15 мг/кг	RPA не є дозволеним максимальним рівнем
АОЗ	≤0,6 мг/кг	RPA 0,5 мг/кг	Нижчий поріг реагування в ЄС
АМОЗ	≤0,6 мг/кг	RPA 0,5 мг/кг	Нижчий поріг реагування в ЄС
АНД	Не включено до таблиці ДСТУ	RPA 0,5 мг/кг	Ширше охоплення ЄС
SEM		RPA 0,5 мг/кг	
DNSH		RPA 0,5 мг/кг	

Джерело: складено авторами за [11, 25, 26].

Таблиця 6

Узагальнена оцінка гармонізації вимог до бджолиного меду

Група вимог / показників	Рівень гармонізації	Підстава для оцінювання	Основні особливості та розбіжності
Визначення меду	Повна між Вимогами України № 330 та законодавством ЄС	Збігаються сутність продукту, джерела його утворення та роль <i>Apis mellifera</i>	Codex застосовує ширше визначення, не обмежене виключно видом <i>Apis mellifera</i>
Класифікація за походженням і способом одержання	Повна між Вимогами України № 330 та ЄС	Аналогічний поділ на квітковий, падевий та категорії за способом одержання	ДСТУ 4497:2005 додатково використовує поділ меду на вищий і перший ґатунки
Загальні органолептичні вимоги	Часткова	Спільними є вимоги щодо природного смаку й аромату, відсутності сторонніх речовин та ознак бродіння	ДСТУ 4497:2005 містить детальнішу систему описових органолептичних характеристик
Масова частка води	Повна між Вимогами України № 330 та ЄС; часткова щодо ДСТУ і Codex	Основні нормативні значення України № 330 та ЄС збігаються	ДСТУ диференціює показник за ґатунками; Codex має окремі особливості для спеціальних категорій
Сума фруктози та глюкози	Повна між Вимогами України № 330, ЄС і Codex	Тотожні мінімальні рівні для квіткового та падевого меду	У ДСТУ 4497:2005 цей показник не нормується окремо
Редукуючі цукри	Відсутність гармонізації	Показник передбачений ДСТУ 4497:2005, але не використовується як аналогічний нормативний критерій у сучасних вимогах ЄС і Codex	Пряме зіставлення з сумою фруктози та глюкози методологічно некоректне
Сахароза	Часткова	Показник нормується в усіх системах, але відрізняються підходи до категорій меду, винятків та бази вираження результату	ДСТУ використовує ґатунки, ЄС і Codex – ботанічне походження та спеціальні винятки
Нерозчинні у воді речовини	Повна між Вимогами України № 330, ЄС і Codex	Збігаються основні числові критерії	ДСТУ містить якісну вимогу щодо відсутності механічних домішок без аналогічного числового показника
Електропровідність	Часткова	Близькі або тотожні числові критерії в Україні № 330, ЄС і Codex	Відрізняється нормативний статус окремих положень Codex; ДСТУ використовує інші діапазони
Вільна кислотність	Часткова	Основні критерії України № 330 та ЄС збігаються	ДСТУ диференціює вимоги за ґатунками; у Codex відповідний критерій має інший нормативний статус
Діастазна активність	Часткова	Показник нормується в усіх системах	ДСТУ та європейсько-міжнародна система використовують різні одиниці та шкали, що обмежує пряме числове зіставлення
Гідроксиметилфурфурол (HMF)	Часткова	Показник нормується в усіх системах	ДСТУ встановлює нижчі граничні рівні; ЄС і Codex передбачають інші максимальні значення та винятки
Пролін	Відсутність гармонізації	Нормується ДСТУ 4497:2005, але не є обов'язковим універсальним критерієм у ЄС і Codex	Специфічний показник національного стандарту

Продовження таблиці 1

Видовий склад пилоквих зерен	Відсутність гармонізації	ДСТУ містить кількісний критерій, тоді як у ЄС і Codex універсальний числовий мінімум не встановлений	Різні підходи до підтвердження ботанічного походження
Автентичність і простежуваність	Часткова	Спільною є заборона додавання сторонніх інгредієнтів і фальсифікації	ЄС має більш розвинену та динамічну систему контролю походження, простежуваності й аналітичного підтвердження автентичності
Свинець, Pb	Повна між сучасними горизонтальними вимогами України, ЄС і Codex	Установлено однаковий максимальний рівень – 0,10 мг/кг	ДСТУ 4497:2005 передбачає 1,0 мг/кг, що створює внутрішню нормативну розбіжність
Кадмій, Cd	Відсутність гармонізації	ДСТУ установлює спеціальний рівень для меду, тоді як у чинному Regulation (EU) 2023/915 окремого медоспецифічного рівня немає	Різна структура нормативного регулювання
Миш'як, As	Відсутність гармонізації	ДСТУ містить спеціальний критерій, тоді як у базовому європейському горизонтальному регламенті окремий рівень саме для меду не встановлений	Пряме зіставлення неможливе
Радіонукліди	Відсутність гармонізації	Україна має постійні медоспецифічні нормативи для ¹³⁷ Cs і ⁹⁰ Sr; ЄС і Codex переважно застосовують аварійні критерії для ширших категорій харчових продуктів	Відрізняються не лише числові рівні, а й сфера та правова природа нормативів
Залишки пестицидів	Часткова	Усі системи передбачають контроль пестицидів	ДСТУ містить обмежений перелік окремих хлорорганічних пестицидів, тоді як ЄС використовує широку динамічну систему речовиноспецифічних MRL
Ветеринарні препарати	Часткова	Контроль здійснюється в усіх системах	Відрізняються переліки речовин, підходи до встановлення MRL та охоплення окремих груп препаратів
Недозволені фармакологічно активні речовини	Часткова	Усі системи передбачають контроль окремих заборонених речовин	В ЄС застосовуються RPA, які не є допустимими максимальними рівнями; перелік контрольованих метаболітів нітрофуранів є ширшим
Мікробіологічні критерії	Відсутність прямої гармонізації	Відсутня єдина універсальна система кількісних мікробіологічних критеріїв саме для натурального меду	Застосовуються загальні принципи гігієни й ризик-орієнтовані підходи
Харчові добавки	Повна концептуальна гармонізація	Вимоги України № 330, Директива 2001/110/ЄС і CXS 12-1981 не допускають додавання до натурального меду харчових добавок або інших сторонніх інгредієнтів	Відмінності стосуються переважно формулювання вимоги, а не її сутності

Джерело: узагальнено авторами за [1, 6–15, 25–27].

додавання до меду інших харчових інгредієнтів або добавок, а CXS 12-1981 прямо встановлює, що харчові добавки в цьому продукті не дозволені.

Узагальнення отриманих результатів дозволило виділити три основні рівні узгодженості нормативних вимог: повна гармонізація – показник нормується в порівнюваних системах на однаковій методологічній основі та має однакове нормативне значення; часткова гармонізація – показник регламентується в декількох системах, однак відрізняються його граничні значення, сфера застосування, одиниці, винятки або методологічна основа; відсутність гармонізації – показник нормується лише в одній системі або нормативні підходи принципово не дають можливості прямого зіставлення (табл. 6).

Отримані результати свідчать, що найвищий ступінь гармонізації характерний для визначення і класифікації меду, а також основних фізико-хімічних показників, установлених Вимогами України № 330 та Директивою 2001/110/ЄС. Повну числову узгодженість сучасних горизонтальних нормативів України, ЄС і Codex Alimentarius також встановлено щодо максимального рівня свинцю – 0,10 мг/кг. Водночас часткова гармонізація характерна для більшості фізико-хімічних показників у разі включення до порівняння ДСТУ 4497:2005, а також для вимог щодо автентичності, залишків пестицидів і ветеринарних препаратів. Найменший рівень узгодженості встановлено щодо проліну, пилкового складу, кадмію, миш'яку та радіонуклідів, для яких нормативні системи використовують різні критерії, сфери застосування або принципово відмінні підходи до нормування.

Таким чином, центральним результатом цього порівняння є встановлення того, що нормативна гармонізація не може оцінюватися виключно за збігом числових показників. Необхідно одночасно враховувати визначення аналізу, одиниці вимірювання, базу перерахунку, метод випробування, категорію меду, характер винятків і правовий статус нормативу. Особливо це стосується порівняння редукуючих цукрів із сумою фруктози та глюкози, одиниць Готе зі шкалою Шейда, постійних рівнів радіонуклідів з аварійними критеріями та максимальних рівнів залишків із контрольним рівнем реагування (RPA).

З практичної точки зору доцільно сформувати єдину інтегровану нормативну матрицю меду, в якій для кожного показника будуть наведені: нормативна система, документ, категорія меду, одиниця вимірювання, граничне значення,

винятки, нормативний статус і можливість прямого порівняння. Саме такий підхід дозволить уникнути помилкового висновку про повну безпечність продукту лише на підставі його відповідності одному спеціальному стандарту.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Нормативне регулювання якості, автентичності та безпечності бджолиного меду має багаторівневий і фрагментований характер: спеціальні документи щодо меду доповнюються горизонтальними актами про контаміанти, пестициди, ветеринарні препарати, недозволені фармакологічно активні речовини та радіонукліди. Тому відповідність одному стандарту не є достатньою підставою для висновку про повну нормативну відповідність продукту.

Високий ступінь гармонізації встановлено між Вимогами України до меду, затвердженими наказом № 330, і Директивою 2001/110/ЄС щодо визначення продукту, класифікації, природності та основних фізико-хімічних показників. Водночас ДСТУ 4497:2005 зберігає систему гатунків і специфічні показники, відсутні серед обов'язкових критеріїв ЄС та Codex.

Пряме числове порівняння можливе лише за умови еквівалентності аналізу, одиниць вимірювання, бази перерахунку, методів випробувань, категорії меду та правового статусу критерію. Це особливо важливо для зіставлення редукуючих цукрів із сумою фруктози й глюкози, різних шкал діастазної активності, ML, MRL, RPA та аварійних радіологічних рівнів.

Найсуттєвіші розбіжності виявлено у сфері безпечності. Для свинцю ДСТУ 4497:2005 встановлює 1,0 мг/кг, тоді як сучасні горизонтальні вимоги України, Регламент (ЄС) № 2023/915 і Codex – 0,10 мг/кг. Для кадмію та миш'яку ДСТУ містить медоспецифічні значення, тоді як Регламент (ЄС) № 2023/915 не встановлює окремих максимальних рівнів для меду.

