

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

# **ВІСНИК**

## **ЛЬВІВСЬКОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Збірник наукових праць

**ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

ВИПУСК 40

ЛЬВІВ  
ВИДАВНИЦТВО ЛЬВІВСЬКОГО  
ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
2024

Вісник Львівського торговельно-економічного університету / [ред. кол.: Пелик Л.В., Мережко Н.В., Донцова І.В. та ін.]. – Львів : Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2024. – Вип. 40. – 76 с. – (Технічні науки).

Збірник наукових праць

#### Випуск 40

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

*Згідно наказу МОН України № 409 (Додаток 1) від 17.03.2020 Вісник включено до Переліку наукових фахових видань України категорії “Б”.*

*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.*

*Друкується за ухвалою Вченої ради Львівського торговельно-економічного університету. Протокол засідання Ради № 6 від 27 грудня 2024 року.*

#### Редакційна колегія:

**Пелик Леся Василівна**, д.т.н., проф. (головний редактор);  
**Мережко Ніна Василівна**, д.т.н., проф. (заступник головного редактора);  
**Донцова Інна Вікторівна**, к.т.н., доц. (відповідальний секретар);  
**Арсеньєва Лариса Юріївна**, д.т.н., проф.;  
**Артюх Тетяна Миколаївна**, д.т.н., проф.;  
**Беднарчук Микола Степанович**, к.т.н., проф.;  
**Гаврилишин Володимир Володимирович**, к.т.н., проф.;  
**Доманцевич Ніна Іванівна**, д.т.н., проф.;  
**Дубініна Антоніна Анатоліївна**, д.т.н., проф.;  
**Ковбаса Володимир Миколайович**, д.т.н., проф.;  
**Лозова Тетяна Михайлівна**, д.т.н., проф.;  
**Омельченко Наталя Володимирівна**, к.т.н., проф.;  
**Павлова Марія**, Dr hab. inż., проф. (Республіка Польща);  
**Сидоренко Олена Володимирівна**, д.т.н., проф.;  
**Стойкова Теменуга**, Ph.D., доц. (Болгарія).

**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: 10.32782/2522-1221

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-40

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



# ЗМІСТ

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКОВОГО ТА ПРАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

*Захаров А. В., Рибалко І. М., Тіхонов О. В.*

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ  
ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ҐРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ:  
ЛЕМЕШІВ І КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП..... 5

## ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА СУЧАСНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ТОВАРОЗНАВСТВА

*Пищик Ю. М., Попович Н. І.*

РИНОК БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....13

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Євтушенко В. В., Семенченко О. О., Безпальченко В. М.*

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ВИРОБНИЦТВО ТА ЗБУТ ПРОДУКЦІЇ  
ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....20

*Калінський Є. О., Воронко О. В., Росолов В. В.*

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ РІВНЯ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ  
СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ЛУБ'ЯНИХ ВОЛОКОН..... 27

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Бойко Г. А., Головенко Т. М., Остапчук О. В., Гич О. А.*

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ  
В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ТОВАРАХ.....33

## СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Бужанська М. В.*

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СПОЖИВЧИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЙОГУРТУ, ЗБАГАЧЕНОГО  
СИРОВАТКОВИМ ПРОТЕЇНОМ: ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ.....39

*Рацук М. Є., Юрова Т. А., Нюнькіна А. В.*

ФУНКЦІОНАЛЬНІ КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З РОСЛИННИМИ КЛІТКОВИНАМИ.....45

*Страшинський І. М., Єпішкін С. С.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФЕРМЕНТУ ТРАНСГЛУТАМІНАЗИ НА ВЛАСТИВОСТІ  
ГІДРАТОВАНИХ БЛКІВ ТВАРИННОГО І РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ..... 51

*Страшинський І. М., Пергат О. А.*

ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛЬНИХ ФАРШІВ М'ЯСНИХ І М'ЯСОМІСТКИХ  
НАПІВФАБРИКАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ..... 59

## ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

*Каменева Н. В., Веречук О. А.*

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ВИНОГРАДУ НА ФОРМУВАННЯ  
ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИН, ВИРОБЛЕНИХ  
ІЗ ВИНОГРАДУ СОРТУ РИСЛІНГ РЕЙНСЬКИЙ.....67

# CONTENTS

## TOPICAL ISSUES OF SCIENTIFIC AND PRACTICAL MATERIALS SCIENCE

*Zakharov A. V., Rybalko I. M., Tihonov O. V.*

THE ADVANTAGES OF USING ELECTROSLAG SURFACING TECHNOLOGY

TO RESTORE TILLAGE EQUIPMENT PARTS: PLOUGHSHARES AND CULTIVATOR TINES.....5

## THEORY AND PRACTICE OF MODERN MATERIALS SCIENCE AND COMMODITY SCIENCE

*Pyshchuk Yu. M., Popovych N. I.*

MARKET OF BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS

IN THE CONDITIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....13

## CHALLENGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF LIGHT INDUSTRY

*Yevtushenko V. V., Semenchenko O. O., Bezpachenko V. M.*

FACTORS INFLUENCING THE PRODUCTION AND SALE OF LIGHT

INDUSTRY PRODUCTS.....20

*Kalinsky E. O., Voronko O. V., Rossolov V. V.*

METHODOLOGICAL BASES FOR ASSESSING THE DEVELOPMENT LEVEL OF NATIONAL

STANDARDIZATION ON THE EXAMPLE OF BAST FIBER STANDARDIZATION SYSTEM.....27

## INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF LIGHT INDUSTRY

*Boyko G. A., Golovenko T. M., Ostapchuk O. V., Gych O. A.*

POSSIBILITIES OF USING BAST RAW MATERIALS IN INNOVATIVE TEXTILE PRODUCTS....33

## MODERN DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF FOOD TECHNOLOGY

*Buzhanska M. V.*

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND CONSUMER POTENTIAL OF YOGURT

ENRICHED WITH WHEY PROTEIN: PROSPECTS FOR SPORTS NUTRITION.....39

*Ratsuk M. Ye., Yurova T. A., Niunkina A. V.*

FUNCTIONAL DAIRY PRODUCTS WITH VEGETABLE FIBER.....45

*Strashynskiy I. M., Iepishkin S. S.*

RESEARCH OF THE EFFECT OF THE TRANSGLUTAMINASE ENZYME

ON THE PROPERTIES OF HYDRATED PROTEINS OF ANIMAL AND PLANT ORIGIN.....51

*Strashynskiy I. M., Pergat O. A.*

PROPERTIES OF MODEL MINCED MEAT AND MEAT-CONTAINING SEMI-FINISHED

PRODUCTS DEPENDING ON THE AMOUNT OF STRUCTURING AGENT.....59

## CHALLENGES AND PROSPECTS OF THE SYSTEM OF FOOD QUALITY CONTROL

*Kameneva N. V., Verechuk O. A.*

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF GRAPE PROCESSING

ON THE FORMATION OF PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC INDICATORS

OF WINES MADE FROM GRAPES OF THE RIESLING REIN VARIETY.....67

## **АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКОВОГО ТА ПРАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

**УДК 631.31: 621.791**

**Захаров А. В.,**

*zakharovandrey1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9894-7355,  
аспірант кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні  
імені О. І. Сідашенка, Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

**Рибалко І. М.,**

*irybalko.ua@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3663-019X, Researcher ID I-8014-2016,  
д. т. н., доцент, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні  
імені О. І. Сідашенка, Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

**Тіхонов О. В.,**

*texas2002@btu.kharkiv.ua, ORCID ID: 0000-0001-7209-8375,  
к. т. н., доцент, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні  
імені О.І. Сідашенка, Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

### **ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ҐРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ: ЛЕМЕШІВ І КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП**

**Анотація.** Технологія відновлення деталей є важливим резервом підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки та економії матеріальних ресурсів. У статті розглянуто переваги електрошлакового наплавлення як сучасного методу відновлення деталей ґрунтообробної техніки, зокрема лемешів і культиваторних лап. Електрошлакове наплавлення дозволяє створювати високоякісні шари металу на зношених поверхнях, що значно підвищує їх зносостійкість і довговічність. Особлива увага приділена використанню кристалізатора, який забезпечує рівномірний розподіл тепла, зменшення залишкових напружень та покращення адгезії між наплавленим шаром і основним матеріалом.

Завдяки цьому методу відновлені деталі здатні витримувати інтенсивні механічні навантаження, що характерно для роботи на важких і кам'янистих ґрунтах. У порівнянні з традиційними методами ремонту, електрошлакове наплавлення забезпечує суттєве зниження витрат на ремонт і технічне обслуговування техніки, що робить цей підхід економічно ефективним. У дослідженні також висвітлено екологічні переваги методу: скорочення обсягів металобрухту і зниження вуглецевого сліду завдяки зменшенню виробництва нових деталей.

Проведений аналіз підтверджує, що застосування електрошлакового наплавлення сприяє оптимізації витрат агропідприємств, збільшенню ресурсу техніки та забезпеченню її стійкої роботи в складних умовах експлуатації. Отримані результати мають практичне значення для агропромислових підприємств, які прагнуть підвищити ефективність виробництва та зменшити експлуатаційні витрати. Доведено, що відновлені з використанням кристалізатора леміші та лапи культиваторів можуть працювати до 2-3 разів довше, ніж нові деталі. Подальші дослідження в цьому напрямі спрямовані на вдосконалення технології та адаптацію процесу до різних типів ґрунтообробних знарядь.

**Ключові слова:** електрошлакове наплавлення, леміш, культиваторна лапа, кристалізатор, відновлення, зносостійкість.

**Zakharov A. V.,**

*zakharovandrey1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9894-7355,*

*Postgraduate Student at the Department of Service Engineering and Materials Technology in Mechanical Engineering named after O. I. Sidashenko, State Biotechnological University, Kharkiv*

**Rybalko I. M.,**

*irybalko.ua@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3663-019X, Researcher ID I-8014-2016,*

*Doctor of Engineering, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Service Engineering and Materials Technology in Mechanical Engineering named after O. I. Sidashenko, State Biotechnological University, Kharkiv*

**Tihonov O. V.,**

*texas2002@btu.kharkiv.ua, ORCID ID: 0000-0001-7209-8375,*

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Service Engineering and Materials Technology in Mechanical Engineering named after O. I. Sidashenko, State Biotechnological University, Kharkiv*

## **THE ADVANTAGES OF USING ELECTROSLAG SURFACING TECHNOLOGY TO RESTORE TILLAGE EQUIPMENT PARTS: PLOUGHSHARES AND CULTIVATOR TINES**

**Abstract.** *The technology of parts restoration is an important reserve for increasing the efficiency of agricultural machinery use and saving material resources. The article discusses the advantages of electroslag surfacing as a modern method of restoring tillage machinery parts, in particular ploughshares and cultivator tines. Electroslag surfacing allows creating high-quality metal layers on worn surfaces, which significantly increases their wear resistance and durability. Particular attention is paid to the use of a crystalliser, which ensures even heat distribution, reduces residual stresses and improves adhesion between the deposited layer and the base material.*

*Thanks to this method, the remanufactured parts are able to withstand intense mechanical loads, which is typical for work on heavy and stony soils. Compared to traditional repair methods, electroslag surfacing provides a significant reduction in the cost of repair and maintenance of machinery, making this approach cost-effective. The study also highlights the environmental benefits of the method: reducing the amount of scrap metal and lowering the carbon footprint by reducing the production of new parts.*

*The analysis confirms that the use of electroslag surfacing helps to optimise the costs of agricultural enterprises, increase the service life of machinery and ensure its sustainable operation in difficult operating conditions. The results obtained are of practical importance for agro-industrial enterprises seeking to improve production efficiency and reduce operating costs. It has been proven that the ploughshares and tines of cultivators restored using the crystalliser can last up to 2-3 times longer than new parts. Further research in this area is aimed at improving the technology and adapting the process to different types of tillage tools.*

**Key words:** electroslag surfacing, ploughshare, cultivator tine, crystalliser, restoration, wear resistance.

**JEL Classification:** Q16, O14, O31, Q55, L73

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-01>

**Постановка проблеми.** Ефективність використання ґрунтообробної техніки значною мірою залежить від стану її робочих органів. Лемеші плугів і лапи культиваторів зазнають значних абразивних навантажень, що призводить до їх швидкого зносу та необхідності частої заміни. Ці елементи не лише забезпечують ефективність роботи техніки, але й впливають на якість обробки ґрунту, що є критичним фактором для отримання високих урожаїв. Традиційні методи ремонту,

такі як механічне відновлення або заміна деталей, не завжди забезпечують необхідну якість та довговічність через використання матеріалів із низькими експлуатаційними характеристиками. Це зумовлює необхідність пошуку нових рішень для відновлення деталей, які б поєднували економічну ефективність, високу якість і екологічну безпеку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах, присвячених відновленню деталей



грунтообробної техніки, було запропоновано кілька методів, серед яких [1–6]:

1. Індукційне наплавлення: цей метод дозволяє створювати зносостійкі покриття на поверхні деталей за допомогою високочастотного нагрівання. Недоліками є нерівномірність структури шару та висока чутливість до тріщин при швидкому охолодженні.

2. Газополум'яне наплавлення: широко застосовується для ремонту деталей завдяки простоті виконання. Проте цей метод характеризується низькою адгезією наплавленого шару до основного металу, що обмежує його довговічність у важких умовах експлуатації.

3. Термічне напилення: забезпечує високу швидкість нанесення покриття, однак має обмежену стійкість до механічних навантажень і абразивного зносу.

4. Електрошлакове наплавлення (ЕШН): метод, що дозволяє отримувати наплавлені шари з високою однорідністю та відсутністю внутрішніх дефектів завдяки рівномірному розподілу тепла і контролю процесу кристалізації. У дослідженнях підтверджено його переваги для деталей, які працюють в умовах високих механічних навантажень.

Критика альтернативних методів відновлення полягає у їх обмеженнях, зокрема, методи відновлення деталей ґрунтообробної техніки досліджувалися у роботах [7–9]. Серед існуючих методів відновлення найбільш перспективним визнано електрошлакове наплавлення. Наприклад, роботи Рибалка І.М., та колег [10] демонструють переваги використання електродних порошкових дротів, які дозволяють значно підвищити якість наплавленого шару. Нетяга А.В., та Кусков Ю.М., [11] підкреслюють роль високохромистого чавуну в підвищенні зносостійкості відновлених деталей, що є актуальним для ґрунтообробних знарядь.

Дослідження, проведені Кусковим Ю.М., і Рябцевим І.О. [12], підтвердили, що електрошлакове наплавлення має потенціал для адаптації до широкого спектра матеріалів та забезпечує створення дрібнозернистої структури, яка підвищує міцність і довговічність деталей. Захаров А.В., та Рибалко І.М. [13], довели ефективність використання кристалізатора для підвищення зносостійкості відновлених деталей. Проте недостатньо висвітлено питання практичного застосування цього методу в умовах інтенсивного сільського господарства, що й визначає актуальність цього дослідження.

**Постановка завдання.** Ефективність використання ґрунтообробної техніки значною мірою залежить від стану її робочих органів. Лемеші плугів і лапи культиваторів зазнають значних абразивних навантажень, що призводить до їх швидкого зносу та необхідності частої заміни. Традиційні методи ремонту не завжди забезпечують необхідну якість та довговічність, що зумовлює необхідність пошуку нових рішень для відновлення деталей.

**Виклад основного матеріалу.** Електрошлакове наплавлення – це сучасний метод, що забезпечує створення високоякісного шару металу на зношених деталях. Процес наплавлення здійснюється шляхом використання спеціального електрода і шлакового шару, який формує дрібнозернисту структуру металу та зменшує залишкові напруження [14–15].

Однією з ключових складових методу є використання кристалізатора, який сприяє рівномірному розподілу тепла та поліпшенню адгезії наплавленого шару до основного матеріалу [16].

Технологія відновлення деталей – є важливим резервом підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки та економії матеріальних, паливно-енергетичних і трудових ресурсів. В першу чергу відновлення робочих органів ґрунтообробних знарядь, таких як лемеші плугів і лапи культиваторів, які піддаються значним механічним і абразивним впливам, що призводить до їхнього швидкого зносу.

Технологія відновлення сільськогосподарської техніки відіграє ключову роль у забезпеченні стійкості аграрного виробництва. Лемеші плугів і лапи культиваторів зазнають значних механічних і абразивних навантажень, що призводить до їхнього швидкого зносу. Електрошлакове наплавлення являє собою сучасний метод відновлення таких деталей, який має безліч переваг порівняно з традиційними способами ремонту та відновлення деталей.

Електрошлакове наплавлення – це процес, за якого відновлення зношених поверхонь здійснюється за допомогою спеціального електрода і шлакового шару. У процесі наплавлення використовується тепло, що виділяється під час протікання струму через розплавлений шлак, що дає змогу створювати високоякісні шари металу на зношених деталях (табл. 1). Цей метод підходить для відновлення робочих частин ґрунтообробної техніки, схильних до інтенсивного зносу [17].

Таблиця 1

**Порівняння методів відновлення деталей ґрунтообробної техніки**

Показник	Електрошлакове наплавлення (ЕШН)	Традиційні методи ремонту
Термін служби відновлених деталей	Збільшений (до 2-3 разів довше)	Зазвичай короткий
Вартість відновлення	Низька	Висока
Якість наплавленого шару	Висока	Середня
Екологічний вплив	Низький	Високий

Одним із ключових елементів процесу є використання кристалізатора, який сприяє формуванню рівномірного та якісного наплавленого шару. Кристалізатор забезпечує рівномірний розподіл тепла, що мінімізує внутрішні напруження в металі та покращує адгезію наплавленого шару до основного матеріалу. Це дає змогу підвищити довговічність відновлених деталей і поліпшити їхні експлуатаційні характеристики [18].

Переваги електрошлакового наплавлення:

1. *Збільшення терміну служби деталей.* Однією з головних переваг електрошлакового наплавлення є значне збільшення терміну служби відновлених деталей. Лемеші та лапи, що пройшли наплавлення, демонструють підвищену зносостійкість, що особливо важливо під час роботи на кам'янистих і важких ґрунтах. Відновлені деталі здатні витримувати багаторазові цикли навантаження, мінімізуючи необхідність частої заміни.

2. *Економічна ефективність.* Відновлення деталей з використанням електрошлакового наплавлення істотно знижує витрати на експлуатацію сільгосптехніки. Нові деталі часто коштують дорого, тоді як наплавлення дає змогу відновити зношені елементи за значно нижчою ціною. Це особливо актуально для господарств, які прагнуть оптимізувати свої витрати та зменшити фінансове навантаження (табл. 2). Крім того, завдяки використанню кристалізатора в процесі наплавлення вдається домогтися рівномірного розподілу тепла і поліпшити якість наплавленого шару, що також сприяє зниженню витрат на ремонт у довгостроковій перспективі [19].

Таблиця 2

**Витрати на відновлення та заміну деталей**

Показник	Наплавлення ЕШН	Нова деталь
Вартість матеріалів	Низька	Висока
Вартість робіт	Середня	Відсутня
Загальні витрати	Низькі	Високі
Тривалість експлуатації	Довга	Середня або коротка

3. *Висока якість відновлення.* Технологія електрошлакового наплавлення забезпечує високу адгезію наплавленого шару до основного металу, що запобігає його відшаруванню і підвищує стійкість до механічних пошкоджень. У результаті відновлені лемеші та культиваторні лапи працюють на рівні, що не поступається новим деталям, а часом навіть перевершують їх за своїми характеристиками. Використання кристалізатора також сприяє формуванню більш щільного і зносостійкого наплавленого шару, що робить відновлені деталі більш довговічними.

4. *Зниження навантаження на навколишнє середовище.* Використання електрошлакового наплавлення для відновлення деталей сприяє зниженню екологічного навантаження. Скорочується кількість металобрухту і зменшується потреба у виробництві нових деталей, що, своєю чергою, знижує вуглецевий слід сільськогосподарського виробництва. Таким чином, електрошлакове наплавлення не тільки економічно вигідне, а й екологічно безпечне. Скорочення відходів і триваліший термін служби деталей дають змогу знизити обсяги металургійного виробництва та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

5. *Універсальність застосування.* Електрошлакове наплавлення дає змогу відновлювати різні типи деталей, що робить цей метод універсальним. Лемеші плугів, лапи культиваторів, робочі поверхні інших ґрунтообробних інструментів – усі ці елементи можуть бути успішно відновлені з використанням цієї технології (рис. 1). Для відновлення деталей ґрунтообробної техніки методом електрошлакового наплавлення використовуються такі матеріали: високохромистий чавун (27% Cr), сталь 45 як основа, а також порошкові електроди на основі легованих сплавів, які забезпечують утворення зносостійкого шару з дрібнозернистою структурою. Це дає змогу агропідприємствам мати єдиний підхід до ремонту та відновлення різних видів техніки. Використання кристалізатора під час наплавлення робить цей метод придатним для широкого



спектра матеріалів, забезпечуючи оптимальні характеристики для кожного типу деталей, що відновлюються.

Електрошлакове наплавлення (ЕШН) істотно впливає на структуру металу, змінюючи її таким чином, що це підвищує зносостійкість і міцність відновлених деталей. Ось детальніше про вплив наплавлення на металеву структуру [19]:

1. Формування дрібнозернистої структури

– Під час електрошлакового наплавлення відбувається процес переплавлення основного металу і додавання наплавленого матеріалу. Це призводить до утворення нової кристалічної структури, яка, завдяки контролюваній температурі та процесу кристалізації, має дрібнозернисту структуру.

– Дрібнозерниста структура є більш стійкою до механічних навантажень та зносу. Чим дрібніше зерно, тим вища його міцність і стійкість до тріщиноутворення.

2. Зменшення залишкових напружень

– Технологія електрошлакового наплавлення передбачає використання тепла, що виділяється під час протікання струму через розплавлений шлак, для плавлення матеріалу. Кристалізатор, який використовують під час наплавлення, сприяє рівномірному розподілу тепла, що значно знижує рівень залишкових напружень у металевій структурі.

– Зменшення залишкових напружень робить напавлений шар менш схильним до утворення мікротріщин, що покращує довговічність деталей.

3. Підвищення адгезії між напавленим шаром і основним металом

– Напавлений шар під час електрошлакового процесу щільно з'єднується з основним металом завдяки високій температурі і створенню умов для інтенсивного перемішування наплавленого матеріалу з основою. Це підвищує адгезію (зчеплення) між шарами і робить відновлену деталь більш цілісною та стійкою до навантажень.

– Адгезія також сприяє підвищенню стійкості до відшарування, особливо під час дії ударних навантажень та вібрацій.

4. Однорідність наплавленого шару

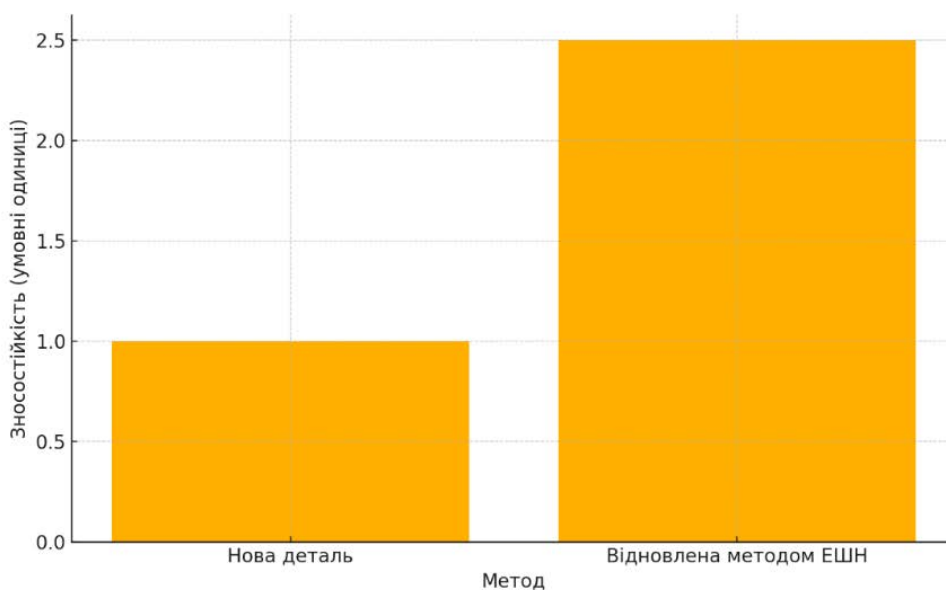
– Контрольований процес наплавлення дозволяє уникнути утворення дефектів, таких як пори або тріщини, в новоутвореному шарі. Це досягається завдяки рівномірному нагріванню і застосуванню кристалізатора, який контролює температуру та процес кристалізації металу.

– Однорідність структури забезпечує високу стійкість наплавленого шару до зношування і збільшує ресурс експлуатації деталі.

5. Підвищення зносостійкості

– Зносостійкість наплавленого металу є критичним показником для робочих деталей ґрунтообробної техніки, які працюють в умовах інтенсивного контакту з ґрунтом та іншими абразивними матеріалами. Після наплавлення структура металу стає більш щільною, що зменшує утворення мікропорожнин і підвищує стійкість до абразивного зносу.

– Напавлений шар завдяки своїй високій щільності і дрібнозернистій структурі є більш



**Рис. 1. Порівняння зносостійкості деталей, відновлених методом ЕШН, і нових деталей**

стійким до механічного впливу, що дозволяє деталі працювати довше без втрати робочих характеристик.

Електрошлакове наплавлення сприяє покращенню металевої структури відновлених деталей, що включає формування дрібнозернистої і більш щільної структури, зменшення залишкових напружень, підвищення адгезії та однорідності. Це дозволяє збільшити термін служби деталей, знизити ризик утворення тріщин і підвищити їх зносостійкість, що особливо важливо для деталей сільськогосподарської техніки, які працюють в екстремальних умовах.

Кристалізатор сприяє рівномірному розподілу тепла по всій поверхні відновлюваної деталі. Це мінімізує ризики утворення внутрішніх напружень у металі, які можуть призвести до деформації або тріщин. Завдяки рівномірному розподілу тепла зменшуються залишкові напруження, що робить наплавлений шар більш стійким до механічних впливів.

Кристалізатор допомагає контролювати товщину та рівномірність наплавленого шару металу. Це забезпечує якісне зрощення між основним матеріалом деталі та наплавленим шаром, що запобігає його відшаруванню під час експлуатації. Як результат, відновлені деталі мають високу зносостійкість та тривалий термін служби.

Під час електрошлакового наплавлення кристалізатор забезпечує контроль за процесом кристалізації розплавленого металу. Це дає можливість формувати дрібнозернисту структуру, що підвищує міцність та стійкість до зношування. Завдяки цьому деталі, відновлені з використанням кристалізатора, можуть перевершувати нові деталі за своїми характеристиками.

Переваги використання кристалізатора. Покращення адгезії: Кристалізатор сприяє кращій адгезії (зчепленню) наплавленого металу з основою деталі, що запобігає його відшаруванню під впливом навантажень.

Зменшення залишкових напружень: Завдяки рівномірному розподілу тепла кристалізатор мінімізує залишкові напруження в металевій структурі, що підвищує довговічність деталей.

Підвищення міцності та зносостійкості: Кристалізація з контрольованою температурою сприяє формуванню щільного, однорідного наплавленого шару, який має високу стійкість до зношування.

**Практичне значення.** На практиці використання кристалізатора під час електрошлакового наплавлення дозволяє відновлювати деталі з високою якістю та тривалістю експлуатації. Відновлені лемеші плугів та лапи культиваторів можуть працювати довше, зменшуючи частоту заміни та витрати на обслуговування. Це особливо важливо для аграрних підприємств, де обладнання працює в умовах інтенсивних навантажень, часто на кам'янистих і важких ґрунтах.

Отже, кристалізатор є ключовим компонентом, який дозволяє значно покращити результати електрошлакового наплавлення, забезпечуючи високу якість, міцність і довговічність відновлених деталей.

На практиці відновлення лемешів і культиваторних лап за допомогою електрошлакового наплавлення довело свою ефективність в умовах інтенсивного сільського господарства. Відновлені таким чином деталі, обробляють з високою ефективністю ґрунт, що підвищує врожайність і знижує витрати на обслуговування техніки. Фахівці зазначають, що наплавлені деталі здатні працювати до 2–3 разів довше, ніж нові, виготовлені з менш стійких матеріалів. Економічний ефект від використання електрошлакового наплавлення включає зниження витрат на закупівлю нових деталей, зменшення простоїв техніки і, як наслідок, підвищення загальної продуктивності господарства. У довгостроковій перспективі, це також сприяє зниженню витрат на ремонт і технічне обслуговування, оскільки деталі, відновлені із застосуванням кристалізатора, потребують меншої кількості повторних ремонтів.