Нормування пестицидів і фармакологічно активних речовин характеризується структурно різними підходами: ДСТУ містить обмежений перелік показників, а ЄС застосовує динамічні речовиноспецифічні MRL і окремі RPA для недозволених речовин. RPA не є допустимою концентрацією та не може порівнюватися з максимальним рівнем залишків.

Радіонукліди належать до найменш гармонізованих груп: Україна має постійні медоспецифічні рівні ^{137}Cs і ^{90}Sr , тоді як європейські та

міжнародні документи переважно встановлюють аварійні критерії для ширших категорій харчових продуктів. Перспективним результатом є формування інтегрованої нормативної матриці, що для кожного показника враховує нормативну систему, документ, категорію меду, одиницю вимірювання, граничне значення, винятки та правовий статус. Такий підхід може бути використаний для вдосконалення контролю меду та подальшої гармонізації українських вимог із законодавством ЄС і Codex Alimentarius.

Фінансування. Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи «Інтегральна оцінка впливу воєнних дій на можливість отримання безпечних продуктів бджільництва», № державної реєстрації 0126U000483, що виконується у 2026–2027 рр. за рахунок коштів Державного бюджету України відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 22 від 09.01.2026 р.

ЛІТЕРАТУРА

1. Codex Alimentarius Commission. Standard for Honey. CXS 12-1981. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf (дата звернення: 15.07.2026).
2. The Comparison of Physicochemical Parameters, Antioxidant Activity and Proteins for the Raw Local Polish honeys and Imported Honey Blends / M. Milek et al. *Molecules*. 2021. Vol. 26, no. 9. P. 2423. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules26092423>
3. The Toxic Impact of Honey Adulteration: A Review / R. Fakhlaei et al. *Foods*. 2020. Vol. 9, no. 11. P. 1538. URL: <https://doi.org/10.3390/foods9111538>
4. European Commission. EU Coordinated Action “From the Hives” (Honey 2021–2022). URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/honey-2021-2022_en (дата звернення: 15.07.2026).
5. A comprehensive review on unethical honey: Validation by emerging techniques / D. S. Brar et al. *Food Control*. 2023. P. 109482. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109482>
6. Codex Alimentarius Commission. General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. CXS 193-1995. URL: <https://openknowledge.fao.org/items/52e4f039-aacc-4f8e-a0b9-065b8a73c812> (дата звернення: 15.07.2026).
7. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 Relating to Honey. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32001L0110> (дата звернення: 15.07.2026).
8. Directive (EU) 2024/1438 of the European Parliament and of the Council of 14 May 2024 Amending Council Directives 2001/110/EC Relating to Honey, 2001/112/EC Relating to Fruit Juices and Certain Similar Products Intended for Human Consumption, 2001/113/EC Relating to Fruit Jams, Jellies and Marmalades and Sweetened Chestnut Purée Intended for Human Consumption, and 2001/114/EC Relating to Certain Partly or Wholly Dehydrated Preserved Milk for Human Consumption. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1438/oj/eng> (дата звернення: 15.07.2026).
9. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on Maximum Levels for Certain Contaminants in Food and Repealing Regulation (EC) No 1881/2006. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj/eng> (дата звернення: 15.07.2026).
10. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on Maximum Residue Levels of Pesticides in or on Food and Feed of Plant and Animal Origin and Amending Council Directive 91/414/EEC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/396/oj/eng> (дата звернення: 15.07.2026).
11. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84219 (дата звернення: 15.07.2026).
12. Про затвердження Вимог до меду : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19.06.2019 № 330. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0725-19> (дата звернення: 15.07.2026).
13. Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13.05.2013 № 368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0774-13> (дата звернення: 15.07.2026).
14. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді» : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 03.05.2006 № 256. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0845-06> (дата звернення: 15.07.2026).
15. Про затвердження Показників безпечності харчових продуктів «Максимальні межі (рівні) залишків діючих речовин ветеринарних препаратів у харчових продуктах тваринного походження» : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 23.12.2019 № 2646. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0042-20> (дата звернення: 15.07.2026).
16. Bose D., Padmavati M. Honey Authentication: A review of the issues and challenges associated with honey adulteration. *Food Bioscience*. 2024. Vol. 61. P. 105004. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105004>
17. Harmonised Methods of the European Honey Commission / S. Bogdanov, et al. *Apidologie*. 1997. Extra Issue. P. 1–59.
18. Нормативне регулювання показників безпечності та якості меду / Адамчук Л. та ін. *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2020.

Том 11, № 4. С. 5–18. URL: <https://doi.org/10.31548/animal2020.04.005>

19. Physicochemical Composition of Local and Imported Honeys Associated with Quality Standards / H. S. A. Raweh et al. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 11. P. 2181. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12112181>

20. Monitoring Moroccan Honeys: Physicochemical Properties and Contamination Pattern / A. Massous et al. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 5. P. 969. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12050969>

21. Residues of Pesticides and Heavy Metals in Polish Varietal Honey / M. Kędzierska-Matysek et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 15. P. 2362. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11152362>

22. Eissa F., Taha E.-K. A. Contaminants in honey: an analysis of EU RASFF notifications from 2002 to 2022. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s00003-023-01460-x>

23. Honey adulteration detection: a comprehensive review of traditional and modern techniques / A. P. Biswas et al. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2026. URL: <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03954-8>

24. A comprehensive review of the current trends and recent advancements on the authenticity of honey / X.-H. Zhang et al. *Food Chemistry: X*. 2023. Vol. 19. P. 100850. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100850>

25. Commission Regulation (EU) No 37/2010 of 22 December 2009 on Pharmacologically Active Substances and Their Classification Regarding Maximum Residue Limits in Foodstuffs of Animal Origin. URL: [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2010/37\(1\)/oj/eng](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2010/37(1)/oj/eng) (дата звернення: 15.07.2026).

26. Commission Regulation (EU) 2019/1871 of 7 November 2019 on Reference Points for Action for Non-Allowed Pharmacologically Active Substances Present in Food of Animal Origin and Repealing Decision 2005/34/EC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1871/oj/eng> (дата звернення: 15.07.2026).

27. Council Regulation (Euratom) 2016/52 of 15 January 2016 Laying Down Maximum Permitted Levels of Radioactive Contamination of Food and Feed Following a Nuclear Accident or Any Other Case of Radiological Emergency, and Repealing Regulation (Euratom) No 3954/87 and Commission Regulations (Euratom) No 944/89 and (Euratom) No 770/90. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/52/oj/eng> (дата звернення: 15.07.2026).

REFERENCES

1. Codex Alimentarius Commission. (1981). *Standard for honey (CXS 12-1981)*. FAO/WHO. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf

2. Miłek, M., Bocian, A., Kleczyńska, E., Sowa, P., & Dżugan, M. (2021). The comparison of

physicochemical parameters, antioxidant activity and proteins for the raw local Polish honeys and imported honey blends. *Molecules*, 26(9), 2423. <https://doi.org/10.3390/molecules26092423>

3. Fakhlaei, R., Selamat, J., Khatib, A., Razis, A. F. A., Sukor, R., Ahmad, S., & Babadi, A. A. (2020). The toxic impact of honey adulteration: A review. *Foods*, 9(11), 1538. <https://doi.org/10.3390/foods9111538>

4. European Commission. (n.d.). *EU coordinated action "From the Hives" (Honey 2021–2022)*. Retrieved July 15, 2026, from https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/honey-2021-2022_en

5. Brar, D. S., Pant, K., Krishnan, R., Kaur, S., Rasane, P., Nanda, V., Saxena, S., & Gautam, S. (2023). A comprehensive review on unethical honey: Validation by emerging techniques. *Food Control*, 145, 109482. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109482>

6. Codex Alimentarius Commission. (1995). *General standard for contaminants and toxins in food and feed (CXS 193-1995)*. FAO/WHO. <https://openknowledge.fao.org/items/52e4f039-aacc-4f8e-a0b9-065b8a73c812>

7. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. (2002). *Official Journal of the European Communities*, L 10, 47–52. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32001L0110>

8. Directive (EU) 2024/1438 of the European Parliament and of the Council of 14 May 2024 amending Council Directives 2001/110/EC relating to honey, 2001/112/EC relating to fruit juices and certain similar products intended for human consumption, 2001/113/EC relating to fruit jams, jellies and marmalades and sweetened chestnut purée intended for human consumption, and 2001/114/EC relating to certain partly or wholly dehydrated preserved milk for human consumption. (2024). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1438/oj/eng>

9. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. (2023). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj/eng>

10. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. (2005). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/396/oj/eng>

11. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2007). *DSTU 4497:2005. Mednaturalnyi. Tekhnichni umovy* [Natural honey. Specifications]. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84219

12. Ministerstvo aharnoї polityky ta prodovolstva Ukrainy. (2019, June 19). *Pro zatverdzhennia Vymoh do medu: Nakaz № 330* [On approval of the Requirements for honey: Order No. 330]. Verkhovna

Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0725-19>

13. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2013, May 13). *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihienichnykh pravyl i norm «Rehlament maksymalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh»*: Nakaz № 368 [On approval of the State hygienic rules and regulations “Regulation of maximum levels of certain contaminants in food products”: Order No. 368]. Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0774-13>

14. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2006, May 3). *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihienichnykh normatyviv «Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv ¹³⁷Cs ta ⁹⁰Sr u produktakh kharchuvannia ta pytnii vodi»*: Nakaz № 256 [On approval of the State hygienic standards “Permissible levels of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr radionuclides in food products and drinking water”: Order No. 256]. Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0845-06>

15. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2019, December 23). *Pro zatverdzhennia Pokaznykh bezpechnosti kharchovykh produktiv «Maksymalni mezhi (rivni) zalyshkiv diiuchykh rehovyn veterynarnykh preparativ u kharchovykh produktakh tvarynnoho pokhodzhennia»*: Nakaz № 2646 [On approval of food safety indicators “Maximum residue limits (levels) of active substances of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin”: Order No. 2646]. Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0042-20>

16. Bose, D., & Padmavati, M. (2024). Honey authentication: A review of the issues and challenges associated with honey adulteration. *Food Bioscience*, 61, 105004. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105004>

17. Bogdanov, S., Martin, P., Lüllmann, C., Borneck, R., Flamini, C., Morlot, M., Hérítier, J., Vorwohl, G., Russmann, H., Persano-Oddo, L., Sabatini, A. G., Marcuzzan, G. L., Marioleas, P., Tsigouri, K., Kerkvliet, J., Ortiz, A., & Ivanov, T. (1997). Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*, 28(Extra issue), 1–59.