**Висновки.** Електрошлакове наплавлення – це ефективний метод відновлення деталей ґрунтообробної техніки, який поєднує в собі економічну вигоду, високу якість та екологічну безпеку. Відновлені таким чином лемеші та культиваторні лапи здатні істотно підвищити ефективність сільськогосподарських робіт, скоротити експлуатаційні витрати і продовжити термін служби техніки. У сучасних умовах, коли оптимізація витрат і стійкість виробництва стають ключовими пріоритетами, технологія електрошлакового наплавлення посідає важливе місце в арсеналі методів відновлення агротехніки.

Використання кристалізатора в процесі наплавлення додатково підвищує якість відновлення і довговічність деталей, що робить цей метод особливо цінним для агропромислових підприємств, які прагнуть максимальної ефективності та стійкості.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Дудніков А. А., Дудніков І. А., Дудник В. В., Бурлака О. А. Способи відновлення деталей сільськогосподарських машин. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. № 2. С. 280–285. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.37>.

2. Іванкова О. В., Бартош В. Ю. Дослідження впливу зміцнюючих технологій відновлення деталей на ресурс машин. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2019. Вип. 199. С. 54–61.

3. Іванкова О. В., Гаращук О. В., Куценко В. І., Щербина В. В., Чижевський Д. В., Бабич Я. В., Тихонов М. О. Дослідження методів відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки. *Вісник ПДАА*. 2020. № 2. С. 283–292. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.36>.

4. Іванкова О. В., Велит І. А., Бартош В. Ю., Обций Я. О. Дослідження застосування технології поверхневого деформування при відновленні зношених деталей сільськогосподарської техніки. *Modern scientific researches*. 2021. Вип. 15. Т. 1. С. 29–33. DOI: <https://doi.org/10.30889/2523-4692.2021-15-01-043>.

5. Патент № 54961 від 25.11.2010 року. Спосіб електроерозійного зміцнення поверхні деталі/Гапоненко О. А., Прасолов Є. Я., Лапенко Г. О. та ін.

6. Василенко М. О., Чернявський О. О. Відновлення лемешів плугів із застосуванням електроерозійного способу для їх загострення та зміцнення. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2001. Вип. 85. С. 262–264.

7. Рибалко І., Сайчук О., Захаров А., Боровик О. Процес електрошлакового наплавлення з використанням електродних порошкових дріт. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2023. Т. 2. № 1. С. 1–9.

8. Нетяга А. В., Кусков Ю. М., Проскудін В. М., Жданов В. А., Лентюгов І. П. Формування шару високохромистого чавуну при електрошлаковому наплавленні в струмопідвідному кристалізаторі квадратного перерізу. *Сучасна електromеталургія*. 2021. № 04. С. 16–19.

9. Кусков Ю. М., Рябцев І. О. Електрошлакове наплавлення. *Матеріали, технології, обладнання*. Київ: Інтерсервіс, 2022. 284 с. URL: <https://nvd-nanu.org.ua/elektroshlakove-naplavlennya-materialy-tehnologiyi-obladnannya>.

10. Захаров А. В., Рибалко І. М. Електрошлакове наплавлення поверхонь виробів композиційними зносостійкими домішками. *Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання»*. 2022. С. 56–59.

11. Рибалко І. М., Захаров А. В. Металургійні процеси плавлення і перенесення електродного та присадного матеріалів у шлаковій ванні при елек-

трошлаковому наплавленні. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2023.

12. Захаров А. В., Рибалко І. М., Сайчук О. В. Дослідження особливостей регулювання глибини проплавлення основного металу під час процесу ЕШН. *Importance of Soft Skills for Life and Scientific Success*. 2023.

13. Нетяга А. В., Кусков Ю. М. Формування шару високохромистого чавуну при електрошлаковому наплавленні. *Сучасна електromеталургія*. 2021.

14. Кусков Ю. М., Рябцев І. О. Електрошлакове наплавлення. *Матеріали, технології, обладнання*. Київ: Інтерсервіс. 2022.

15. Мікосянчик О. О., Шамрай В. Б., Лопата Л. А. Композиційні матеріали для зносостійких покриттів деталей сільськогосподарських машин. *Проблеми тертя та зношування*. 2023.

16. Ставинський А., Вахоніна Л., Мартиненко В. Використання поверхневого зміцнення для підвищення зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин. *Біосистеми і аграрні технології*. 2024.

17. Захаров А. В., Рибалко І. М. Фізико-хімічні властивості флюсів для електрошлакового наплавлення. *Наукові вісті Дніпровського університету*. 2022.

18. Рибалко І. М., Захаров А. В. Розподіл тепла у металевій ванні при електрошлаковій наплавці порошковим електродом. *VII International Scientific and Practical Conference*. 2022.

19. Савченко В. М., Борак К. В., Голошук В. О. Зносостійкі покриття для деталей машин, що працюють в абразивному середовищі. *Технічний сервіс агропромислового комплексу*. 2020.

20. Дзюбик А. Р., Войтович А. А. Оптимізація технології наплавлення зносостійких шарів на плоскі елементи конструкцій. *Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні*. 2016.

**REFERENCES:**

1. Dudnikov, A. A., Dudnikov, I. A., Dudnik, V. V., & Burlaka, O. A. (2021) Methods for restoring agricultural machinery parts [Metody vidnovlennia silskohospodarskykh mashyn]. *Scientific Progress & Innovations*, (2), 280–285. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.37> [in Ukrainian].

2. Ivankova, O. V., & Bartosh, V. Y. (2019) Study of the impact of strengthening restoration technologies on machine part resources [Doslidzhennia vplyvu zmitsniuuychyykh tekhnolohii vidnovlennia na resurs mashyn]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko*, (199), 54–61. [in Ukrainian].

3. Ivankova, O. V., Harashchuk, O. V., Kutsenko, V. I., Shcherbyna, V. V., Chyzhevskiy, D. V., Babich, Y. V., & Tikhonov, M. O. (2020) Research on methods

of restoring worn parts of agricultural machinery [Doslidzhennia metodiv vidnovlennia znoshenykh detalei silskohospodarskoi tekhniki]. Bulletin of PDAA, (2), 283–292. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.36> [in Ukrainian].

4. Ivankova, O. V., Velit, I. A., Bartosh, V. Y., & Obshyi, Y. O. (2021) Research on the application of surface deformation technology for restoring worn parts of agricultural machinery [Doslidzhennia zastosuvannia tekhnologii poverkhnevoho deformuvannia dlia vidnovlennia znoshenykh detalei silskohospodarskoi tekhniki]. Modern Scientific Researches, 15(1), 29–33. <https://doi.org/10.30889/2523-4692.2021-15-01-043> [in Ukrainian].

5. Patent No. 54961 (2010, November 25) Method of electroerosion surface hardening of parts [Sposib elektroeroziinoho zmitsnennia poverkhni detaliv]. [in Ukrainian].

6. Vasylenko, M. O., & Cherniavskiy, O. O. (2001) Restoration of plowshares using electroerosion sharpening and strengthening methods [Vidnovlennia lemshiv pluhiv iz zastosuvanniam elektroeroziinykh metodiv]. Mechanization and Electrification of Agriculture, (85), 262–264. [in Ukrainian].

7. Rybalko, I., Saichuk, O., Zakharov, A., & Borovyk, O. (2023) The process of electroslag surfacing using electrode flux-cored wires [Protse elektroshlakovoho naplavlennia z vykorystanniam elektrodo-poroshkovykh drotiv]. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2(1), 1–9. [in Ukrainian].

8. Netiaga, A. V., Kuskov, Yu. M., Proskudin, V. M., Zhdanov, V. A., & Lentiugov, I. P. (2021) Formation of a high-chromium cast iron layer during electroslag surfacing in a square-section current-conducting mold [Formuvannia sharu vysokokhromystoho chavunu pry elektroshlakovomu naplavlenni]. Modern Electrometallurgy, (04), 16–19. [in Ukrainian].

9. Kuskov, Yu. M., & Riabtsev, I. O. (2022) Electroslag surfacing: Materials, technologies, equipment [Elektroshlakove naplavlennia: Materialy, tekhnologii, obladnannia]. Kyiv: Interservis. Retrieved from <https://nvd-nanu.org.ua/elektroshlakove-naplavlennia-materialy-tehnologiyi-obladnannia> [in Ukrainian].

10. Zakharov, A. V., & Rybalko, I. M. (2022) Electroslag surfacing of product surfaces with composite wear-resistant additives [Elektroshlakove naplavlennia poverkhniv vyrobiv z kompozytsiinykh znosostiikykh domisok]. In Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference "Kramarov Readings" (pp. 56–59). Kyiv: Publishing Center of NUBiP of Ukraine. [in Ukrainian].

11. Rybalko, I. M., & Zakharov, A. V. (2023) Metallurgical processes of melting and transfer of electrode and filler materials in the slag bath during electroslag surfacing [Metalurhiini protsesy plavlennia

i perenesennia materialiv u shlakovii vanni]. Bulletin of Lviv Trade and Economic University. [in Ukrainian].

12. Zakharov, A. V., Rybalko, I. M., & Saichuk, O. V. (2023) Research on the features of regulating the depth of base metal penetration during the electroslag surfacing process [Doslidzhennia osoblyvosti rehuliuвання hlybiny proplavlennia osnovnogo metalu]. In Importance of Soft Skills for Life and Scientific Success. [in Ukrainian].

13. Netiaga, A. V., & Kuskov, Yu. M. (2021) Formation of a high-chromium cast iron layer during electroslag surfacing [Formuvannia sharu vysokokhromystoho chavunu pry elektroshlakovomu naplavlenni]. Modern Electrometallurgy. [in Ukrainian].

14. Kuskov, Yu. M., & Riabtsev, I. O. (2022) Electroslag surfacing: Materials, technologies, equipment [Elektroshlakove naplavlennia: Materialy, tekhnologii, obladnannia]. Kyiv: Interservis. [in Ukrainian].

15. Mikosianchyk, O. O., Shamrai, V. B., & Lopata, L. A. (2023) Composite materials for wear-resistant coatings of agricultural machinery parts [Kompozytsiini materialy dlia znosostiikykh pokryttiv]. Problems of Friction and Wear. [in Ukrainian].

16. Stavynskiy, A., Vakhonina, L., & Martynenko, V. (2024) Use of surface hardening to increase the wear resistance of agricultural machinery working parts [Vykorystannia poverkhnevoho zmitsnennia dlia pidvyshchennia znosostiikosti]. Biosystems and Agricultural Technologies. [in Ukrainian].

17. Zakharov, A. V., & Rybalko, I. M. (2022) Physicochemical properties of fluxes for electroslag surfacing [Fizyko-khimichni vlastyvy flusiv dlia elektroshlakovoho naplavlennia]. Scientific News of Dali University. [in Ukrainian].

18. Rybalko, I. M., & Zakharov, A. V. (2022) Heat distribution in the metal bath during electroslag surfacing with a flux-cored electrode [Rozpodil tepla u metalovii vanni pry elektroshlakovii naplavtsi]. In VII International Scientific and Practical Conference. [in Ukrainian].

19. Savchenko, V. M., Borak, K. V., & Holoshchuk, V. O. (2020) Wear-resistant coatings for machine parts operating in abrasive environments [Znosostiiki pokryttia dlia detaliv mashyn, shcho pratsuiut v abrazyvnomu seredovyshchi]. Technical Service of the Agro-Industrial Complex. [in Ukrainian].

20. Dziubyk, A. R., & Voitovych, A. A. (2016) Optimization of technology for surfacing wear-resistant layers on flat structural elements [Optymizatsiia tekhnologii naplavlennia znosostiikykh shariv]. Automation of Production Processes in Mechanical Engineering. [in Ukrainian].

*Стаття надійшла до редакції  
26 листопада 2024 року*



## **ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА СУЧАСНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ТОВАРОЗНАВСТВА**

УДК 339.13

**Пищик Ю. М.,**

*магістр, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

**Попович Н. І.,**

*porovuch.n1988@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4407-105X, Researcher ID: F-7230-2019,  
к. т. н., доцент, доцент кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю,  
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

### **РИНОК БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень ринку будівельної промисловості, зокрема будівельних матеріалів та виробів. Розглянуто вплив будівельної промисловості на соціально-економічні показники держави та навколишнє середовище. Обґрунтовано, що застосування циклічного підходу в будівельній промисловості є правильним рішенням для забезпечення екологічних та соціально-економічних переваг. Встановлено фактори впливу на формування ринку будівельних матеріалів та виробів із урахуванням умов сталого розвитку. Розглянуто чинники зростання ринку будівельної промисловості. Здійснено порівняння обсягів ринку протягом різних періодів та наведено його прогнози. Подано сегментацію ринку будівельних матеріалів та виробів за різними ознаками. Проаналізовано сегментацію ринку будівельної індустрії в залежності від кінцевого споживача, зокрема ринок будівельних матеріалів та виробів поділяють на: житловий, комерційний, інфраструктурний та промисловий. Подано аналіз вітчизняного ринку будівельної промисловості в залежності від кінцевого споживача, а саме: прийняті будівлі в експлуатацію за видами протягом 2021-2023 років. Встановлено фактори впливу на незначні темпи зростання вітчизняного ринку будівельних матеріалів та виробів: рецесія, економічна нестабільність, обмежений доступ до цифрових технологій у віддалених регіонах, низькі споживчі витрати тощо. Проаналізовано вітчизняний ринок будівельних матеріалів та виробів у період повномасштабного вторгнення росії в Україну та названо визначальні чинники його формування. Наведено дані результатів аналітичних досліджень Retail Association of Ukraine (RAU), проведених на основі даних мереж, які є її членами, та описано зміни у географії роздрібною торгівлі за 10 місяців 2024 року, а також динаміку розвитку будівельної промисловості в розрізі регіонів. Проаналізовано обсяг ринку екологічних будівельних матеріалів та виробів у 2023 році та наведено його прогнози. Виокремлено негативні чинники впливу на розвиток вітчизняного ринку будівельної промисловості. Описано споживацьку свідомість, та, як наслідок, надану перевагу споживачів на вітчизняному ринку будівельних матеріалів та виробів екологічно чистим виробам. Подано товарознавчі характеристики окремих прикладів використання альтернативних традиційним – екологічних матеріалів та інноваційних екологічноорієнтованих – конструкцій у будівельній промисловості.

**Ключові слова:** ринок, будівельна промисловість, матеріали, виробы, екологічність, циркулярна економіка.



**Pyshchuk Yu. M.,**

*Master's degree student, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

**Popovych N. I.,**

*popovych.n1988@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4407-105X, Researcher ID: F-7230-2019,*

*Ph.D, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Commodity Studies,*

*Customs Business and Quality Management, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

## **MARKET OF BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

**Abstract.** *The article presents the results of research on the construction industry market, in particular building materials and products. The impact of the construction industry on the socio-economic indicators of the state and the environment is considered. It is substantiated that the use of a cyclical approach in the construction industry is the right solution for ensuring environmental and socio-economic benefits. The factors influencing the formation of the market for building materials and products are established, taking into account the conditions of sustainable development. The factors of growth of the construction industry market are considered. The market volumes are compared over different periods and its forecasts are given. The segmentation of the construction materials and products market by various criteria is presented. The segmentation of the construction industry market is analyzed, depending on the end consumer; in particular, the market for building materials and products is divided into: residential, commercial, infrastructure and industrial. An analysis of the domestic construction industry market is presented depending on the end consumer, namely, buildings put into operation by type during 2021-2023. The factors influencing the insignificant growth rates of the domestic market of building materials and products are identified: recession, economic instability, limited access to digital technologies in remote regions, low consumer spending, etc. The domestic market of building materials and products during the period of Russia's full-scale invasion of Ukraine is analyzed and the determining factors of its formation are given. The results of analytical research by the Retail Association of Ukraine (RAU), conducted on the basis of data from networks that are its members, are presented and changes in the geography of retail trade for 10 months of 2024 are described, as well as the dynamics of the development of the construction industry by region. The volume of the market of ecological building materials and products in 2023 is analyzed and its forecasts are given. Negative factors influencing the development of the domestic market of the construction industry are identified. Consumer awareness is described, and, as a result, the preference given by consumers in the domestic market of building materials and products to environmentally friendly products. The product characteristics of individual examples of the use of alternative traditional – ecological materials and innovative environmentally friendly structures in the construction industry are presented.*

**Key words:** market, construction industry, materials, products, environmental friendliness, circular economy.

**JEL Classification:** D40; L10

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-02>

**Постановка проблеми.** Будівельна промисловість має значний соціально-економічний вплив на державу, яка не тільки прискорює її розвиток, але й спричиняє негативний вплив на навколишнє середовище.

За результатами досліджень ринку будівельних матеріалів та виробів можна спостерігати постійне зростання, що пов'язане із загальним розвитком будівельної галузі. Зокрема, збільшення витрат на інфраструктуру, зростання попиту на житлові квартири, збільшення інвестицій – основні чинники стрімкого зростання ринку будівельних матеріалів та виробів [1].

Відомо, що будівельна промисловість є одним із найбільших споживачів енергії та сировини

у цілому світі. Зокрема, в Європейському Союзі на дану галузь припадає близько 40% викидів, а сама будівельна промисловість утворює приблизно третину всіх відходів. Крім того, лише 40% будівельних відходів піддається переробці та/або повторному використанню. Такі перероблені матеріали використовуються у вторинному виробництві.

Застосування циклічного підходу в будівельній промисловості є правильним рішенням для забезпечення екологічних та соціально-економічних переваг. Як наслідок, необхідними для циклічної будівельної промисловості є переоцінка методів проектування будівель із урахуванням зменшення вбудованого вуглецю [2; 3], використання переро-

блених та/або еко-(біо-)матеріалів, проектування для повторного використання матеріалів і компонентів, а також збільшення терміну експлуатації будівель за рахунок кращого обслуговування [3].

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

Дослідженням стану та проблем ринку будівельної індустрії займаються такі вітчизняні науковці та фахівці: Бутенко О. П., Глуценко А. В., Колесник А. В., Орловська Ю. В., Паламарчук О. М., Петренко О. В., Романенко О. В., Чала В. С. та ін.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження ринку будівельної індустрії, встановлення факторів впливу на її формування з урахуванням сучасних принципів циркулярної економіки.

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

Результати останніх досліджень показують, що у 2023 році обсяг світового ринку будівельних матеріалів та виробів оцінювали у 1320,01 млрд \$, одночасно прогнозуючи зростання даного ринку з 1369,86 млрд \$ у 2024 році до 1867,16 млрд \$ до 2032 року, демонструючи CAGR 3,9% протягом прогнозованого періоду [4].

Чинники, які впливають на формування ринку будівельної промисловості, умовно можна поділити на такі дві групи:

1. Зростання ринку будівельних матеріалів.
2. Стримуючі.

До чинників розвитку ринку будівельних матеріалів належать: урядові ініціативи «розумного міста» та зростаюча урбанізація [5]. Наприклад, у березні 2024 року уряд США інвестував 50 млн \$ у 34 демонстраційні проекти будівельних технологій по всій країні через програму SMART. Причинами виникнення стримуючих чинників є дефіцит постачання матеріалів у зв'язку з перебоями в логістичних ланцюгах, зменшення інвестицій у сектор нерухомості, недостатність кваліфікованої робочої сили та ін.

У будівельній промисловості ефективні стратегії сегментації ринку вважаються вирішальними критеріями компаній для охоплення ними цільової аудиторії та збільшення їхньої частки на ринку. Основними стратегіями, які застосовуються в даній промисловості, є диференціація продукту та глобальне налаштування бренду (торгової марки).

Сегментація ринку будівельних матеріалів та виробів здійснюється за такими ознаками: кінцевим споживачем, видом матеріалу, регіонами, провідними виробниками тощо.

Аналізуючи сегментацію ринку будівельних матеріалів та виробів за видом матеріалу, слід відзначити, що у 2023 році найбільшу частку займав

сегмент будівельних наповнювачів завдяки збільшенню активності в секторі реконструкції та ремонту комерційних і житлових приміщень. Крім того, урядові реформи, які спрямовані на розвиток інфраструктури високого класу, сприяли розширенню суміжних галузей, наприклад цементної. Слід відзначити, що саме цементний сектор відіграє провідну роль як необхідний складник для виробництва бетону, останній, у свою чергу, є невід'ємною складовою будівництва споруд, доріг, мостів тощо.

У залежності від кінцевого споживача ринок будівельних матеріалів та виробів поділяють на: житловий, комерційний, інфраструктурний та промисловий. Будівельні матеріали та вироби відзначаються підвищеним попитом з боку інфраструктури та комерційного сектору даного ринку. Крім того, внаслідок різкого зростання прямих іноземних інвестицій у провідні інфраструктурні проекти, в тому числі громадські місця, мости, дороги тощо, у поєднанні з реконструкцією та розширенням просування в комерційних приміщеннях сектор зазнав значного розширення, в свою чергу спричинюючи підвищений попит на будівельні матеріали та вироби. Наприклад, за даними Бюро перепису населення США, консолідовані витрати на комерційне будівництво у США зросли з 93 086 \$ (станом на травень 2021 року) до 104 434 \$ (станом на лютий 2022 року) [6].

Сегментація ринку будівельних матеріалів та виробів відбувається за:

1. Типом продукту (виріб інтер'єру, зовнішні вироби, сонячні продукти, будівельні системи, інше).

2. Видом (покрівельні, ізоляція, зовнішнє оздоблення тощо).

3. Кінцевим споживачем (житлові та нежитлові будинки).

Сегментацію вітчизняного ринку будівельної промисловості в залежності від кінцевого споживача, прийнятих будівель у експлуатацію за видами відображено на рис. 1.

Враховуючи ризики, пов'язані з бойовими діями на території України, вітчизняній будівельній промисловості довелося адаптуватися до змін, у тому числі і законодавчих, а також до змін у попиті споживачів товарів і послуг. Слід відзначити, що серед споживачів на вітчизняному ринку нерухомості у 2023 році спостерігалось зростання попиту на придбання власного житла.

До повномасштабного вторгнення росії в Україну обсяг вітчизняного ринку будівельних матеріалів та виробів становив 16 млрд \$, із залу-

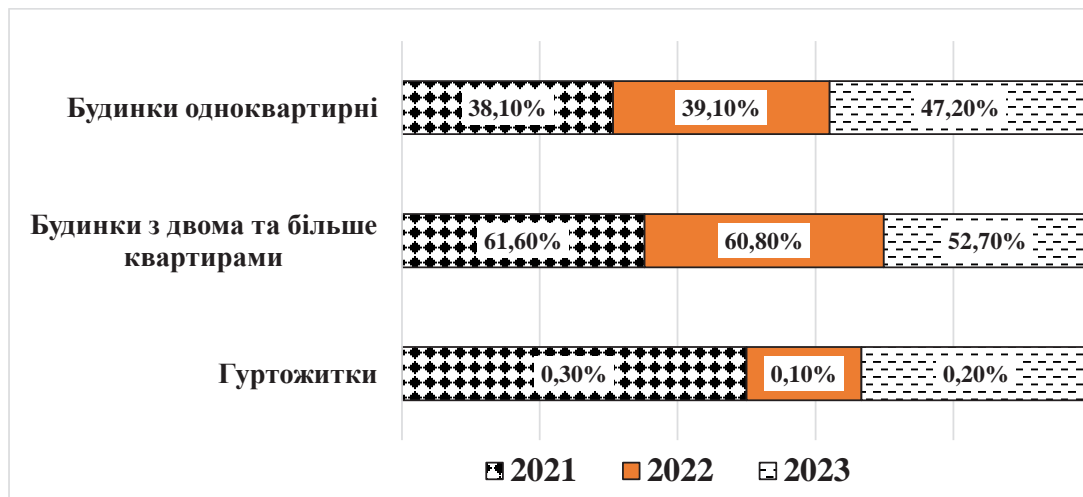


Рис. 1. Відсоток загальних житлових площ будівель, прийнятих у експлуатацію за видами

Джерело: дані Держстату України

ченням понад 130 тис. працівників у даній сфері. Крім того, цей ринок щорічно зростає на 10%, і Україна не лише забезпечувала попит на дану продукцію всередині держави, а й також здійснювала її експорт в обсязі 5%.

Апріорі війна значно вплинула на будівельну промисловість, зокрема й через зниження попиту в прифронтових регіонах і складнощі з релокацією виробництва. Під час бойових дій було знищено, пошкоджено та/або припинено діяльність підприємств, що виготовляли будівельні матеріали та вироби в Україні. Як наслідок, це призвело до скорочення пропозиції цільової продукції в даній сфері [6].

Позитивним моментом можна відзначити, що 90% будівельних матеріалів, необхідних для відбудови нашої держави, можуть вироблятися в Україні, що обґрунтовує зосередження на залученні інвестицій у будівельну промисловість.

Незначні темпи зростання вітчизняного ринку будівельних матеріалів та виробів спричинили такі фактори: рецесія, економічна нестабільність, обмежений доступ до цифрових технологій у віддалених регіонах, низькі споживчі витрати тощо.

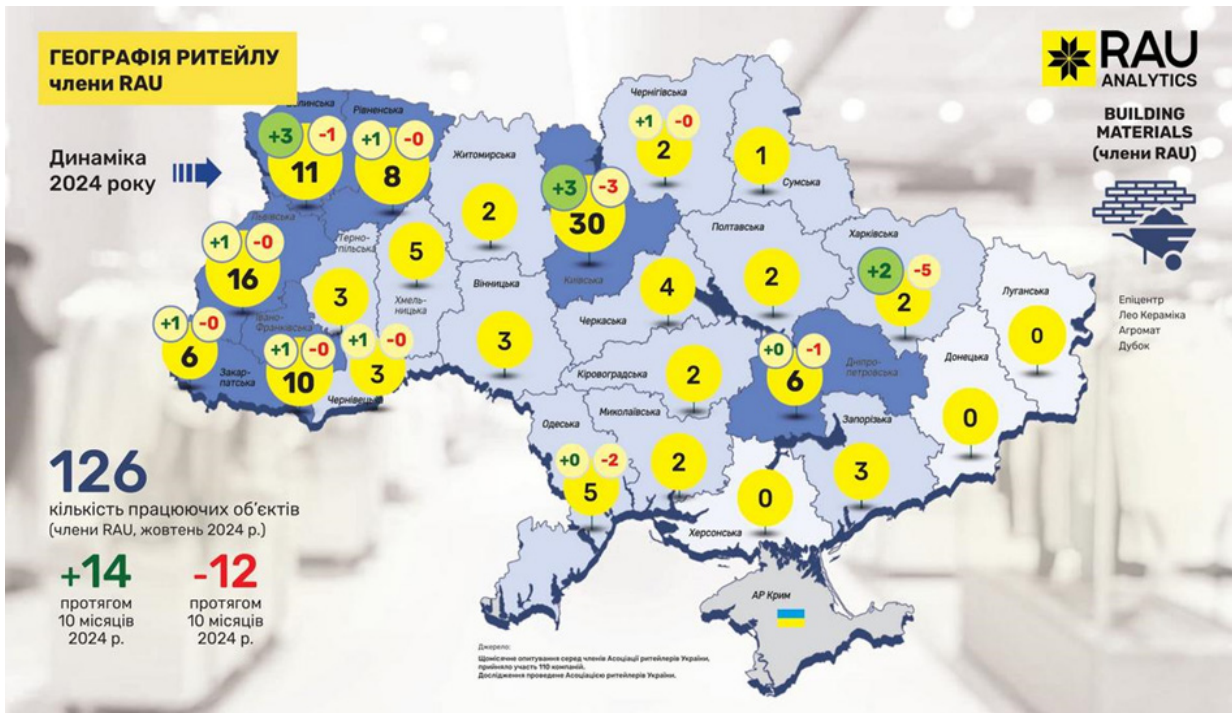
За результатами аналізу періоду січень-жовтень 2024 року, єдиним, що продемонстрував повільну динаміку, є сегмент DIY-магазинів, зокрема: працюючих 126 магазинів, а з 14 нових магазинів – 12 зачинених. Однією з причин окресленої ситуації є те, що такі великі об'єкти – ціль для ворожих атак країни-агресора. Основна частина, яка становить ¼ всіх торгових точок даної сфери – 30 будівельних магазинів, – зосереджені у Київському регіоні. В першу трійку регіонів із найбільшою концентрацією будівельних магазинів увійшли Львівщина – 16 торгових точок та Волинська область – 11 торгових точок будівельних матеріалів та виробів. Зокрема, у Волинському регіоні з'явилися одразу три нові торговельні точки, що тільки підтверджує більшу концентрацію ритейлу будівельних матеріалів та виробів у західному регіоні. Слід відзначити, що на сході України, навіть у місцях великого зосередження торгівлі даними товарами (м. Дніпро, м. Одеса, м. Харків), спостерігається значне скорочення торгових точок. У п'ятірку регіонів ритейлу будматеріалів та виробів входить Івано-Франківська область, у якій розташовано 10 торгових локацій, та Рівненська область із 8-ма торговими точками [7].