18. Adamchuk, L., Silonova, N., Sukhenko, V., & Pylypko, K. (2020). Normatyvne rehliuvannia pokaznykh bezpechnosti ta yakosti medu [Regulatory standards of honey safety and quality]. *Tvarynnytstvo ta tekhnolohii kharchovykh produktiv*, 11(4), 5–18. <https://doi.org/10.31548/animal2020.04.005>

19. Raweh, H. S. A., Badjah-Hadj-Ahmed, A. Y., Iqbal, J., & Alqarni, A. S. (2023). Physicochemical composition of local and imported honeys associated with quality standards. *Foods*, 12(11), 2181. <https://doi.org/10.3390/foods12112181>

20. Massous, A., Ouchbani, T., Lo Turco, V., Litrenta, F., Nava, V., Albergamo, A., Potorti, A. G., & Di Bella, G. (2023). Monitoring Moroccan honeys: Physicochemical properties and contamination pattern. *Foods*, 12(5), 969. <https://doi.org/10.3390/foods12050969>

21. Kędzierska-Matysek, M., Teter, A., Skalecki, P., Topyła, B., Domaradzki, P., Poleszak, E., & Florek, M. (2022). Residues of pesticides and heavy metals in Polish varietal honey. *Foods*, 11(15), 2362. <https://doi.org/10.3390/foods11152362>

22. Eissa, F., & Taha, E.-K. A. (2023). Contaminants in honey: An analysis of EU RASFF notifications from 2002 to 2022. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 18, 393–402. <https://doi.org/10.1007/s00003-023-01460-x>

23. Biswas, A. P., Tasnim, M., Süfer, Ö., Das, S. C., Sarker, S., Zhang, M., & Islam, M. N. (2026). Honey adulteration detection: A comprehensive review of traditional and modern techniques. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 20(4), 3929–3964. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03954-8>

24. Zhang, X.-H., Gu, H.-W., Liu, R.-J., Qing, X.-D., & Nie, J.-F. (2023). A comprehensive review of the current trends and recent advancements on the authenticity of honey. *Food Chemistry: X*, 19, 100850. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100850>

25. Commission Regulation (EU) No 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin. (2010). *Official Journal of the European Union*. [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2010/37\(1\)/oj/eng](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2010/37(1)/oj/eng)

26. Commission Regulation (EU) 2019/1871 of 7 November 2019 on reference points for action for non-allowed pharmacologically active substances present in food of animal origin and repealing Decision 2005/34/EC. (2019). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1871/oj/eng>

27. Council Regulation (Euratom) 2016/52 of 15 January 2016 laying down maximum permitted levels of radioactive contamination of food and feed following a nuclear accident or any other case of radiological emergency, and repealing Regulation (Euratom) No 3954/87 and Commission Regulations (Euratom) No 944/89 and (Euratom) No 770/90.

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



(2016). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/52/oj/eng>

Дата першого надходження статті до видання: 23.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЕРТИЗИ, РЕГУЛЮВАННЯ ТА БЕЗПЕКИ ГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ

УДК 628.4:546.26:502

Нагурський О. А.,

oleg.a.nahursky@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5549-5296,

*д. т. н., професор, завідувач кафедри Безпеки праці і життєдіяльності людини,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Марфутін А. Б.,

anatolii.b.marfutin@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0009-5171-5974,

аспірант, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РАДОНУ У ВИРОБНИЦТВІ ТРОТУАРНОЇ БРУКІВКИ

Анотація. У статті досліджено закономірності формування, міграції та трансформації радону на всіх стадіях виробництва тротуарної бруківки – від надходження мінеральної сировини до отримання готової продукції. Актуальність роботи зумовлена необхідністю забезпечення радіаційної безпеки при використанні природних будівельних матеріалів, що містять природні радіонукліди (уран, торій, калій-40), які є джерелами утворення радону. Метою дослідження є встановлення закономірностей зміни об'ємної активності радону на різних етапах технологічного процесу та оцінка потенційних ризиків для персоналу і споживачів продукції. Методи досліджень включали аналіз літературних джерел, експериментальні вимірювання та порівняльну оцінку отриманих результатів. Контроль здійснювали за допомогою приладу AlphaE із 30-хвилинним інтервалом вимірювання впродовж 30 діб на основних технологічних стадіях. Основні результати. Встановлено, що максимальні значення об'ємної активності радону спостерігаються на стадії механічної обробки сировини (145 Бк/м³), тоді як у процесі формування та твердіння виробів відбувається поступове зниження концентрації до 85 Бк/м³ у готовій продукції. Отримані результати свідчать про визначальну роль технологічних факторів у формуванні радонового навантаження. Практичне значення полягає у можливості ідентифікації критичних стадій виробництва та обґрунтування заходів зниження радіаційного впливу. Висновки. Дослідження підтверджує, що під час виробництва тротуарної бруківки є критичні етапи, які характеризуються максимальною концентрацією радону. На етапах тужавіння та сушіння виробів, де відбувається поступове вивітрювання радону, спостерігається зменшення його об'ємної активності в готовій продукції. Отримані результати доводять, що готові бетонні вироби є менш радіаційно небезпечними порівняно з початковими етапами виробництва.

Ключові слова: радон, радіаційна безпека, оцінка ризику, виробничий контроль, екологічна безпека, будівельні матеріали, експертиза будівельної продукції.

Nahursky O. A.,

oleg.a.nahursky@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5549-5296,

Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Occupational Safety and Human Life Safety, Lviv Polytechnic National University, Lviv

Marfutin A. B.,

anatolii.b.marfutin@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0009-5171-5974,

PhD Student, Lviv Polytechnic National University, Lviv

LIFE CYCLE ANALYSIS OF RADON IN THE MANUFACTURE OF PAVING STONES

Abstract. *This article examines the patterns of radon formation, migration, and transformation at all stages of paving stone production—from the intake of mineral raw materials to the production of finished products. The relevance of this work stems from the need to ensure radiation safety when using natural building materials containing natural radionuclides (uranium, thorium, potassium-40), which are sources of radon formation. The aim of the study is to identify patterns in changes in radon volume activity at various stages of the technological process and to assess potential risks to personnel and product consumers. Research methods included a review of the literature, experimental measurements, and a comparative evaluation of the results obtained. Monitoring was performed using an AlphaE device with a 30-minute measurement interval over a 30-day period at the main technological stages. Main results. It was found that the maximum values of radon volume activity are observed during the mechanical processing of raw materials (145 Bq/m^3), while during the molding and curing of products, the concentration gradually decreases to 85 Bq/m^3 in the finished product. The results obtained indicate the decisive role of technological factors in the formation of radon exposure. The practical significance lies in the ability to identify critical production stages and justify measures to reduce radiation exposure. Conclusions. The study confirms that there are critical stages during the production of paving stones characterized by maximum radon concentration. During the setting and drying stages of the products, where gradual radon outgassing occurs, a decrease in its volume activity is observed in the finished products. The results obtained demonstrate that finished concrete products pose a lower radiation hazard compared to the initial stages of production.*

Key words: radon, radiation safety, risk assessment, production control, environmental safety, building materials, construction product expertise.

JEL Classification: Q53, Q55, Q56

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-12>

Виклад основного матеріалу. Радон (Rn-222) є природним радіоактивним інертним газом, що утворюється у результаті α -розпаду радію-226, який входить до радіоактивного ряду урану-238. Його наявність у сировині та будівельних матеріалах зумовлює формування додаткового радіаційного навантаження на працівників і, в окремих випадках, на населення. У контексті виробництва будівельних матеріалів, зокрема бруківки, радон розглядається як важливий фактор радіаційної безпеки, оскільки його утворення, вивільнення та міграція відбуваються на всіх етапах технологічного процесу. Під час виробництва бруківки радон проходить складний життєвий цикл, що включає стадії утворення, вивільнення, міграції, часткового утримання, розпаду та розсіювання

у доквіллі. Життєвий цикл радону у виробництві бруківки представлений на рис. 1.

На початковому етапі радон утворюється у мінеральній сировині, яка використовується для виробництва бруківки, зокрема у щебені, піску та цементі. Основним джерелом є природні радіонукліди, що містяться у гірських породах, особливо у гранітах та інших магматичних утвореннях. Вміст урану та радію в цих матеріалах визначає потенційну радоноутворювальну здатність сировини. Дослідження показують, що будівельні матеріали можуть бути суттєвим джерелом надходження радону в навколишнє середовище та виробничі приміщення [13, 9].

На етапі видобутку та механічної обробки сировини (дроблення, подрібнення, транспортування)

відбувається інтенсивне вивільнення радону. Руйнування кристалічної структури мінералів сприяє збільшенню питомої поверхні матеріалу та відкриттю пор, через які радон дифундує у повітря. Цей процес описується як екзальція радону і є ключовим фактором формування концентрацій у виробничому середовищі [12].

У виробничих умовах радон здатний мігрувати через пористі середовища та накопичуватися у повітрі робочих зон. Його поведінка визначається фізичними параметрами середовища, зокрема температурою, вологістю, тиском та інтенсивністю вентиляції. Особливу небезпеку становлять закриті або слабо вентилявані приміщення, де можливе накопичення підвищених концентрацій радону. За даними сучасних досліджень, рівні радону у промислових приміщеннях можуть значно варіювати залежно від технологічних умов та властивостей матеріалів [10].

На стадіях змішування, формування та твердіння бетонної суміші спостерігається часткове утримання радону у структурі матеріалу з подальшим зменшенням його концентрації внаслідок дифузії та радіоактивного розпаду. З урахуванням короткого періоду напіврозпаду значна частина радону елімінується ще до завершення процесу твердіння. Таким чином, готова продукція зазвичай не є значним джерелом радону за умови використання сировини, що відповідає нормативним вимогам [6].