Retail Association of Ukraine (RAU) [7] у своєму аналітичному дослідженні, проведеному на основі даних мереж, які є її членами, представила зміни у географії роздрібної торгівлі за 10 місяців 2024 року та динаміку розвитку будівельної промисловості в розрізі регіонів (рис. 2).

Важливим фактором формування сучасного вітчизняного ринку будівельних матеріалів та виробів є зростання потенційних потреб у таких товарах для відновлення зруйнованої житлової, комерційної, адміністративної нерухомості та інфраструктури.

Аналізуючи такий ринок у період повномасштабного вторгнення росії в Україну, можна спостерігати: основними покупцями даної продукції виступають міжнародні фонди та державний сектор, які безпосередньо надають підтримку у відновленні країни.





**Рис. 2. Роздрібна торгівля будівельними матеріалами та виробами [7]**

Визначальними факторами, що формують ситуацію на вітчизняному ринку будівельних матеріалів та виробів, є:

- безперервне зростання собівартості будівельних та супутніх робіт;
- низький рівень купівельної спроможності населення;
- нестача кваліфікованої робочої сили (скорочення чисельності працездатного населення на 35%; еміграція кваліфікованих працівників тощо), що, як наслідок, спричинило затребуваність технологій швидкого будівництва, які потребують мінімальної кількості робітників;
- низький рівень інвестицій;
- проекти відновлення країни за принципом «будувати краще, ніж було!», а саме: з використанням провідних інновацій у матеріалах та технологіях;
- новації в законодавчій сфері (прийняття змін до Закону України № 2486-IX, що регламентують вимоги до улаштування бомбосховищ під час зведення нових будівель; у ДБН В.2.6-31:2021 змінилися вимоги до мінімально допустимих значень приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, а саме: вони підвищилися в середньому на 28%).

Серед негативних чинників впливу на вітчизняний ринок будівельної промисловості доцільно виокремити:

- неможливий імпорт будівельних матеріалів (хімії, оздоблення, металопрокату тощо) морем у зв'язку із закриттям українських портів;
- труднощі з ввезенням сировини та матеріалів, що виникають через блокування польськими та словацькими перевізниками пунктів пропуску на кордоні з Україною.

Зростання занепокоєння в світі щодо глобального потепління і виснаження ресурсів змусило уряди застосувати певні положення та правила щодо деяких матеріалів, зокрема їх виготовлення та використання. Як наслідок, основною рушійною силою будівельної промисловості визначено зростання вартості енергії та вискоєфективні екологічні будівельні матеріали. Наприклад, на виробництво цементу припадає 8% світових викидів CO<sub>2</sub>, а виробництво сталі – це процес із інтенсивним викидом вуглецю, що суттєво збільшує екологічний слід будівництва.

З метою врахування глобалізаційних процесів та принципів циркулярної економіки доцільним є виокремлення ринку екологічно чистих будівельних матеріалів та виробів. За даними досліджень, обсяг ринку екологічних будівельних матеріалів та виробів у 2023 році оцінювався в 422,27 млрд \$, а за прогнозами експертів, у 2032 році зросте до 1199,52 млрд \$, демонструючи CARG 12,3% протягом прогнозованого періоду [8; 9].

Такі матеріали та вироби застосовуються для будівництва екологічно чистих конструкцій, а саме: використання екологічних матеріалів забезпечує збереження невідновлювальних ресурсів, зменшує негативний вплив на навколишнє середовище, пов'язаний із транспортуванням, обробкою, переробкою, видобутком, виготовленням, повторним використанням, а також утилізацією тощо. Зі статистичних даних відомо: будівельна індустрія споживає 3 млрд тонн сировини щорічно, це також обґрунтовує те, що використання екологічно чистих будівельних матеріалів є надважливим для збереження невідновлювальних ресурсів [10].

Наприклад, за даними Міжнародного енергетичного агентства, у 2023 році технологічні процеси в інфраструктурі охопили 26% глобальних викидів, пов'язаних із енергетикою, та 30% глобального кінцевого споживання енергії, з яких 8% були прямими викидами в будівлях, а 18% – непрямими викидами від виробництва тепла та електроенергії, що використовуються в будівлях. Як наслідок, концепція сталої будівельної промисловості повинна включати та/або об'єднувати різноманітні підходи на етапі проектування, будівництва тощо. Наприклад, використання екологічних будівельних матеріалів, що виготовляються з відновлювальних ресурсів, дозволить зменшити кількість викидів парникових газів тощо. Як приклад, до екологічних будівельних матеріалів можна віднести наступне: перероблений пластик, деревина, міцелій, залізо, дерев'яний і трав'яний бетон тощо. Зокрема, використання таких матеріалів забезпечить створення енергоефективних конструкцій, які, в свою чергу, є невід'ємною складовою підтримання екологічної рівноваги в природі [4].

Слід відзначити споживацьку свідомість та, як наслідок, надану перевагу споживачів на вітчизняному ринку будівельних матеріалів та виробів екологічно чистим виробам. Таке явище на вітчизняному ринку будівництва можна пояснити не тільки зростанням обізнаності серед споживачів та їх турботою про навколишнє середовище, але й наявністю урядових постанов, які сприяють екологічним практикам у будівельній промисловості.

Прикладами застосування екологічних практик у будівельній промисловості є: створення спеціальних конструкцій, наприклад – будівлі з прохолодними дахами, що потребують менше кондиціонування повітря, що, як наслідок, призводить до зменшення використання електроенергії і водночас підвищення комфорту в приміщенні у спекотну погоду; використання екологічно чистих матеріалів як альтернативи традиційним, зокрема:

– Альтернативним традиційній деревині та найкращим стійким матеріалом завдяки своєму швидкому зростанню та універсальності є бамбук, оскільки може дозрівати за 3–5 років. Перевагою бамбуку є високе співвідношення міцності та ваги, що дозволяє його використання для різноманітних будівельних застосувань, зокрема: підлогового покриття, панелей, риштування, як покрівельного матеріалу, у конструктивних елементах тощо.

– Пробка з кори коркового дуба, що відновлюється кожні кілька років, при цьому не завдаючи шкоди дереву. Такий відновлюваний матеріал є легким, водо- та вогнестійким із хорошими ізоляційними властивостями. Даний матеріал використовують для підлогових покриттів, акустичних панелей, ізоляції будівель тощо. Ще перевагами даного матеріалу є його природні антимікробні властивості та естетичність.

– Hempcrete – біокомпозитний матеріал, виготовлений із конопляних волокон, змішаних із вапном, що забезпечує хорошу тепло- та звукоізоляцію. Перевагою даного матеріалу є те, що він легкий і не містить вуглецю, а саме: поглинає більше CO<sub>2</sub>, ніж викидає протягом свого життєвого циклу, що дозволяє зменшити вуглецевий слід, водночас забезпечуючи його довговічність та ефективну ізоляцію.

– Перероблена сталь – міцний матеріал, що піддається тривалій переробці без втрати міцності та використовується в різних конструкціях, зменшуючи вуглецевий слід, пов'язаний із виробництвом сталі, та сприяє збереженню ресурсів та стійкості в будівельних проєктах.

– Міцелій – коренева структура грибів, що допускається до використання для створення міцних, легких і біорозкладаних будівельних матеріалів, демонструючи інноваційні можливості застосування біоматеріалів у будівництві. Даний матеріал використовують для ізоляції та конструктивних елементів. Позитивною характеристикою у цьому матеріалі є здатність розкладатися природним шляхом, що забезпечує його екологічність.

– Terrazzo – складається з природних заповнювачів (конопель), перероблених матеріалів (наприклад, пластику, скла тощо) і цементу, або епоксидних в'язучих, що складають його екологічний профіль.

– тощо [11].

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Вище окреслено окремі напрями характеристик ринку та інновацій будівельної промисловості в умовах сталого розвитку. Перспективою подальших досліджень є детальний аналіз ринку та екологічних інновацій будівельних матеріалів та виробів із урахуванням ознак сегментації.



**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Aghimien D. O., Adegbenbo T. F., Aghimien E. I., Awodele O. A. Challenges of Sustainable Construction: A Study of Educational Buildings in Nigeria. *International Journal of Built Environment and Sustainability*. 2018, 5(1), 33-46.
2. Орловська Ю. В., Вовк М. С., Чала В. С., Мащенко С. О. Економічна політика ЄС з підтримки зеленого житлового будівництва : монографія. Дніпро : ПДАБА, 2017. 148 с.
3. Albrecht A., Kandji S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2003, 99(1-3), 15-27.
4. Пищик Ю. М. *Товарознавчі аспекти ринку будівельних матеріалів та виробів. Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / відп. за вип. : проф. Семак Б. Б. Львів : Вид-во Львівського торговельно-економічного університету, 2024. 523 с. С. 745-747.
5. Sokhatska O., Lutsiv R. What Does It Take to Build a Smart Sustainable City? – Modeling an Algorithm of Smart Cities. *Big Data and Decision-Making: Applications and Uses in the Public and Private Sector*. Emerald Publishing Limited, 2023. P. 201-212.
6. Аналіз ринку будівельних матеріалів в Україні. 2023 рік. Грудень 2023 року. *Pro Consulting*. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-stroitelnyh-materialov-v-ukraine-2023-god-1>.
7. Єрмакова Я., Симоненко К. Географія ритейлу-2024: в яких регіонах та як представлені гравці основних галузей торгівлі України. 04.12.2024. *RAU : Асоціація ритейлерів України*. URL: <https://rau.ua/novyni/geografija-ritejlu-2024-10/>.
8. Green Building Materials Market to Reach USD 962 Billion by 2033, Driven by Sustainable Construction Practices. FMI Study. Source: Future Market Insights Global and Consulting Pvt. Ltd. September 26, 2024. *GlobeNewswire*. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/09/26/2953815/0/en/Green-Building-Materials-Market-to-Reach-USD-962-Billion-by-2033-Driven-by-Sustainable-Construction-Practices-FMI-Study.html>.
9. U.S. Green Building Materials Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Application (Roofing, Flooring, Insulation, and Others), End-use Industry (Residential and Non- Residential), and Country Forecast, 2023-2030. Last Updated: December 09, 2024. *Fortune Business Insights*. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/u-s-green-building-materials-market-109063>.
10. 7 green building products to explore in 2024. *USGBC*. URL: <https://www.usgbc.org/articles/7-green-building-products-explore-2024>.
11. Pearlmutter D., Theochari D., Nehls T. Enhancing the circular economy with nature-based solutions in the built urban environment: green building materials, systems and sites. *Blue-Green Syst.* 2020, 2, 46-72.

**REFERENCES:**

1. Aghimien, D. O., Adegbenbo, T. F., Aghimien, E. I., Awodele, O. A. (2018) Challenges of Sustainable Construction: A Study of Educational Buildings in Nigeria. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 5(1), 33-46.
2. Orlovs'ka, Yu. V., Vovk, M. S., Chala, V. S., Maschenko, S. O. (2017) *Ekonomichna polityka YeS z pidtrymky zelenoho zhytloвого budivnytstva* : monohrafiia, PDABA, Dnipro, 148 s.
3. Albrecht A., Kandji, S. T. (2003) Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 99(1-3), 15-27.
4. Pyschuk, Yu. M. (2024) *Tovaroznavchi aspekty rynku budivel'nykh materialiv ta vyrobiv. Suchasni napriamy rozvytku ekonomiky, pidpryemnytstva, tekhnolohij ta ikh pravovoho zabezpechennia* : materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii / vidp. za vyp. : prof. Semak B. B., Vyd-vo L'viv'skoho torhovel'no-ekonomichnoho universytetu, L'viv, 523 s. S. 745-747.
5. Sokhatska O., Lutsiv R. (2023) What Does It Take to Build a Smart Sustainable City? – Modeling an Algorithm of Smart Cities. *Big Data and Decision-Making: Applications and Uses in the Public and Private Sector*. Emerald Publishing Limited, p. 201-212.
6. Analiz rynku budivel'nykh materialiv v Ukraini. 2023 rik. Hruden' 2023 roku. *Pro Consulting*, available at: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-stroitelnyh-materialov-v-ukraine-2023-god-1>.
7. Yermakova Ya., Symonenko K. Heohrafiia rytejlu-2024: v iakykh rehionakh ta iak predstavleni hravtsi osnovnykh haluzej torhivli Ukrainy. 04.12.2024. *RAU : Asotsiatsiia rytejleriv Ukrainy*, available at: <https://rau.ua/novyni/geografija-ritejlu-2024-10/>.
8. Green Building Materials Market to Reach USD 962 Billion by 2033, Driven by Sustainable Construction Practices. FMI Study. Source: Future Market Insights Global and Consulting Pvt. Ltd. September 26, 2024. *GlobeNewswire*, available at: <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/09/26/2953815/0/en/Green-Building-Materials-Market-to-Reach-USD-962-Billion-by-2033-Driven-by-Sustainable-Construction-Practices-FMI-Study.html>.
9. U.S. Green Building Materials Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Application (Roofing, Flooring, Insulation, and Others), End-use Industry (Residential and Non- Residential), and Country Forecast, 2023-2030. Last Updated: December 09, 2024. *Fortune Business Insights*, available at: <https://www.fortunebusinessinsights.com/u-s-green-building-materials-market-109063>.
10. 7 green building products to explore in 2024. *USGBC*, available at: <https://www.usgbc.org/articles/7-green-building-products-explore-2024>.
11. Pearlmutter D., Theochari D., Nehls T. (2020) Enhancing the circular economy with nature-based solutions in the built urban environment: green building materials, systems and sites. *Blue-Green Syst.*, 2, 46-72.

*Стаття надійшла до редакції  
18 листопада 2024 року*

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677 (477)

**Євтушенко В. В.,**

*evtushenko.valentyna@kntu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8720-5804,  
к. т. н., доцент, завідувачка кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Семенченко О. О.,**

*oksana.semenchenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1251-2711,  
к. т. н., доцент, старший викладач кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Безпальченко В. М.,**

*bezpalchenkov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1355-7938,  
кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки  
харчової продукції, Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

### ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ВИРОБНИЦТВО ТА ЗБУТ ПРОДУКЦІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Анотація.** У статті висвітлено актуальність проблематики впливу на виробництво та збут продукції підприємств легкої промисловості України; проаналізовано виклики, з якими стикаються підприємства легкої промисловості після повномасштабного вторгнення. Запропоновано шляхи вирішення проблем в контексті розвитку як підприємств, які займаються виробництвом, так і тих, які займаються збутом продукції легкої промисловості. Виявлені в результаті проведених досліджень тенденції та проблеми є визначальними для подальшого пошуку рішення щодо підвищення ефективності вітчизняних підприємств та покращення якості продукції. В результаті проведених досліджень встановлено фактори, які впливають на виробництво продукції, зокрема, трудомісткі та енергетично затратні виробничі процеси, недостатня автоматизація цих процесів, пов'язана із відсутністю новітнього обладнання, брак кваліфікованої робочої сили. На збут продукції значною мірою впливають слабкі маркетингові стратегії та популярність брендів, нестабільний попит та відсутність довгострокових замовлень, відсутність зручних інтернет-магазинів та онлайн-каталогів обмежує доступ споживачів до продукції та знижує обсяги продажів. Це призводить до того, що імпортна продукція часто перевершує українські аналоги за якістю, інноваційністю, дизайном. Запропоновано шляхи вирішення проблем, які постали перед галуззю: перш за все підтримка державою вітчизняних виробників через програми фінансування або пільгового кредитування для підприємств легкої промисловості та інвестиції у модернізацію застарілого обладнання; навчання співробітників для роботи із сучасними технологіями; інвестиції у маркетинг; розвиток цифрових платформ; співпраця з інфлюенсерами; участь у міжнародних виставках. Розвиток легкої промисловості надасть можливість державі створити нові робочі місця, підвищити конкурентоспроможність вітчизняної продукції та отримати суттєві відрахування до державного та місцевих бюджетів.

**Ключові слова:** виробництво, збут продукції, легка промисловість.

**Yevtushenko V. V.,**

*evtushenko.valentyna@kntu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8720-5804,*

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Commodity Science, Standardization and Certification, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Semenchenko O. O.,**

*oksana.semenchenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1251-2711,*

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Commodity Science, Standardization and Certification, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Bezpalchenko V. M.,**

*bezpalchenkov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1355-7938,*

*PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Chemical Technologies, Expertise and Provisions Production Safety, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

## **FACTORS INFLUENCING THE PRODUCTION AND SALE OF LIGHT INDUSTRY PRODUCTS**

**Abstract.** *The article highlights the relevance of the issue of the impact on the production and sales of light industry enterprises in Ukraine; analyzes the challenges faced by light industry enterprises after a full-scale invasion. Suggests ways to solve problems in the context of the development of both enterprises engaged in production and those engaged in the sale of light industry products. The trends and problems identified as a result of the research are crucial for further finding solutions to increase the efficiency of domestic enterprises and improve product quality. The research has identified factors that affect product production, in particular, labor-intensive and energy-intensive production processes, insufficient automation of these processes due to the lack of modern equipment, and a lack of qualified labor. Product sales are significantly affected by weak marketing strategies and brand popularity, unstable demand and the lack of long-term orders, the lack of convenient online stores and online catalogs limits consumer access to products and reduces sales volumes. This leads to the fact that imported products often surpass Ukrainian analogues in quality, innovation, and design. Ways to solve the problems facing the industry are proposed: first of all, state support for domestic manufacturers through financing or preferential lending programs for light industry enterprises and investments in the modernization of outdated equipment; training employees to work with modern technologies; investments in marketing; development of digital platforms; cooperation with influencers; participation in international exhibitions. The development of light industry will enable the state to create new jobs, increase the competitiveness of domestic products, and receive significant contributions to the state and local budgets.*

**Key words:** production, product sales, light industry.

**JEL Classification:** D24, L69

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-03>

**Постановка проблеми.** Легка промисловість України є однією з ключових галузей, яка відіграє важливу роль у формуванні національної економіки. Вона забезпечує населення товарами повсякденного попиту, сприяє зайнятості значної частини населення та підтримує розвиток суміжних секторів економіки, таких як сільське господарство та транспорт. Галузь об'єднує підприємства, які займаються виробництвом текстилю, одягу, взуття, галантерейних виробів і аксесуарів [1]. Виготовлена продукція задовольняє попит не лише внутрішнього ринку, а й користується популярністю за кордоном, завдяки чому легка промисловість виступає важливим джерелом

валютних надходжень [2]. Незважаючи на наявність значної кількості вітчизняних виробників, український ринок виробів легкої промисловості стикається із низкою викликів. Одним із ключових є посилений вплив імпортової продукції, яка часто перевершує українські аналоги за якістю, інноваційністю, дизайном або конкурентоспроможністю. Це створює додаткові труднощі для локальних виробників, які змушені адаптуватися до високих вимог сучасного споживача та підтримувати конкурентоспроможність своєї продукції.

У зв'язку з цим, дослідження факторів, які впливають на виробництво та збут продукції легкої промисловості набуває особливої практичної



значущості. Актуальність дослідження зумовлена не лише необхідністю вирішення існуючих проблем галузі, але й її потенціалом для розвитку легкої промисловості в умовах глобальної конкуренції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Причинами спаду виробництва продукції легкої промисловості Гавриленко Т. вважає замовлення продукції та лібералізація внутрішнього ринку без відповідних економічних та нормативно-правових заходів, а також скасування централізованого планування, що сприяє заповненню внутрішнього ринку імпортованими товарами [3].

За думкою Заріцької Н., Федорак В., на розвиток легкої промисловості України впливають такі фактори, як стан нормативного регулювання підприємницької діяльності; закони, які охороняють добросовісність конкуренції; контроль цін та заробітної плати; рівень загальнодержавних та місцевих податків; можливість отримання кредиту; політична стабільність, темпи та рівень інфляції, які скорочують купівельну спроможність та попит; рівень зайнятості та безробіття, який визначає купівельну спроможність; рівень відсоткових ставок на капітал; стабільність національної валюти тощо [4, 5]. Підприємства легкої промисловості України працюють на ринку, який характеризується високим рівнем конкуренції і високою місткістю продукції як вітчизняного, так і іноземного виробництва [6].

З 2019 по 2022 рр. галузь легкої промисловості стикалася з низкою проблем, таких як зниження виробничих потужностей, скорочення кількості підприємств та зменшення обсягів виробництва. Це було спричинено низьким рівнем інвестицій, відсутністю сучасного обладнання та високою конкуренцією з боку імпортованих товарів. В перші місяці повномасштабної війни підприємства легкої промисловості за даними Держстату демонстрували різке падіння виробництва. Досить швидко підприємства адаптувались завдяки переорієнтуванню виробництва на військові замовлення [7]. Більш адаптивними та динамічними виявились менші компанії. Тому, що великі компанії не змогли забезпечити логістику або ж утримати попит та вийти на нові ринки.

Основними перешкодами для діяльності компаній легкої промисловості, як і для інших компаній, залишаються проблеми з доступом до електроенергії. Це одна з причин досить волатильних показників діяльності компаній галузі. Іншою причиною, ймовірно, є нестабільний попит та відсутність довгострокових замовлень. При цьому, більшість компаній, які експортували

свою продукцію до лютого 2022 року, продовжують це робити.

Важливою перешкодою для діяльності галузі також є брак робочої сили [8]. Саме тому нагальною важливою стала програма SkillsAlliance, яку створили уряди України та Німеччини й загалом майже 50 країн, донорів, міжнародних партнерів та представників бізнес-спільноти. Мета ініціативи – надати можливість перекваліфікації чи кваліфікації понад 180 000 людей протягом наступних трьох років. У найближчі три роки на ці потреби планують виділити 700 млн євро. Skills Alliance реалізується в рамках механізму Ukraine Facility, який включає реформи, спрямовані на покращення професійно-технічної освіти, навчання та доступу до програм швидкого підвищення кваліфікації. Вона сприятиме інтеграції України в ЄС шляхом покращення взаємного визнання дипломів, отриманих за кордоном, та шляхом приведення стандартів у відповідність до вимог ЄС.

Дослідженням факторів внутрішнього та зовнішнього середовища на конкурентоспроможність підприємств легкої промисловості займалися автори [9, 10], дослідники у своїй роботі [11] розглядали питання підвищення ефективності діяльності підприємств легкої промисловості в умовах ринкових відносин. Однак, всі дослідження були спрямовані на виявлення економічних факторів впливу та залежності виробництва продукції від сировинної бази. Тому постало питання проведення аналізу факторів, які впливають як на виробництво, так і на збут продукції легкої промисловості.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є аналіз факторів, які впливають на виробництво та збут продукції легкої промисловості та встановлення шляхів вирішення проблем, які з цим пов'язані.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Обмежені ресурси багатьох українських виробників впливають на якість та асортимент продукції. Застаріле обладнання, недостатнє фінансування для впровадження новітніх технологій та обмежені можливості для проведення ефективного маркетингу є основними факторами, що стримують розвиток галузі [12]. Це також відображається на міжнародній репутації вітчизняної продукції, яка поки що поступається за рівнем пізнаваності закордонним брендам.

Доцільним є проведення досліджень факторів, які впливають на розвиток виробництва та збут продукції легкої промисловості в Україні:

1. Конкуренція з імпортними виробами. Значна частина виробів на українському ринку представлена імпортною продукцією, особливо із країн, які є світовими лідерами у виробництві текстилю, таких як Туреччина, Китай, Польща та Італія. За даними Державної служби статистики України, імпорт виробів легкої промисловості стабільно зростає, займаючи понад 70% від загального обсягу товарів цього сегмента на внутрішньому ринку. Основною причиною цього є більш низька собівартість продукції, що забезпечується масовим виробництвом, автоматизацією та використанням новітнього обладнання в країнах-виробниках.

Крім того, Туреччина та Китай мають добре розвинену інфраструктуру для виробництва текстильних виробів, що дозволяє їм пропонувати широкий асортимент продукції за конкурентоспроможними цінами. За даними міжнародного порталу Statista, Туреччина у 2022 році була третьою за обсягом експорту текстильних товарів до країн Європи, тоді як Китай утримує першість у світі за виробництвом текстилю. Українським виробникам важко конкурувати за ціною через обмежені можливості для масштабування виробництва, застаріле обладнання та високу вартість енергоресурсів. Наприклад, за даними Міністерства економіки України, станом на 2023 рік понад 60% підприємств легкої промисловості потребують модернізації технологій. У той же час імпортна продукція нерідко демонструє вищий рівень якості, що додатково стимулює попит серед українських споживачів [8].

Однак слід зазначити, що конкуренція також відкриває нові можливості для вітчизняних виробників. Зокрема, за останні роки зросла зацікавленість до локальної продукції, особливо в сегменті екологічних та унікальних дизайнерських рішень, що свідчить про потенціал для покращення позицій на ринку.

2. Недостатнє технологічне забезпечення. Багато українських підприємств у сфері виробництва виробів легкої промисловості працюють на застарілому обладнанні, що суттєво обмежує їхню конкурентоспроможність. За даними Української асоціації легкої промисловості, близько 70% обладнання на підприємствах легкої промисловості потребує модернізації або повної заміни, що значно впливає на ефективність виробничих процесів, а саме:

3. Якість продукції. Застаріле обладнання не дозволяє досягати високих стандартів точності виготовлення, що призводить до недоліків у гото-

вих виробках. Це ставить українську продукцію у невигідне становище порівняно із імпортними товарами, які виготовляються за допомогою сучасних високоточних технологій [13]. Наприклад, підприємства в Китаї, Туреччині використовують автоматизовані лінії, які забезпечують однорідність та високу якість продукції навіть при великих обсягах виробництва.

4. Ефективність виробництва. Застарілі технології не відповідають сучасним стандартам енергоефективності, через що виробництво залишається затратним. Згідно із дослідженням Інституту економічних досліджень та політичних консультацій (IER), витрати на електроенергію для українських підприємств у середньому на 30% вищі порівняно з аналогічними підприємствами в країнах ЄС. Це збільшує собівартість готової продукції, що ускладнює її конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках [8].

5. Трудомісткість виробничих процесів. Окрім енергозатратності на застарілому обладнанні виробництво є більш трудомістким. Наприклад, багато етапів, які автоматизуються у сучасних виробничих системах, досі виконуються вручну на багатьох українських підприємствах. Це збільшує час на виготовлення продукції та знижує обсяги виробництва. У 2022 році лише 10% українських підприємств легкої промисловості впровадили сучасні цифрові технології, такі як САД-системи для розробки текстильних виробів, тоді як у країнах ЄС цей показник перевищує 50% [6].

Попри ці виклики, виробництво продукції легкої промисловості має значний потенціал для розвитку. Розширення асортименту продукції, використання екологічно чистих та інноваційних матеріалів, підвищення якості й впровадження сучасних методів виробництва можуть стати запорукою успіху українських підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках [13].

На збут продукції легкої промисловості значною мірою впливають слабкі маркетингові стратегії та популярність брендів [14].

Українські виробники стикаються зі значними викликами у сфері брендингу та маркетингу, що суттєво впливає на їхню конкурентоспроможність. Недостатня увага до побудови впізнаваних брендів, слабкі рекламні кампанії та обмежена присутність у цифровому просторі створюють бар'єри для залучення споживачів. У той час як іноземні виробники активно розвивають свої бренди, українські компанії часто залишаються у тіні.



Наприклад, відомі бренди з Туреччини, такі як DeFacto або LC Waikiki, займають вагомі позиції на українському ринку завдяки потужним маркетинговим кампаніям. Натомість українські виробники не завжди використовують можливості для формування довіри до своєї продукції. Згідно з дослідженням агентства Pro-Consulting, лише 15% українських текстильних підприємств мають чітко сформовану маркетингову стратегію, що суттєво знижує їхню конкурентоспроможність.

Сьогодні споживачі активно шукають товари онлайн, проте лише невелика частка українських виробників активно працює у соціальних мережах та має якісні веб-сайти. Відсутність зручних інтернет-магазинів та онлайн-каталогів обмежує доступ споживачів до продукції та знижує обсяги продажів. Наприклад, за даними eCommerce Foundation, 82% покупців починають свій пошук товарів онлайн, що підкреслює важливість цифрових платформ для просування бренду. Багато українських виробників не вкладають кошти у рекламні кампанії через обмежений бюджет або недооцінювання ролі маркетингу. Для порівняння, компанії із Китаю та Польщі активно використовують таргетовану рекламу у соціальних мережах, співпрацюють з блогерами та створюють візуально привабливий контент, що сприяє популяризації їхньої продукції.

Так, одним із успішних прикладів в Україні є бренд Gapmama, який виготовляє дитячий одяг та аксесуари. Завдяки інвестиціям у якісний контент для соціальних мереж, співпраці з блогерами та просуванню в Instagram, бренд значно розширив свою аудиторію та здобув популярність не лише на внутрішньому ринку, а й за кордоном.