Особливу увагу слід приділити стадії радіоактивного розпаду радону. У процесі розпаду утворюються короткоживучі дочірні продукти (полоній-218, свинець-214, вісмут-214), які мають

високу радіотоксичність. На відміну від газоподібного радону, ці продукти є твердими частинками, що адсорбуються на аерозолях і можуть потрапляти до організму людини при інгаляції. Саме вони є основним джерелом опромінення і визначають радіаційний ризик для працівників [13, 7].

На етапі експлуатації бруківки, особливо у відкритому середовищі, радон практично не накопичується через його швидке розсіювання в атмосфері. Дослідження підтверджують, що використання бетонних матеріалів у відкритих умовах не призводить до значущого підвищення радіаційного фону [9].

Завершальний етап життєвого циклу радону пов'язаний із його розсіюванням у довкіллі та подальшим радіоактивним розпадом до стабільних ізотопів свинцю. У природних умовах цей процес відбувається постійно і є складовою глобального радіаційного фону.

Експериментальні дослідження. Виробництво тротуарної бруківки базується на використанні мінеральних компонентів природного походження, які містять природні радіонукліди. За умов технологічної обробки це зумовлює можливість формування додаткового радіаційного навантаження.

Підприємство, на якому здійснювалося дослідження, розташоване у Львівській області та спеціалізується на виробництві плит, бруківки й бордюрного каменю. Сортамент підприємства відрізняється за формою, але процес їх виробництва дуже схожий, відрізняється лише рецептурами окремо для кожного випадку. Залежно від форми та об'єму всі ці вироби мають



Рис. 1. Життєвий цикл радону у виробництві бруківки

однакові компоненти в різних пропорціях, зазвичай це пісок, цемент, вода та іноді барвники (для кольорової бруківки). Підприємство дотримується технологій виробництва, що відповідає ДСТУ Б В.2.7-145: 2008 «Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови» [1].

Дослідження включали контроль активності радону на робочих місцях під час таких основних виробничих процесів:

- надходження сировини – повітря над насипом;
- подрібнення – повітря в приміщенні подрібнення;
- змішування бетонної суміші – повітря навколо мішалки;
- формування бруківки (ще не затверділа) – вантажний відсік;
- у приміщенні витримки – повітря у приміщенні сушіння;
- у приміщенні готової продукції – повітря навколо виробів.

Вимірювання виконували за допомогою приладу AlphaE із дискретністю 30 хв упродовж 30 діб. Прилад розміщували у зоні дихання персоналу або в характерних точках технологічного процесу, що забезпечувало репрезентативність даних.

Для проведення дослідження були відібрані зразки основних компонентів, що відповідають всім вимогам і стандартам та використовуються у виробництві тротуарного каменю: пісок, щебінь різних фракцій та цемент. 1. *Пісок*. Для дослідження використано природній пісок, добутий з кар'єру методом вимивання. Пісок має однорідну зернисту структуру, світло-сірий колір, вологість на момент дослідження не перевищувала 2%. Основна маса зерен знаходиться у межах фракцій 0,16–2,5 мм. У піску присутня незначна кількість органічних домішок. 2. *Щебінь*. Для дослідження використано щебінь різних фракцій, отриманих із місцевих кар'єрів: фракція 5-10 мм; фракція 10–20 мм. Матеріал гранітного походження. Зерна мають гострокутну форму, поверхня шорстка, колір від світло-сірого до темно-сірого. Вологість щебеню перед випробуванням не перевищувала 1%. 3. *Цемент*. Для дослідження використано портландцемент Івано-Франківського цементного заводу (ПАТ «Івано-Франківськцемент»). Цемент відповідає марці ПЦ І-500 має сірий колір із зеленкуватим відтінком, дрібнодисперсну структуру, середню густину 3,1 г/см³. Склад цементу у незначних

кількостях включає клінкер, гіпс та мінеральні домішки [2].

Контроль активності радону Rn-222. Контроль активності радону сировини (щебінь, пісок, цемент) проводили після надходження матеріалів на підприємство [5, 8]. В бункерах після розвантаження матеріалу, у стороні, створювали насип стандартного розміру: 10÷30 см для піску та щебеню. Для цементу – до 30÷50 см, щоб прилад фіксував реалістичну концентрацію газу над матеріалом. Площу насипу робили досить широкою (40×40 см), щоб ALPHA E “бачив” повітря над усією поверхнею, а не лише маленьку ділянку.

Для контролю концентрації радону на робочих місцях прилад ALPHA E Radon встановлювали у зоні дихання працівників або поблизу основного обладнання. Розташування приладу визначається залежно від специфіки технологічного процесу, щоб фіксувати рівень газу у найбільш «гарячих точках», де концентрація радону може бути максимальною.

Прилад фіксував об'ємну активність радону-222 у Бк/м³ внутрішньою пам'яттю приладу, а потім знімалися на комп'ютер. Вимірювання проводилось для кожного матеріалу окремо, щодня по 48 точок (30 хв × 24 год) → потім усереднювали для добового значення. Прилад розміщувався на штативі, безпосередньо над насипом, щоб забезпечити точне відображення реальної концентрації радону.

Згідно з нормами, встановленими Державними санітарними правилами та нормами України [4], середньодобова концентрація радону на робочих місцях не повинна перевищувати 200 Бк/м³, а впродовж зміни допускаються короточасні пікові підвищення до 400 Бк/м³.

Узагальнені результати об'ємної активності радону-222 у складових сировини наведені у графічному виді на рис. 2.

Отримані значення демонструють, що найбільший внесок у радонову активність має цемент, що пояснюється його мінералогічним складом та наявністю природних радіонуклідів у клінкері. Пісок і щебінь характеризуються нижчими та стабільнішими значеннями.

Результати вимірювань об'ємної активності радону-222 на різних етапах виробництва упродовж 30 діб наведені у графічному виді на рисунку 3.

Аналіз отриманих результатів показав закономірну зміну об'ємної активності радону на різних етапах технологічного процесу виробництва

бруківки. Отримані дані свідчать про суттєву залежність концентрації радону від характеру фізико-механічного впливу на сировину та умов перебігу технологічних операцій.

На етапі вихідної сировини зафіксовано значення об'ємної активності радону на рівні 120 Бк/м^3 , що відповідає безпечному природному радіаційному фону [4]. Вміст радону на цьому етапі

визначається, передусім, концентрацією радію-226 у вихідній сировині та її мінералогічним складом.

Найбільше зростання концентрації радону спостерігається на стадії механічної обробки (дроблення), де значення досягає 145 Бк/м^3 . Така тенденція пояснюється інтенсифікацією процесів екзальції радону внаслідок руйнування структури

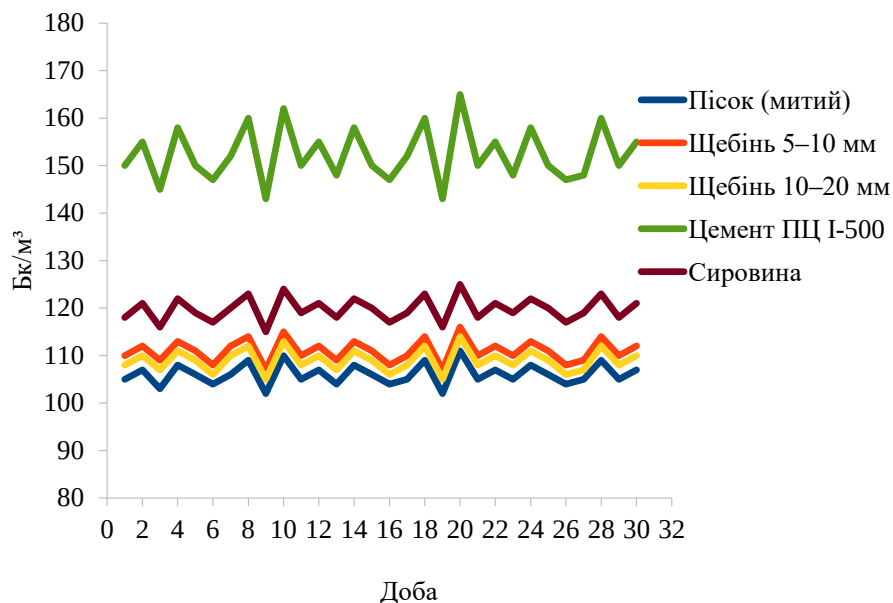


Рис. 2. Результати вимірювання об'ємної активності радону у складових сировини

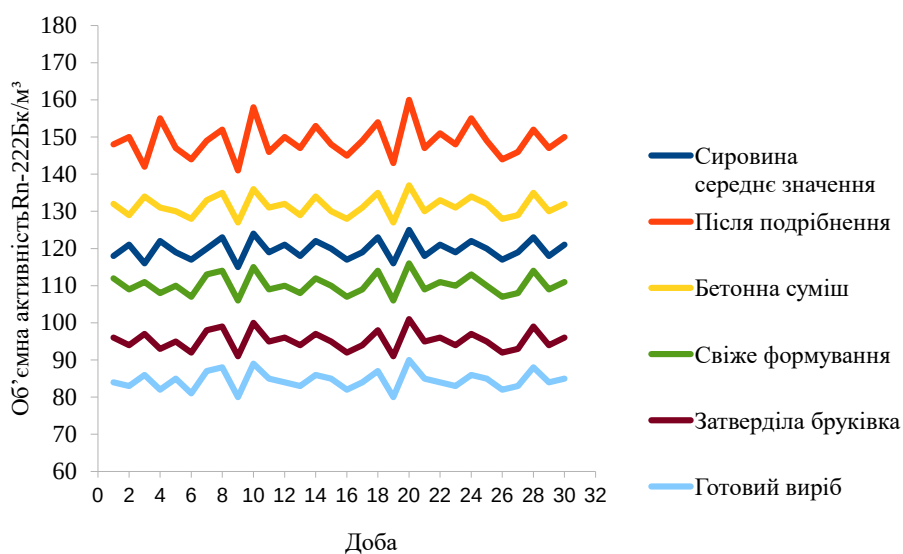


Рис. 3. Динаміка концентрації радону-222 на різних етапах виробництва

матеріалу, збільшення питомої поверхні частинок та відкриття додаткових порових каналів. Отримані результати узгоджуються з теоретичними уявленнями про залежність швидкості виділення радону від ступеня дисперсності матеріалу [11].

На стадії приготування бетонної суміші відзначено незначне зниження концентрації радону до 130 Бк/м³. Ймовірною причиною є вплив водної фази, яка частково обмежує дифузію газу та сприяє його тимчасовому утриманню у структурі суміші.

Подальше зменшення об'ємної активності радону спостерігається на етапах формування виробів (110 Бк/м³) та твердіння (95 Бк/м³). Це зумовлено сукупною дією процесів дифузійного вивітрювання та радіоактивного розпаду радону, що описується експоненційною залежністю [14].

Мінімальні значення об'ємної активності радону зафіксовано для готової продукції (85 Бк/м³), що свідчить про завершення основних процесів виділення та розпаду радону у матеріалі.

Зіставлення отриманих результатів із чинними нормативними вимогами (НРБУ-97, ОСПУ-2005) показало, що досліджені значення не перевищують допустимих рівнів для виробничих приміщень. Водночас зафіксовані концентрації на стадії дроблення наближаються до верхньої межі рекомендованих значень, що вказує на необхідність впровадження додаткових інженерно-технічних заходів, зокрема ефективної вентиляції та локалізації джерел пилогазовиділення [3].

У таблиці 1 наведено результати розрахунку середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону-222 для різних стадій виробничого процесу.

Наведені у табл. 1 результати дають змогу здійснити інтегральну оцінку радіаційного навантаження на персонал на різних стадіях виробничого процесу.

Аналіз отриманих даних свідчить, що значення ЕРОА змінюються залежно від технологічного етапу та умов перебігу процесів. Найвищі

значення, як правило, характерні для стадій, пов'язаних із механічною обробкою сировини, що обумовлено інтенсивною екзальцією радону та підвищеною концентрацією його дочірніх продуктів у повітрі робочої зони. Це підтверджує визначальну роль фізико-механічного впливу на матеріал у формуванні радіаційного фактору.

Важливим є те, що розрахунок ЕРОА, на відміну від миттєвих значень об'ємної активності радону, враховує рівноважний стан між радоном і його короткоживучими дочірніми продуктами. Саме тому отримані показники більш адекватно відображають реальне інгалаційне навантаження на організм людини та можуть бути використані для розрахунку ефективної дози опромінення. Підвищені значення ЕРОА на окремих стадіях вказують на необхідність посилення контролю за параметрами виробничого середовища, зокрема ефективністю вентиляції та тривалістю перебування персоналу у відповідних зонах.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Проведене дослідження із застосуванням підходу аналізу життєвого циклу дало змогу комплексно оцінити формування, трансформацію та міграцію радону на всіх етапах виробництва тротуарної бруківки. Встановлено, що найбільш інтенсивне вивільнення радону відбувається на стадіях підготовки та подрібнення сировини, тоді як у процесах формування та твердіння виробів його емісія поступово знижується внаслідок ущільнення структури матеріалу.

Аналіз життєвого циклу показав, що основні радіаційні ризики зосереджені на ранніх виробничих етапах, тоді як на стадії експлуатації готової продукції рівень емісії радону є низьким і не становить суттєвої небезпеки. Отримані результати підтверджують доцільність використання життєво-циклового підходу для ідентифікації критичних точок контролю та обґрунтування заходів зниження радіаційного впливу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для підвищення екологічної безпеки підприємств будівельної галузі, удосконалення систем виробничого контролю та мінімізації впливу іонізуючого випромінювання на працівників і навколишнє середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.7-145:2008. Будівельні матеріали. Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

Таблиця 1

Середньорічна еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА)

Етап	СРн, Бк/м ³	ЕРОА, Бк/м ³
Сировина	120	48
Після подрібнення	145	58
Бетонна суміш	130	52
Свіже формування	110	44
Затверділа бруківка	95	38
Готовий виріб	85	34

2. Загребя В. П., Дудар І. Н. Формування бетонних і залізобетонних виробів методом пульсуючого пресування бетонних сумішей: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. 104 с.

3. Зубко К. Ю. Оцінка наслідків антропогенного впливу на природу і суспільство. Економіка і суспільство. 2017. № 9. С. 826–831.

4. Методика контролю радіаційних показників та супровідні документи: наказ МОЗ України від 13.10.2023. № 1786. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2023.

5. Bulut H. A., Sahin R. Radon, concrete, buildings and human health – a review study. Buildings. 2024. Vol. 14. 510.

6. Chen J. Radon emanation and exhalation from building materials: recent advances. Radiation Physics and Chemistry. 2021.

7. Darby S., та ін. Radon exposure and lung cancer risk: updated analysis. Environmental Health Perspectives. 2020.

8. Fior L., Nicolosi Correa J., Paschuk S. A. та ін. Measurement of radon activity in building materials. Applied Radiation and Isotopes. 2012. Vol. 70. P. 1407–1410.

9. Radiation Protection and NORM Residues in Building Materials / International Atomic Energy Agency. Vienna : IAEA, 2022.

10. Ivanova K. et al. Exposure Due to Indoor Radon in Bulgarian Schools. Aerosol and Air Quality Research. 2022. Vol. 22. Article 220279. <https://doi.org/10.4209/aaqr.220279>

11. Jabbade M., Nachab A., Nourreddine A.-M., Errami E., Benjelloun M. A study of grain size effect on radon exhalation rate and uranium content of a phosphate rock. Acta Geophysica. 2022. Vol. 70. P. 2805–2812.

12. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation : report 2020/2021 / United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionizing Radiation. New York : United Nations, 2021.

13. WHO Handbook on Indoor Radon: Updated Guidance and Recent Studies / World Health Organization. Geneva : WHO, 2021.

14. Zhukovsky M., Onishchenko A., Vasilyev A., Malinovskiy G. Factors influencing temporal variations of radon concentration in high-rise buildings. Journal of Environmental Radioactivity. 2021. Vol. 232. 106575.

REFERENCES

1. DSTU B V.2.7-145:2008. Budivelnі materialy. Vyroby betonni trotuarni narmovani. Tekhnichni umovy. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2008.

2. Zahreba V. P., Dudar I. N. Formuvannia betonnykh i zalizobetonnykh vyrobiv metodom pul'suiuchoho presuvannia betonnykh sumishej: monohrafiia. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia, 2009. 104 s.

3. Zubko K. Yu. Otsinka naslidkiv antropohennoho vplyvu na pryrodu i suspil'stvo. Ekonomika i suspil'stvo. 2017. № 9. S. 826–831.

4. Metodyka kontroliu radiatsijnykh pokaznykiv ta suprovidni dokumenty: nakaz MOZ Ukrainy vid 13.10.2023. № 1786. Kyiv: Ministerstvo okhorony zdorov'ia Ukrainy, 2023.

5. Bulut H. A., Sahin R. Radon, concrete, buildings and human health – a review study. Buildings. 2024. Vol. 14. 510.

6. Chen J. Radon emanation and exhalation from building materials: recent advances. Radiation Physics and Chemistry. 2021.

7. Darby S., та in. Radon exposure and lung cancer risk: updated analysis. Environmental Health Perspectives. 2020.

8. Fior L., Nicolosi Correa J., Paschuk S. A. та in. Measurement of radon activity in building materials. Applied Radiation and Isotopes. 2012. Vol. 70. P. 1407–1410.

9. Radiation Protection and NORM Residues in Building Materials / International Atomic Energy Agency. Vienna : IAEA, 2022.

10. Ivanova K. et al. Exposure Due to Indoor Radon in Bulgarian Schools. Aerosol and Air Quality Research. 2022. Vol. 22. Article 220279. <https://doi.org/10.4209/aaqr.220279>

11. Jabbade M., Nachab A., Nourreddine A.-M., Errami E., Benjelloun M. A study of grain size effect on radon exhalation rate and uranium content of a phosphate rock. Acta Geophysica. 2022. Vol. 70. P. 2805–2812.

12. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation : report 2020/2021 / United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionizing Radiation. New York : United Nations, 2021.

13. WHO Handbook on Indoor Radon: Updated Guidance and Recent Studies / World Health Organization. Geneva : WHO, 2021.

14. Zhukovsky M., Onishchenko A., Vasilyev A., Malinovskiy G. Factors influencing temporal variations of radon concentration in high-rise buildings. Journal of Environmental Radioactivity. 2021. Vol. 232. 106575.

Дата першого надходження статті до видання: 03.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

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



УДК 343.98:620.2

Сибірний А. В.,

sybandrij@dr.com, ORCID ID: 0000-0001-9751-7556,

Resercher ID: G-3029-2019,

к.б.н., доц., завідувач кафедри загальної гігієни з екологією,

ДНТ «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького», м. Львів

Решетило Л. І.,

lidare@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1229-634X,

Researcher ID: G-9509-2020,

к.т.н., доц., професор кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю,

Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Сибірня Р. І.,

roma.sybirna@gmail.com, ORCID ID : 0000-0002-5704-2004,

Resercher ID: ACA-5252-2022,

д.б.н., проф., професор кафедри міжнародного та кримінального права,

Національний університет «Львівська політехніка»; професор кафедри кримінального процесу та криміналістики, Львівський державний університет внутрішніх справ, м. Львів