На нашу думку, шляхами вирішення проблем у легкій промисловості може бути перш за все підтримка державою вітчизняних виробників. Уряду варто сприяти оновленню технологічної бази через програми фінансування або пільгового кредитування для підприємств легкої промисловості.

Не менш важливими є інвестиції у модернізацію. Підприємствам необхідно залучати іноземні та внутрішні інвестиції для придбання сучасного обладнання, зокрема багатофункціональних швейних машин, лазерних різаків та автоматизованих ткацьких ліній. Оновлення обладнання повинно супроводжуватись навчанням співробітників для роботи із сучасними технологіями.

Таким чином, оновлення технологічного забезпечення є ключовою умовою підвищення конкурентоспроможності українських виробів

легкої промисловості як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках.

Для покращення збуту продукції легкої промисловості доцільним є:

1) Інвестиції у маркетинг. Виробникам варто спрямовувати частину бюджету на створення професійних рекламних кампаній, залучення SMM-менеджерів та контент-мейкерів.

2) Розвиток цифрових платформ. Необхідно створювати якісні веб-сайти, оптимізовані для мобільних пристроїв і забезпечувати активну присутність у соціальних мережах.

3) Співпраця з інфлюенсерами. Впливові блогери можуть допомогти популяризувати продукцію серед цільової аудиторії.

4) Участь у міжнародних виставках. Це допоможе виробникам представити свою продукцію на глобальному рівні та залучити нових клієнтів.

За даними Euromonitor International, бренди, які активно використовують цифрові інструменти для просування, мають на 25-30% вищий рівень продажів порівняно з конкурентами, які ігнорують ці можливості. Успішний розвиток брендингу є не лише шляхом до підвищення пізнаваності, а й важливим елементом у побудові лояльності споживачів.

Отже, розвиток сильних маркетингових стратегій та популярних брендів є критично важливим для українських виробників виробів легкої промисловості. Це дозволить не лише збільшити частку цих виробів на внутрішньому ринку, але й покращити перспективи експорту.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** В результаті проведених досліджень встановлено фактори, які впливають на виробництво продукції, зокрема, трудомісткі та енергетично затратні виробничі процеси, брак робочої сили.

На збут продукції значною мірою впливають слабкі маркетингові стратегії та популярність брендів, нестабільний попит та відсутність довгострокових замовлень, імпортна продукція, яка часто перевершує українські аналоги за якістю, інноваційністю, дизайном.

Запропоновано шляхи вирішення проблем, які постали перед галуззю: перш за все підтримка державою вітчизняних виробників через програми фінансування або пільгового кредитування для підприємств легкої промисловості та інвестиції у модернізацію застарілого обладнання; навчання співробітників для роботи із сучасними технологіями; інвестиції у маркетинг; розвиток цифрових платформ; співпраця з інфлюенсерами;

участь у міжнародних виставках, використанням цифрових технологій.

Розвиток легкої промисловості надасть можливість державі створити нові робочі місця, підвищити конкурентоспроможність вітчизняної продукції та отримати суттєві відрахування до державного та місцевих бюджетів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Україна. 30 років незалежності. Стислий довідник / За ред. д. і. н., проф. Киридон А. М. Київ : Державна наукова установа «Енциклопедичне видавництво». 2021. 536 с.

2. Bielialov T. E. Assessment of the external environment for the purpose of financial planning of light industry / T. E. Bielialov // Scientific bulletin of Polissia. 2017. № 3 (11), Part 2. С. 77–81.

3. Гавриленко Т. В. Перспективи розвитку легкої промисловості України в умовах нестабільного зовнішнього середовища / Т. В. Гавриленко, І. В. Бродюк // Економічні горизонти: науковий журнал. 2018. № 1 (4). С. 28–34.

4. Заріцька Н. М. Аналіз зовнішнього середовища функціонування легкої промисловості України / Вісник КНУТД. Серія: Економічні науки. – 2019. № 6 (141). С. 28–39.

5. Федорак В. Сучасні тенденції інноваційного розвитку підприємств легкої промисловості в умовах глобалізації // Вчені записки університету «КРОК». Серія: Економіка. 2019. № 2. С. 231–236.

6. Харченко В.О., Сухомлин М.О. Фактори розвитку легкої промисловості України в умовах поглиблення міжнародної інтеграції. Глобальна безпека та асиметричність світового господарства в умовах нестабільного розвитку економічних систем: матеріали науково-практичної інтернет-конференції, м. Кропивницький, 8 грудня 2023 р. / упоряд. І. М. Миценко. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 501–505.

7. Польнікова В. Криза легкої промисловості в Україні: як нестабільний попит та брак ресурсів впливають на галузь. 11.10.2024. / ФАКТ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://fact-news.com.ua/kriza-legkoi-promislovosti-v-ukraini-yak-nestabilniy-popit-ta-brak-resursiv-vplivayut-na-galuz>.

8. Бетлій О., Ангел Є. Секторальний аналіз: легка промисловість вересень 2024 р. / Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.ier.com.ua/files/Projects/2024/SEP/Sectoral\\_report\\_light\\_industry.pdf](http://www.ier.com.ua/files/Projects/2024/SEP/Sectoral_report_light_industry.pdf).

9. Зайцева Л.О. Вплив факторів внутрішнього та зовнішнього середовища на конкурентоспроможність підприємств легкої промисловості. Економічний вісник Донбасу. 2013. № 2 (32). С. 140–144.

10. Дмитрієв І.А., Кирчата І.М., Шершенюк О.М. Конкурентоспроможність підприєм-

ства: навчальний посібник Х.: ФОП Бровін О.В., 2020. 340 с.

11. Воронкова Т.Є., Маслюк Л.Л. Підвищення ефективності діяльності підприємств легкої промисловості в умовах ринкових відносин. Інвестиції: практика та досвід. 2016. № 20. С. 47–52.

12. Польнікова В. Криза легкої промисловості в Україні: як нестабільний попит та брак ресурсів впливають на галузь. 11.10.2024. / ФАКТ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://fact-news.com.ua/kriza-legkoi-promislovosti-v-ukraini-yak-nestabilniy-popit-ta-brak-resursiv-vplivayut-na-galuz>.

13. Бондаренко С.М. Управління якістю у контексті сталого розвитку на підприємствах легкої промисловості як інструмент післявоєнного відновлення України. Інновації для відродження: національний, регіональний, міжнародний контекст: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, Запоріжжя, 12-13 жовтня 2023 р. Запоріжжя: ЗНТУ, 2023. С. 356–357.

14. Зінорук Л. Аналіз ефективності брендингу на підприємствах легкої промисловості України. *Молодий вчений*, 2021. №10 (98). С. 147–150.

#### REFERENCES:

1. Kyrydon A. M. (eds.). (2021). *Ukrayina. 30 rokiv nezalezhnosti. Styslyy dovidnyk*. Kyiv : Derzhavna naukova ustanova «Entsyklopedychne vydavnytstvo», 536 p. [in Ukrainian].

2. Bielialov, T.E. (2017). Assessment of the external environment for the purpose of financial planning of light industry. *Scientific bulletin of Polissia*, No. 3 (11), Part 2. P. 77–81.

3. Havrylenko, T.V., Brodiuk, I.V. (2018). *Perspektyvy rozvytku lehkoi promyslovosti Ukrainy v umovakh nestabilnoho zovnishnoho seredovyshcha* [Prospects for the development of light industry in Ukraine in the conditions of unstable environment]. *Ekonomichni horyzonty: naukovyi zhurnal* [Economic horizons: scientific journal], No. 1 (4), P. 28–34 [in Ukrainian].

4. Zarits'ka N. M. (2019). *Analiz zovnishn'oho seredovyshcha funktsionuvannya lehkoyi promyslovosti Ukrainy* / *Visnyk KNUTD*. Seriya: Ekonomichni nauky. № 6 (141). P. 28–39 [in Ukrainian].

5. Fedorak V. (2019). *Suchasni tendentsiyi innovatsynoho rozvytku pidpryyemstv lehkoyi promyslovosti v umovakh hlobalizatsiyi* // *Vcheni zapysky universytetu «KROK»*. Seriya: Ekonomika. № 2. P. 231–236 [in Ukrainian].

6. Kharchenko, V.O. and Sukhomlyn, M.O. (2023), «Development factors of the light industry of Ukraine in the conditions of deepening international integration», *Hlobalna bezpeka ta asymetrychnist svitovoho hospodarstva v umovakh nestabilnoho rozvytku ekonomichnykh system: materialy naukovopraktychnoi internet-konferentsii* [Global security and asymmetry

of the world economy in conditions of unstable development of economic systems: materials of the scientific and practical internet conference], NTU, Kropyvnytskyi, Ukraine, pp. 501–505.

7. Pol'nikova V. Kryza lehkoyi promyslovosti v Ukrayini: yak nestabil'nyy popyt ta brak resursiv vplyvayut' na haluz'. 11.10.2024. / FAKT. Retrieved from: <https://fact-news.com.ua/kriza-legkoi-promislovosti-v-ukraini-yak-nestabilniy-popit-ta-brak-resursiv-vplivayut-na-galuz>.

8. Betliy O., Anhel YE. (2024). Sektoral'nyy analiz: lehka promyslovist' veresen' 2024. / Instytut ekonomichnykh doslidzhen' ta politychnykh konsul'tatsiy. Retrieved from: [http://www.ier.com.ua/files/Projects/2024/CEP/Sectoral\\_report\\_light\\_industry.pdf](http://www.ier.com.ua/files/Projects/2024/CEP/Sectoral_report_light_industry.pdf).

9. Zaytseva L.O. (2013). Vplyv faktoriv vnutrishn'oho ta zovnishn'oho seredovyshcha na konkurentospromozhnist' pidpryyemstv lehkoyi promyslovosti. Ekonomichnyy visnyk Donbasu. № 2 (32). P. 140-144 [in Ukrainian].

10. Dmytriyev I.A., Kyrchata I.M., Shershenyuk O.M. (2020). Konkurentospromozhnist' pidpryyemstva: navchal'nyy posibnyk – KH.: FOP Brovin O.V. 340 p [in Ukrainian].

11. Voronkova T.YE., Maslyuk L.L. (2016). Pidvyshechennya efektyvnosti diyal'nosti pidpryyemstv

lehkoyi promyslovosti v umovakh rynkovykh vidnosyn. Investytsiyi: praktyka ta dosvid. № 20. P. 47–52 [in Ukrainian].

12. Pol'nikova V. (2024). Kryza lehkoyi promyslovosti v Ukrayini: yak nestabil'nyy popyt ta brak resursiv vplyvayut' na haluz'. 11.10.2024. / FAKT. Retrieved from: <https://fact-news.com.ua/kriza-legkoi-promislovosti-v-ukraini-yak-nestabilniy-popit-ta-brak-resursiv-vplivayut-na-galuz>.

13. Bondarenko, S.M. (2023), “Quality management in the context of sustainable development at light industry enterprises as a tool for the post-war recovery of Ukraine”, Innovatsii dlia vidrozhennia: natsionalnyi, rehionalnyi, mizhnarodnyi kontekst: tezy dopovidei IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Innovations for revival: national, regional, international context: theses of reports of the 4th International Scientific and Practical Conference], ZNTU, Zaporizhia, Ukraine, pp. 356-357 [in Ukrainian].

14. Zinoruk, L. (2021). Analiz efektyvnosti brendynhu na pidpryyemstvakh lehkoyi promyslovosti Ukrayiny. Molodyy vchenyy. №10 (98). P. 147–150 [in Ukrainian].

*Стаття надійшла до редакції  
10 грудня 2024 року*

УДК 677.11:006.3/8

**Калінський Є. О.,**

*kalinsky30@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2605-8759, Researcher ID: GNP-1538-2022,  
к. т. н., доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Воронко О. В.,**

*sashok.varanko911@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-0819-511X, Researcher ID: LCZ-9077-2024,  
аспірант, Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Росолов В. В.,**

*rossolov0512@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-4362-1607, Researcher ID: LZP-2567-2025,  
аспірант, Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

## **МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ РІВНЯ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ЛУБ'ЯНИХ ВОЛОКОН**

**Анотація.** У статті представлено методологічні основи кількісної оцінки рівня розвитку національної системи стандартизації луб'яних волокон. Обґрунтовано актуальність розробки такої методології у контексті глобалізації світової економіки та необхідності підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на міжнародному ринку. На основі системного аналізу існуючих підходів до оцінки якості луб'яних волокон розроблено комплексну систему індикаторів та критеріїв оцінки, що включає п'ять ключових груп: технологічність методів оцінки якості, об'єктивність вимірювань, інформативність стандартів, сучасність обладнання та відповідність міжнародним вимогам. Для кожної групи індикаторів визначено вагові коефіцієнти та розроблено детальні критерії оцінки за 5-бальною шкалою. Запропоновано математичний апарат для розрахунку групових та інтегрального показників рівня розвитку, який враховує відносну важливість різних аспектів через систему вагових коефіцієнтів. Розроблено шкалу оцінки та критерії інтерпретації результатів, що дозволяють чітко визначити рівень розвитку системи та ступінь її відставання від еталонної. Проведено апробацію методології на прикладі порівняльного аналізу систем стандартизації України та США. Встановлено, що інтегральний показник рівня розвитку української системи становить 0.53 (задовільний рівень) порівняно з 0.91 (відмінний рівень) для системи США. Визначено ключові напрямки відставання: технологічність методів (-11 балів), об'єктивність вимірювань (-10 балів) та сучасність обладнання (-10 балів). На основі отриманих результатів сформульовано практичні рекомендації щодо використання розробленої методології, включаючи періодичність проведення оцінки, вимоги до складу експертної групи, порядок документування процесу та напрямки використання результатів. Запропонована методологія створює наукове підґрунтя для систематичного моніторингу розвитку системи стандартизації та обґрунтування управлінських рішень щодо її модернізації. Визначено перспективні напрямки подальших досліджень, зокрема розробка автоматизованої системи розрахунку показників, розширення системи критеріїв та адаптація методології для оцінки систем стандартизації інших видів текстильної сировини.