СУДОВО-ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА ПІДАКЦИЗНИХ ТОВАРІВ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Анотація. Дослідження присвячене вивченню можливостей судово-товарознавчих експертиз у питаннях своєчасного виявлення на споживчому ринку України фальсифікованих підакцизних товарів. У статті вказано, що серед існуючої підакцизної продукції значно зросла частка алкогольних та тютюнових товарів, а також активізувалася діяльність міні-нафтопереробних заводів, що спричиняє міліарні втрати Державного бюджету. Показано, що важкі та часто незворотні негативні наслідки для здоров'я та життя громадян у результаті використання фальсифікованих підакцизних товарів диктують необхідність посилення боротьби з їх масовим виробництвом та своєчасним виявленням на споживчому ринку. Констатовано, що процес виявлення фальсифікованих підакцизних товарів в сучасних реаліях є складним багаторічним процесом. Зазначено, що ключовим суб'єктом розслідування правопорушень щодо виробництва та реалізації нафтопродуктів та паливно-мастильних матеріалів, алкогольних і тютюнових виробів виступає Бюро економічної безпеки України. Під час розслідування в основу доказової бази покладено результати слідчих розшукових дій (огляд місця події та судово-товарознавчі експертизи). У ході їх виконання з'являється можливість отримання вичерпного опису існуючого предмету і способу скоєння злочину та його слідової картини. Доведено, що виконання судово-товарознавчих експертиз вимагає залучення вузьких фахівців з конкретних галузей знань та широке використання найсучасніших технічних можливостей проведення лабораторних досліджень: хромато-мас-спектрометри, електронні, люмінесцентні та ультрафіолетові мікроскопи, спектрометри інфрачервоного діапазону, автоматизовані курильні машини, газорідні хроматографи та ін. Важливо, що залучення профільних спеціалістів повинно відбуватися ще на етапі обшуку підпільних цехів та відбору зразків. Це забезпечить правильне пакування вилучених об'єктів, що буде запобігати їх випаровуванню, окисленню та зміні хімічних чи інших властивостей під дією зовнішніх факторів. Особливої уваги заслуговує документальний та візуальний аналіз якості поліграфії етикеток, акцизних марок і форми тари, що у кінцевому етапі переконливо свідчить про умисне незаконне виготовлення підакцизних товарів. Завдяки ретельному проведенню експертних досліджень з'являється можливість викривання підпільних цехів з виробництва цілого ряду підакцизних товарів.

Ключові слова: підакцизні товари, фальсифікація, досудове розслідування, судова експертиза, судово-товарознавча експертиза, акцизні марки.

Sybirny A. V.,

sybandrij@dr.com, ORCID ID: 0000-0001-9751-7556,

Resercher ID: G-3029-2019,

Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of General Hygiene and Ecology,

State Non-commercial Enterprise «Danylo Halytskyi Lviv National Medical University», Lviv

Reshetylo L. I.,

lidare@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1229-634X,

Researcher ID: G-9509-2020,

Ph.D, Associate Professor, Professor at the Department of Commodity Studies,

Customs Business and Quality Management, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Sybirna R. I.,

roma.sybirna@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5704-2004,

Resercher ID: ACA-5252-2022,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of International and Criminal Law,

Lviv Polytechnic National University; Professor of the Department of Criminal Procedure and Criminology,

Lviv State University of Internal Affairs, Lviv

FORENSIC-COMMODITY EXPERTISE OF EXCISE GOODS IN MODERN CONDITIONS

Abstract. *The study is devoted to studying the possibilities of forensic commodity examinations in the issues of timely detection of counterfeit excisable goods on the consumer market of Ukraine. The article indicates that among the existing excisable products, the share of alcoholic and tobacco products has significantly increased, and the activity of mini-oil refineries has also intensified, which causes billions of losses to the State Budget. It is shown that the severe and often irreversible negative consequences for the health and life of citizens as a result of the use of counterfeit excisable goods dictate the need to strengthen the fight against their mass production and timely detection on the consumer market. It is stated that the process of detecting counterfeit excisable goods in modern realities is a complex multi-stage process. It is noted that the key subject of the investigation of offenses related to the production and sale of petroleum products and fuels and lubricants, alcoholic and tobacco products is the Bureau of Economic Security of Ukraine. During the investigation, the evidence base is based on the results of investigative search actions (survey of the scene and forensic commodity examinations). During their implementation, it becomes possible to obtain a comprehensive description of the existing object and the method of committing the crime and its trace picture. It has been proven that the implementation of forensic commodity examinations requires the involvement of narrow specialists in specific fields of knowledge and the wide use of the most modern technical capabilities for conducting laboratory research: chromatographic mass spectrometers, electronic, luminescent and ultraviolet microscopes, infrared spectrometers, automated smoking machines, gas-liquid chromatographs, etc. It is important that the involvement of specialized specialists should occur at the stage of searching underground workshops and taking samples. This will ensure the correct packaging of the seized objects, which will prevent their evaporation, oxidation and change in chemical or other properties under the influence of external factors. Special attention is paid to the documentary and visual analysis of the quality of the printing of labels, excise stamps and the shape of the packaging, which in the final stage convincingly indicates the intentional illegal production of excisable goods. Thanks to careful expert research, it becomes possible to expose underground workshops for the production of a number of excisable goods.*

Key words: excisable goods, falsification, pre-trial investigation, forensic examination, forensic commodity examination, excise stamps.

JEL Classification: K13, E26, D46, L66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-46-13>

Постановка проблеми. На сьогоднішній день існування широких мереж із виготовлення та збуту фальсифікованої алкогольної, тютюнової продукції та пального створює значні проблеми для економічної безпеки держави. Проблеми своєчасного виявлення таких правопорушень обумовлюється високою латентністю тіньових схем, використанням новітніх технологій маскуванню та частою зміною локацій їх підпільного виробництва. Відповідно, виникає необхідність адаптації українського законодавства до стандартів Європейського Союзу, зокрема в частині запровадження електронної системи простежуваності руху товарів та проведення відповідних судово-експертних досліджень. Отже, вивчення особливостей виявлення підакцизних товарів на споживчому ринку стає нагальною науковою та практичною потребою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, вивченню питань протидії незаконному обігу підакцизних товарів та особливості розслідування економічних злочинів присвячено ряд наукових досліджень. Так, у роботах А. О. Глушко, А. М. Іскри, Г. Л. Чигриної ретельно вивчено економічні передумови тінізації ринку, на основі чого автори пропонують певні організаційно-правові засоби подолання цього негативного явища..

Ряд наукових розробок присвячуються визначенню ролі судових експертиз щодо проблем виявлення фальсифікованих товарів. Зокрема, М. О. Сахошко займається питаннями судової експертизи паливно-мастильних матеріалів та особливостей діяльності експертів при цьому. В. Т. Лебединець та Р. І. Сливачосередили свою увагу на технічних аспектах ідентифікації фальсифікованої алкогольної продукції. Цікавими є наукові розробки В. І. Костенка, у яких вивчаються можливості цифрових трансформацій акцизної системи та впровадження «е-Акцизу».

Разом з тим, вимагають належної уваги дослідження щодо можливостей виявлення фальсифікованих підакцизних товарів на споживчому ринку України.

Постановка завдання. З'ясувати питання присутності на споживчому ринку України фальсифікованих підакцизних товарів та здійснити аналіз сучасних можливостей проведення судово-товарознавчих експертиз щодо їх своєчасного виявлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наявність тіньового сектору економіки створює

значну загрозу для фінансової стабільності та національної безпеки держави. Так, на ринку підакцизної продукції значно зросла частка алкогольних та тютюнових товарів, активізувалася діяльність міні-нафтопереробних заводів, що призводить до мільярдних втрат Державного бюджету через несплату акцизного податку та податку на додану вартість [1, с. 343]. Відповідно, вчені констатують, що жорсткий контроль за роздрібними продажами та технологічне переоснащення контролюючих органів має стати безальтернативним шляхом до подолання існуючих «сірих» схем [2, с. 397].

Дудоров О. О., Письменський Є. О. у своїх наукових розробках наголошують, що незаконно виготовлена продукція, зазвичай, не може відповідати всім технічним, санітарним та рецептурним умовам легального виробництва, а до її ціни, як правило, не включається офіційний акцизний податок [4, с. 44–45]. Виходячи з цього, слід зазначити, що формальний підхід у даних питаннях дає змогу декриміналізувати значну частину тіньового ринку сурогатів шляхом свідомого порушення технологій виробництва продукції, яка хоч з точки зору податкового законодавства нормативно не визначається як товар, але несе велику загрозу для суспільства.

Однак, постановою Великої Палати Верховного Суду від 27 листопада 2024 р. у справі №336/3796/15-к було встановлено, що алкогольний напій, який імітує або відтворює легально виготовлений підакцизний товар, є повноцінним предметом кримінального правопорушення, передбаченого статтею 204 КК України [3]. Таке рішення було обґрунтовано тим, що з метою введення споживачів в оману та отримання прибутків від збуту, зловмисники імітують під час виготовлення сурогатів певні властивості, притаманні підакцизним товарам. Здебільшого це зовнішні та органолептичні ознаки, такі як колір, запах, консистенція, тара та ін. [5].

Незаконний обіг підакцизних товарів часто супроводжується руйнівними впливами фальсифікату на здоров'я та життя громадян України. Так, рядом науковців доведено катастрофічні медико-фармацевтичні та соціально-економічні наслідки споживання фальсифікованих горілчаних виробів, до складу яких входять високотоксичні хімічні сполуки, у тому числі промисловий етанол [8, с. 2]. Це призводить до масових отруєнь, втрати зору, пошкодження функцій внутрішніх органів а також летальних наслідків.

Таким чином, для виявлення фальсифікованих підакцизних товарів ключовим стає встановлення факту протиправних дій особи при роботі з рідинами чи іншими речовинами саме як із легальними підакцизними товарами, у тому числі розлив у фірмову брендовану тару, наклеювання підроблених марок акцизного податку та ін.

На даний час ключовим суб'єктом розслідування таких правопорушень виступає Бюро економічної безпеки України (БЕБ). Під час розслідування в основі доказової бази лежать такі слідчі розшукові дії як огляд місця події та призначення і проведення судово-товарознавчих експертиз. У ході їх виконання з'являється можливість отримання вичерпного опису існуючого майна та слідової картини злочину. Особлива увага при цьому приділяється правильності упакування вилучених предметів та його герметичності, оскільки порушення цілісності упаковки зразків, зокрема спирту чи пального, можуть стати причиною сумнівів щодо їх автентичності [7].

Розслідування складних кримінальних правопорушень, пов'язаних із системною фальсифікацією підакцизних товарів значною мірою ускладнюється специфікою дослідження об'єктів матеріального світу. Детективи БЕБ змушені працювати з хімічними речовинами, нафтопродуктами, багатокомпонентними рідинами та промисловим обладнанням, які фізично неможливо ідентифікувати та класифікувати лише за допомогою візуального огляду чи показань свідків.

З огляду на це, обов'язковою процесуальною дією у таких справах є призначення судових експертиз із залученням вузьких спеціалістів у певній галузі знань.

Так, за результатами досліджень М. О. Сахошко, констатовано, що під час розслідування кримінальних правопорушень, де предметом злочинного посягання виступає пальне, призначення специфічної судової експертизи нафтопродуктів і паливно-мастильних матеріалів є безальтернативною та критичною вимогою для встановлення об'єктивної істини [9, с. 169].

Предметами експертизи нафтопродуктів та паливно-мастильних матеріалів є розчинники, бензин, гас, дизельне пальне, мінеральні мастила, консистентні змазки та ін. Властивості цих речовин обумовлюють спеціальні вимоги до способу та матеріалів їх упакування для скерування на експертизу. Зразки рідких нафтопродуктів з конкретних об'ємів, якщо вони не можуть безпосередньо бути доставленими на експертизу,

необхідно поміщати у сухий скляний герметичний посуд, який своїм розміром дещо перевищує об'єм відібраної речовини. Зразки в'язких речовин також упаковують в скляну тару. Тверді зразки слід поміщати у поліетиленові кульки з обов'язковим зав'язуванням або заклеюванням. Перед експертом ставляться наступні основні питання:

- чи є представлені матеріали нафтопродуктами, якщо так, то який їх вид, тип, марка, група, призначення;
- чи є у нафтопродуктах чи паливно-мастильних матеріалах домішки, якщо є, то яка їх природа і можливе джерело походження;
- чи змішувалися між собою бензини з різним октановим числом, якщо так, то у якій пропорції та ін.

Для проведення досліджень зазначених матеріалів широко використовуються інструментальні аналітичні методи: оптична мікроскопія, спостереження за люмінесценцією в ультрафіолетових променях, тонкошарова та газорідинна хроматографія, спектроскопія в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях спектра, атомний спектральний аналіз [12, с. 60].

Робота з ідентифікації фальсифікованої алкогольної продукції у свою чергу вимагає від експерта комплексного підходу із обширним застосуванням глибоких спеціальних знань з урахуванням найновіших технологій підробок, які постійно вдосконалюються.

Так, В. Т. Лебединець та Р. І. Сливач під час здійснення товарознавчого аналізу проблем щодо фальсифікації коньяків в Україні, дійшли висновку, що на сьогоднішній день сурогати створюються не шляхом класичної дистиляції та багаторічної витримки в дубових бочках, а шляхом банального додавання штучних синтетичних барвників, інколи заборонених для використання у харчовій промисловості, хімічних есенцій та ароматизаторів у дешевий водно-спиртовий розчин. Вони зазначають, що судово-товарознавча та хімічна експертиза таких об'єктів включає кілька послідовних етапів. Це документальний та візуальний аналіз якості поліграфії етикеток, акцизних марок і форми тари, органолептична оцінка та складні інструментальні фізико-хімічні дослідження із застосуванням методів газорідинної хроматографії та мас-спектрометрії, що у кінцевому етапі переконливо свідчить про умисне незаконне виготовлення [10, с. 75–77]. Крім того, нормативними документами регламентовано

технічні умови виготовлення, вміст, якість, упаковування та маркування алкогольних напоїв. Завдяки ретельному проведенню експертних досліджень з'являється можливість викривати підпільні цехи з виробництва горілки, вина, бренді та інших підакцизних алкогольних напоїв.

Об'єктами експертизи виступають алкогольні напої: вина, бренді, харчовий спирт, горілка, джин, віскі, ром, лікєро-горілчані вироби (лікєри, креми, настоянки, наливки, пунші, бальзами, апєритиви, коктейлі, та ін.).

Вилучення об'єктів дослідження відбувається за правилами, передбаченими відповідними стандартами. Відібрану продукцію поміщають у чисту суху тару: скляні банки, пляшки, полієтиленові пакети. Зразки опечатують або опломбовують.

Основними питаннями до експєрта є:

Щодо визначення хімічного складу та безпечності:

- чи відповідає вміст мікрокомпонентів вимогам ДСТУ;

- чи присутні токсичні речовини або домішки, небезпечні для життя та здоров'я людини;

- яка міцність рідини і чи відповідає зазначеній на етикетці;

- чи містяться барвники, ароматизатори, підсолодуючі, не передбачені рецептурою.

Щодо способу виготовлення та походження:

- чи виготовлений напій заводським (кустарним) способом;

- чи відповідає продукція за фізико-хімічними та органолептичними показниками оригінальному напою вказаної торговельної марки;

- чи виготовлений алкогольний напій із використанням харчового (технічного) спирту.

Щодо тари та етикеток:

- за допомогою якого обладнання нанесено маркування на етикетках та контретикетках;

- чи є ознаки повторного використання тари або корків;

- чи є відповідність клею на наклеєних етикетках фабричному зразку.

Щодо автентичності акцизних марок:

- де виготовлена марка акцизного податку, наклеєна на пляшці;

- якщо марка підроблена, яким способом вона виготовлена;

- чи нанесено на марку акцизного податку реквізити та захисні елементи відповідно до встановлених технологічних вимог [12, с.70, 73].

До групи підакцизних тютюнових виробів належить тютюнова продукція для куріння та іншого споживання, включаючи тютюнові вироби для електричного нагрівання, тютюн та його заміники (ст. 215 Податкового кодексу України) [11]. Про підробку тютюнових виробів свідчить ряд специфічних ознак, починаючи від недоліків упакування і до особливостей маркування. Серед них найчастіше дефекти пачки та її вмісту, відсутність марки під захисною плівкою, дублювання номерів на пачках, неякісна поліграфія, ряд органолептичних ознак та ін., що свідчать про фальсифікат або нелегальне походження товару.

Об'єктами судово-товарознавчої експертизи тютюнових виробів є сигарети та цигарки, сигари та сигалили, люльковий, кальянний, жувальний тютюн, рідини для електронних сигарет, стіки та ін. Відбір зразків для проведення експертних досліджень здійснюється за правилами, регламентованими КПК України (ст. 245) та іншою нормативною документацією [6]. Під час процедури відбору зразків слід дотримуватися кількісних норм та обсягів, відповідно до міжнародних стандартів (SAMANCTA). З метою унеможливлення підміни зразків та впливу на них зовнішнього середовища, їх відбирають в оригінальній тарі. Пачки поміщають у вологонепроникні сейф-пакети або цупкі паперові конверти, які заклеюють або опломбовують.

Для проведення судово-експертних досліджень формуються певний перелік питань.

Щодо способу виготовлення та автентичності продукції:

- чи досліджувані тютюнові вироби виготовлені на кустарному (фабричному) обладнанні;

- чи за фізико-хімічними, конструктивними та органолептичними показниками вони відповідають оригінальній продукції зазначеної торговельної марки;

- чи використані пакувальні матеріали фабричного виробництва чи зроблені саморобним обладнанням;

- чи відповідає якість поліграфічного оформлення упаковки оригінальним зразкам правовласника бренду.

Щодо хімічного складу:

- чи відповідає якість та склад тютюнової суміші вимогам ДСТУ та технічним регламентам;

- чи містяться у зразках тютюну небезпечні для життя та здоров'я хімічні речовини (пестициди, солі важких металів),

- яка частка промислових відходів, у порівнянні з еталонним зразком, міститься у складі сигарет.

Щодо марок акцизного податку:

- чи виготовлена акцизна марка на підприємстві, що здійснює офіційний випуск таких документів;
- яким способом нанесено графічні елементи та реквізити;
- чи мають місце захисні елементи, які відповідають вимогам чинного законодавства;
- чи відповідає серія та номер акцизної марки виду виробу та партії товару [14, с. 7].

Крім того, зазначаються конструктивні відхилення від параметрів легальної продукції, а також використовуються дані Єдиної бази зразків тютюнових виробів, яка існує з 2024 року.

Для ретельного проведення судово-товарознавчої експертизи тютюнових виробів у лабораторних умовах широко використовують сучасні технічні можливості. Серед них: хромато-мас-спектрометри, люмінесцентні та ультрафіолетові мікроскопи, спектрометри інфрачервоного діапазону, автоматизовані курильні машини [13, с. 4].

Порівнюючи відібраний сурогат з легальним еталоном, експерт зможе виявити розбіжності у хімічному складі тютюну, щільності паперу, спектральних характеристиках фарби на поверхні пачки та у захисних елементах акцизної марки.

На сьогоднішній день своєчасне виявлення фальсифікованих підакцизних товарів, таких як нафтопродукти, алкогольні та тютюнові вироби, крім судово-товарознавчих експертиз у значній мірі доповнюється можливостями широкого використання електронної системи «Акциз», 2D сканерів акцизних марок та оптичних детекторів.

Отже, висококваліфікований судовий експерт за результатами проведеної роботи у своєму письмовому висновку зобов'язаний надати чіткі, науково обґрунтовані відповіді на низку сформульованих питань. Основним при цьому є констатація відповідності чи невідповідності досліджуваних зразків підакцизних товарів жорстким вимогам чинних державних стандартів та технічним регламентам.

Висновки та перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Таким чином, питання щодо виявлення фальсифікованих підакцизних товарів в сучасних реаліях України є складним багатоетапним процесом.

Зважаючи на важкі та часто незворотні негативні наслідки для здоров'я та життя громадян у результаті використання фальсифікованих підакцизних товарів, слід констатувати необхідність посилення боротьби з їх масовим виробництвом

та своєчасним виявленням на споживчому ринку.

Ключовим суб'єктом розслідування правопорушень щодо виробництва та реалізації нафтопродуктів та паливно-мастильних матеріалів, алкогольних і тютюнових виробів виступає Бюро економічної безпеки України. Під час розслідування основу доказової бази складають такі слідчі розшукові дії як огляд місця події та призначення і проведення судово-товарознавчих експертиз. У ході їх виконання з'являється можливість отримання вичерпного опису існуючого предмету і способу скоєння злочину та його слідової картини.

Проведення судово-товарознавчої експертизи вимагає залучення вузьких фахівців з конкретних галузей знань та широке використання найсучасніших технічних можливостей проведення лабораторних досліджень: хромато-мас-спектрометри, електронні, люмінесцентні та ультрафіолетові мікроскопи, спектрометри інфрачервоного діапазону, автоматизовані курильні машини, газорідні хроматографи та ін.

Відповідно, залучення профільних спеціалістів повинно мати місце ще на етапі обшуку підпільних цехів та відбору зразків. Це забезпечить правильне пакування вилучених об'єктів, що буде запобігати їх випаровуванню, окисленню та зміні хімічних чи інших властивостей під дією зовнішніх факторів.

Правильно, логічно та вичерпно сформульовані питання в постанові детектива про призначення судово-товарознавчої експертизи є запорукою успішного розслідування.

Важливої уваги заслуговує документальний та візуальний аналіз якості поліграфії етикеток, акцизних марок і форми тари, що у кінцевому етапі переконливо свідчить про умисне незаконне виготовлення підакцизних товарів.

Отже, завдяки ретельному проведенню експертних досліджень з'являється можливість викривання підпільних цехів з виробництва цілого ряду підакцизних товарів.

Вважаємо, що у найближчому майбутньому ключовим напрямком у вирішенні проблем виявлення фальсифікованих підакцизних товарів стане цифрове доказування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Деревцов С. І. Соціальна обумовленість кримінальної відповідальності за незаконне виготовлення, зберігання, збут або транспортування з метою збуту підакцизних товарів. *Юридич-*

ний науковий електронний журнал. 2025. № 5. С. 342-344. URL: https://lsej.org.ua/5_2025/5_2025.pdf#page=342.

2. Глушко А. О., Іскра А. М., Чигрина Г. Л. Засоби щодо подолання проявів тінізації економіки на ринку підакцизних товарів. Економічна безпека: організаційно-правові, інформаційно-аналітичні та оперативно-розшукові засади. 2024. С. 395-398. URL: https://dpu.edu.ua/images/2024/Photo_dlya_novyn_2024/Kafedra%20kriminalnogo%20sudocinstva%20ta%20analitichnoi%20dialnosti/06%20cerven%20Kafedra%20kriminalnogo%20sudocinstva%20ta%20analitichnoi%20dialnosti/Zbirnik_tez_Ekonomichna_bezpeka.pdf#page=396.

3. Кримінальний кодекс України: Закон України від 05.04.2001 № 2341-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text>.

4. Дудоров О. О., Письменський Є. О. Підакцизні товари як предмет незаконного обігу: проблеми визначення в контексті формування та реалізації кримінально-правової політики. *Наука і правоохорона*. 2025. Вип. 3(69). С. 41-51. URL: <https://naukaipravoohorona.navs.edu.ua/index.php/naukaipravoohorona/article/view/1894>.

5. Алкогольний напій, який імітує (відтворює) легально виготовлений підакцизний товар, є предметом кримінального правопорушення, передбаченого ст. 204 КК України – ВП ВС. *Верховний Суд: офіційний вебпортал*. 2024. URL: <https://supreme.court.gov.ua/supreme/pres-centr/news/1724434/>.

6. Кримінальний процесуальний кодекс України: Закон України від 13.04.2012 № 4651-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17%23Text>.

7. Протокол огляду місця події: бланк процесуального документа (Додаток). Документ розроблено відповідно до вимог Кримінального процесуального кодексу України від 13.04.2012 № 4651-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17%23Text>.

8. Вейц О., Осинцева А., Лавошник О., Мацко Н., Шаповалов В. Фальсифікована алкогольна продукція: вплив на громадське здоров'я та кримінально-правова відповідальність. *Actual Problems of Medicine and Pharmacy*. 2025. С. 1-24. URL: <https://apmplmi.com/index.php/apmp/article/download/75/76>.

9. Сахошко М. О. Залучення експерта адвокатом під час розслідування незаконного виготовлення, зберігання, збуту пального або його транспортування з метою збуту. *Аналітично-порівняльне правознавство*. 2025. Вип. 3(3). С. 168-172. URL: <https://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/334710>.

10. Лебединець В. Т., Сливар Р. І. Фальсифікація коньяків та способи її виявлення. *Актуальні*

проблеми експертизи товарів: збірник матеріалів. 2023. С. 74-78. URL: https://puet.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/zt_aktualni-problemy-ekspertyzy-tovariv-2023.pdf#page=75.

11. Податковий кодекс України: Закон України від 02.12.2010 № 2755-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.

12. Бараняк В. М., Сибірна Р. І. Судові експертизи; курс лекцій. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2010. 168 с.

13. Кошук Т. В., Прохорович О. В., Яворський О. А. Акцизний податок на рідини для електронних сигарет в Україні: відповідність практиці ЄС і втрати надходжень від нелегального ринку. *Фінанси України*. 2025. №7. С. 90-101.

14. Дудоров О., Письменський Є. Підакцизні товари як предмет незаконного обігу: проблеми визначення в контексті формування та реалізації кримінально-правової політики. *Наука і правоохорона*. 2025. Вип. 3 (69). С. 41-51.

REFERENCES

1. Derevtsov, S. I. (2025), *Sotsialna obumovlenist kryminalnoi vidpovidalnosti za nezakonne vyhotovlennia, zberihannia, zbut abo transportuvannia z metoiu zbutu pidaktsyznykh tovariv*, *Yurydychnyi naukovi elektronnyi zhurnal*, № 5, s. 342-344, available at: https://lsej.org.ua/5_2025/5_2025.pdf#page=342.

2. Hlushko, A. O., Iskra, A. M. and Chyhyryna, H. L. (2024), *Zasoby shchodo podolannia proiaviv tinizatsii ekonomiky na rynku pidaktsyznykh tovariv*, *Ekonomichna bezpeka: orhanizatsiino-pravovi, informatsiino-analitichni ta operatyvno-rozshukovi zasady*, s. 395-398, available at: https://dpu.edu.ua/images/2024/Photo_dlya_novyn_2024/Kafedra%20kriminalnogo%20sudocinstva%20ta%20analitichnoi%20dialnosti/06%20cerven%20Kafedra%20kriminalnogo%20sudocinstva%20ta%20analitichnoi%20dialnosti/Zbirnik_tez_Ekonomichna_bezpeka.pdf#page=396.

3. Kryminalnyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 05.04.2001 № 2341-III, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text>.

4. Dudorov, O. O. and Pysmenskyi, Ye. O. (2025), *Pidaktsyzni tovary yak predmet nezakonnogo obihu: problemy vyznachennia v konteksti formuvannia ta realizatsii kryminalno-pravovoi polityky*, *Nauka i pravoohorona*, vyp. 3(69), s. 41-51, available at: <https://naukaipravoohorona.navs.edu.ua/index.php/naukaipravoohorona/article/view/1894>.

5. Alkoholnyi napii, yakyi imituie (vidtvoriuie) lehalno vyhotovlenyi pidaktsyznyi tovar, ye predmetom kryminalnogo pravoporushennia, peredbachenoho st. 204 KK Ukrainy – VPVS. *Verkhovnyi Sud: ofitsiyni vebportal*. 2024, available at: <https://supreme.court.gov.ua/supreme/pres-centr/news/1724434/>.

6. Kryminalnyi protsesualnyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 13.04.2012 № 4651-VI, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17%23Text>.
7. Protokol ohliadu mistsia podii: blank protsesualnoho dokumenta (Dodatok). Dokument rozrobleno vidpovidno do vymoh Kryminalnoho protsesualnoho kodeksu Ukrainy vid 13.04.2012 № 4651-VI, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17%23Text>.
8. Veits O., Osyntseva A., Lavoshnyk O., Matsko N. and Shapovalov V. (2025), Falsyfikovana alkoholna produktsiia: vplyv na hromadske zdorovia ta kryminalno-pravova vidpovidalnist, *Actual Problems of Medicine and Pharmacy*, s. 1-24, available at: <https://apmplmi.com/index.php/apmp/article/download/75/76>.
9. Sakhoshko, M. O. (2025), Zaluchennia eksperta advokatom pid chas rozsliduvannia nezakonnoho vyhotovlennia, zberihannia, zbutu palnoho abo yoho transportuvannia z metoiu zbutu, *Analitichno-porivnialne pravoznavstvo*, vyp. 3(3), s. 168-172, available at: <https://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/334710>.
10. Lebedynets, V. T. and Slyvar, R. I. (2023), Falsyfikatsiia koniakiv ta sposoby ii vyjavlennia, *Aktualni problemy ekspertyzy tovariv: zbirnyk materialiv*, s. 74-78, available at: <https://puet.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/zt-aktualni-problemy-ekspertyzy-tovariv-2023.pdf#page=75>.
11. Podatkovyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 02.12.2010 № 2755-VI, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.
12. Baraniak, V. M. and Sybyrna, R. I. (2010), Sudovi ekspertyzy; kurs lektsii, Lvivskyi derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav, Lviv, 168 s.
13. Koshchuk, T. V., Prokhovorych, O. V. and Yavorskyi, O. A. (2025), Aktsyznyi podatok na ridyny dlia elektronnykh syharet v Ukraini: vidpovidnist praktytsi Yes i vtraty nadkhodzen vid nelehavnoho rynku, *Finansy Ukrainy*, №7, s. 90-101.
14. Dudorov O. and Pysmenskyi Ye. (2025), Pidaktsyzni tovary yak predmet nezakonnoho obihu: problemy vyznachennia v konteksti formuvannia ta realizatsii kryminalno-pravovoi polityky, *Nauka i pravoohorona*, vyp. 3 (69), s. 41-51.

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



Дата першого надходження статті до видання: 11.05.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.06.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.10.2026

НОТАТКИ

**ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

Збірник наукових праць

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Випуск 46

Літературний редактор – Муравицька Н. О.

Коректор – Мох О. П.

Комп'ютерний макет видавництва

Львівського торговельно-економічного університету

Електронна версія: <http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech>

Формат 60×84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 12,68. Ум. друк. арк. 15,57. Зам. № 0926/740

Дата розміщення онлайн – 12.10.2026 р. Дата друку – 19.10.2026 р.

Наклад 300 прим.

Віддруковано в друк. видавництва Львівського торговельно-економічного університету
79005, м. Львів, вул. Туган-Барановського, 10. Тел. 244-40-19. e-mail drook@ukr.net
Свідоцтво Держкомітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України
серія ДК № 5149 від 15.07.2016 р.