**Ключові слова:** луб'яні волокна, стандартизація, оцінка якості, інтегральний показник, методологія оцінки.



**Kalinsky E. O.,**

*kalinsky30@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2605-8759, Researcher ID: GNP-1538-2022, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Science, Standardization and Certification, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Voronko O. V.,**

*sashok.varanko911@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-0819-511X, Researcher ID: LCZ-9077-2024, Postgraduate Student, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Rossolov V. V.,**

*rossolov0512@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-4362-1607, Researcher ID: LZP-2567-2025, Postgraduate Student, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

## **METHODOLOGICAL BASES FOR ASSESSING THE DEVELOPMENT LEVEL OF NATIONAL STANDARDIZATION ON THE EXAMPLE OF BAST FIBER STANDARDIZATION SYSTEM**

**Abstract.** *The article presents methodological foundations for quantitative assessment of the national standardization system development level for bast fibers. The relevance of developing such methodology is substantiated in the context of world economy globalization and the need to increase the competitiveness of domestic products in the international market. Based on a systematic analysis of existing approaches to bast fiber quality assessment, a comprehensive system of indicators and evaluation criteria has been developed, including five key groups: technological methods of quality assessment, measurement objectivity, standards informativeness, equipment modernity, and compliance with international requirements. Weighting coefficients have been determined for each group of indicators and detailed evaluation criteria have been developed using a 5-point scale. A mathematical apparatus is proposed for calculating group and integral indicators of the development level, which takes into account the relative importance of various aspects through a system of weighting coefficients. An evaluation scale and criteria for interpreting results have been developed, allowing for clear determination of the system's development level and its degree of lag from the reference system. The methodology was tested through a comparative analysis of standardization systems in Ukraine and the USA. It was established that the integral indicator of the Ukrainian system's development level is 0.53 (satisfactory level) compared to 0.91 (excellent level) for the US system. Key areas of lag were identified: technological methods (-11 points), measurement objectivity (-10 points), and equipment modernity (-10 points). Based on the obtained results, practical recommendations for using the developed methodology have been formulated, including assessment periodicity, requirements for expert group composition, process documentation procedures, and directions for result utilization. The methodology creates a scientific foundation for systematic monitoring of the standardization system development and substantiation of management decisions regarding its modernization.*

**Key words:** bast fibers, standardization, quality assessment, integral indicator, assessment methodology.

**JEL Classification:** L15, L67, O14

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-04>

**Постановка проблеми.** В умовах глобалізації світової економіки та інтенсифікації міжнародної торгівлі особливої актуальності набуває питання оцінки рівня розвитку національних систем стандартизації та їх відповідності міжнародним вимогам. Особливо гостро ця проблема постає у галузі стандартизації луб'яних волокон, де відсутність єдиних підходів до оцінки якості продукції створює суттєві бар'єри для міжнародної торгівлі та знижує конкурентоспроможність вітчизняних виробників.

Система оцінки якості луб'яних волокон в Україні регламентується низкою національних стандартів [9, 10, 15], які потребують суттєвого оновлення та гармонізації з міжнародними вимогами. Наявні методи здебільшого базуються на якісних оцінках та експертних судженнях, що не дозволяє отримати об'єктивну картину стану галузі та розробити ефективні стратегії її модернізації.

Особливої уваги заслуговує проблема відсутності системного підходу до оцінки технологіч-

ного рівня методів випробувань, що використовуються в національних стандартах. В той час як провідні країни активно впроваджують автоматизовані системи аналізу та цифрові технології контролю якості [11, 12], багато національних стандартів все ще базуються на застарілих органолептичних методах оцінки, що не відповідають сучасним вимогам до точності та відтворюваності результатів.

Відсутність методології кількісної оцінки рівня розвитку системи стандартизації також ускладнює процес прийняття управлінських рішень щодо її модернізації. Без чітких критеріїв та показників складно визначити пріоритетні напрямки розвитку, оцінити ефективність впроваджуваних заходів та обґрунтувати необхідність інвестицій у оновлення матеріально-технічної бази.

Таким чином, розробка методологічних основ кількісної оцінки рівня розвитку національної системи стандартизації є актуальним науковим завданням, вирішення якого дозволить:

- об'єктивно оцінити поточний стан системи стандартизації;
- визначити ступінь її відставання від світових лідерів;
- обґрунтувати пріоритетні напрямки модернізації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Особливої уваги заслуговують дослідження американських науковців, проведені під егідою ASTM International. У роботах [6–8] представлено інноваційні методи оцінки тинини волокна, заокругленості та кольору з використанням сучасних інструментальних методів аналізу. Ці дослідження лягли в основу низки сучасних стандартів ASTM, включаючи методи аналізу зображень для визначення геометричних характеристик волокна [11] та оцінки його щільності [12].

Проблеми гармонізації національних стандартів з міжнародними досліджували Є.О. Калінський зі співавторами [9–11]. Авторами проведено порівняльний аналіз систем стандартизації України та США, виявлено основні причини відставання вітчизняної системи та запропоновано шляхи її модернізації. Сучасні тенденції у використанні луб'яних волокон для виробництва композитних матеріалів та відповідні вимоги до їх стандартизації детально розглянуто в роботі [14].

Методологічні аспекти оцінки систем стандартизації розглядали у своїх роботах М. Blind та К. Mangelsdorf [12], які запропонували підходи до кількісної оцінки економічного ефекту

від впровадження нових стандартів. Однак їхні дослідження стосувалися загальних питань стандартизації і не враховували специфіку луб'яних волокон.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є розробка методологічних основ кількісної оцінки рівня розвитку національної системи стандартизації луб'яних волокон для об'єктивного визначення ступеня її відставання від світових лідерів та обґрунтування пріоритетних напрямків модернізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести системний аналіз існуючих підходів до оцінки рівня розвитку систем стандартизації та визначити їх недоліки.
2. Розробити систему індикаторів для кількісної оцінки основних аспектів розвитку системи стандартизації, включаючи:
  - технологічність методів оцінки якості;
  - об'єктивність вимірювань;
  - інформативність стандартів;
  - сучасність використовуваного обладнання;
  - відповідність міжнародним вимогам.
3. Обґрунтувати методику розрахунку групових та інтегрального показників рівня розвитку системи стандартизації з урахуванням вагових коефіцієнтів окремих індикаторів.
4. Розробити шкалу оцінки та критерії інтерпретації отриманих результатів для визначення ступеня відставання від еталонної системи.

5. Провести апробацію розробленої методології на прикладі порівняльного аналізу систем стандартизації України та США у галузі луб'яних волокон.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розроблена методологія базується на системному підході до оцінки рівня розвитку національної системи стандартизації луб'яних волокон. В основу методології покладено принцип порівняльного аналізу з еталонною системою (бенчмаркінг), що дозволяє не лише оцінити поточний рівень розвитку, але й визначити ступінь відставання від світових лідерів.

Слід зазначити, що в Україні основні вимоги до якості луб'яних волокон регламентуються стандартами ДСТУ 4015-2001 [9], ДСТУ ISO 2370:2009 [10] та ДСТУ EN ISO 20706-1:2022 [15], які встановлюють загальні технічні вимоги та методи випробувань. Тоді як у США впроваджено сучасні інструментальні методи оцінки якості, зокрема визначення ширини волокна за допомогою аналізу зображень [11] та методи визначення щільності волокна [12].

Розробка системи індикаторів проводилась з урахуванням сучасних тенденцій розвитку технологій переробки луб'яних волокон [13] та вимог до їх застосування у нових матеріалах [14]. На основі аналізу світового досвіду розроблено систему з п'яти груп індикаторів:

1. Технологічність методів оцінки якості (Т) – характеризує рівень використання сучасних технологій та автоматизованих систем при проведенні випробувань.

2. Об'єктивність вимірювань (О) – відображає ступінь незалежності результатів від суб'єктивних факторів та людського впливу.

3. Інформативність стандартів (І) – оцінює повноту та доступність інформації, наведеної в нормативних документах.

4. Сучасність обладнання (Е) – характеризує технічний рівень випробувального обладнання.

5. Відповідність міжнародним вимогам (С) – визначає ступінь гармонізації з міжнародними стандартами.

Кожній групі індикаторів присвоєно ваговий коефіцієнт, визначений експертним шляхом з урахуванням їх відносної важливості:

- $w_1 = 0.25$  (Технологічність)
- $w_2 = 0.25$  (Об'єктивність)
- $w_3 = 0.20$  (Інформативність)
- $w_4 = 0.15$  (Сучасність обладнання)
- $w_5 = 0.15$  (Відповідність)

Для кожної групи індикаторів розроблено систему критеріїв оцінки за 5-бальною шкалою (0-5 балів), де:

- 0 балів – повна відсутність відповідності критерію
- 1 бал – мінімальна відповідність
- 2 бали – часткова відповідність
- 3 бали – середня відповідність
- 4 бали – висока відповідність
- 5 балів – повна відповідність

Таблиця 1

**Критерії оцінки технологічності методів (Т)**

Критерій	Характеристика оцінки	Макс. бали
Автоматизація аналізу	Ступінь автоматизації процесу вимірювань	5
Комп'ютерна обробка	Наявність цифрової обробки даних	5
Швидкість отримання результатів	Час, необхідний для проведення аналізу	5
Зберігання даних	Можливість архівування та аналізу результатів	5
Відтворюваність	Стабільність результатів при повторних вимірюваннях	5

Для розрахунку інтегрального показника рівня розвитку системи стандартизації (S) розроблено наступний математичний апарат:

1. Розрахунок групових індексів:

$$G_i = (\sum B_i) / B_{max} \quad (1)$$

де:

- $G_i$  – груповий індекс
- $\sum B_i$  – сума балів за всіма критеріями групи
- $B_{max}$  – максимально можлива сума балів (25)

2. Розрахунок інтегрального показника:

$$S = w_1T + w_2O + w_3I + w_4E + w_5C \quad (2)$$

де:

- T, O, I, E, C – групові індекси
- $w_1...w_5$  – відповідні вагові коефіцієнти

Розроблена методологія була апробована на прикладі порівняльного аналізу систем стандартизації України та США. Результати оцінки наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Результати оцінки систем стандартизації**

Група індикаторів	Україна (бали)	США (бали)	Відставання
Технологічність	12	23	-11
Об'єктивність	14	24	-10
Інформативність	16	22	-6
Сучасність обладнання	11	21	-10
Відповідність	13	23	-10

Розрахунок інтегральних показників:

- Для України:  $S_1 = 0.53$  (задовільний рівень)
- Для США:  $S_2 = 0.91$  (відмінний рівень)
- Відставання:  $\Delta S = 0.38$

На основі отриманих результатів розроблено шкалу оцінки рівня розвитку системи стандартизації:

Таблиця 3

**Шкала оцінки рівня розвитку системи стандартизації**

Діапазон значень	Рівень розвитку	Рекомендації
0.9–1.0	Відмінний	Підтримка досягнутого рівня
0.7–0.89	Добрий	Точкове вдосконалення
0.5–0.69	Задовільний	Системна модернізація
0.3–0.49	Низький	Кардинальне оновлення
0–0.29	Критичний	Повне переформатування

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** На основі системного аналізу проблем стандартизації луб'яних воло-

кон вперше розроблено методологію кількісної оцінки рівня розвитку національної системи стандартизації, яка, на відміну від існуючих підходів, дозволяє об'єктивно визначити ступінь її відставання від світових лідерів та обґрунтувати пріоритетні напрямки модернізації.

Запропоновано комплексну систему індикаторів оцінки, що включає п'ять ключових груп: технологічність методів оцінки якості, об'єктивність вимірювань, інформативність стандартів, сучасність обладнання та відповідність міжнародним вимогам. Для кожної групи розроблено детальні критерії оцінки та обґрунтовано їхні вагові коефіцієнти, що забезпечує системність та об'єктивність оцінювання.

Розроблено математичний апарат для розрахунку групових та інтегрального показників рівня розвитку системи стандартизації, який враховує відносну важливість різних аспектів через систему вагових коефіцієнтів. Запропоновано шкалу оцінки та критерії інтерпретації результатів, що дозволяють чітко визначити рівень розвитку системи та ступінь її відставання від еталонної.

Проведено апробацію розробленої методології на прикладі порівняльного аналізу систем стандартизації України та США. Встановлено, що інтегральний показник рівня розвитку української системи становить 0.53 (задовільний рівень) порівняно з 0.91 (відмінний рівень) для системи США. Визначено ключові напрямки відставання: технологічність методів (-11 балів), об'єктивність вимірювань (-10 балів) та сучасність обладнання (-10 балів).

Сформульовано практичні рекомендації щодо використання розробленої методології, включаючи періодичність проведення оцінки, вимоги до складу експертної групи, порядок документування процесу та напрямки використання результатів. Це створює методичну базу для систематичного моніторингу розвитку системи стандартизації та обґрунтування управлінських рішень щодо її модернізації.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на:

- Розробку автоматизованої системи розрахунку показників;
- Розширення системи критеріїв з урахуванням специфіки різних видів луб'яних волокон;
- Адаптацію методології для оцінки систем стандартизації інших видів текстильної сировини;
- Створення бази даних для порівняльного аналізу систем стандартизації різних країн;
- Розробку методики оцінки економічної ефективності впровадження запропонованих заходів модернізації.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Кузьміна Т. О., Чурсіна Л. А., Тіхосова Г. А. Якість і стандартизація модифікованих волокон : монографія / під ред. Л. А. Чурсіної. Херсон : Олдіплюс, 2009. 416 с.

2. Горач О. О., Круглий Д. Г., Бартків Л. Г. Актуальність розробки нормативних документів на стебла соломи та волокно льону олійного. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2016. № 2. С. 118–122.

3. Boyko G. Methods for improving the qualitative indicators of hemp katonin for its use in footwear / G. Boyko, T. Holovenko, S. Yageluk, O Dombrovskaya, T Kuzmina, V. Evtushenko / *Vlákna a textil: scientific journal of Institute of Natural and Synthetic Polymers of Slovak University of Technology*. Bratislava (Slovakia): 2021. Volume 28. P. 3–8.

4. Головенко Т.М. Новітні комплексні системи оцінювання якості та обробки льоновмісних матеріалів: монографія / Т.М. Головенко, О.О. Налобіна, О.В. Пахольок, О.В. Шовкомуд, Ю.В. Березовський. Луцьк: ЛНТУ, 2024. 476 с.

5. Akin D. E., Epps H. H., Archibald D. D., Sharma H. S. S. Color Measurement of Flax Retted by Various Means. *Textile Research Journal*. 2000. Vol. 70, No. 10. P. 852–858. DOI: 10.1177/004051750007001005.

6. ASTM D6798-02(2007). Standard Terminology Relating to Flax and Linen. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2007. 10 p.

7. ASTM D7025-09. Standard Test Method for Assessing Clean Flax Fiber Fineness. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2009. 6 p.

8. ASTM D7076-10. Standard Test Method for Measurement of Shives in Retted Flax. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2010. 4 p.

9. Калінський Є.О., Воронко О.В. Стандартизація лляної сировини: порівняльний аналіз досвіду США та України. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 1. С. 112–124.

10. Калінський Є. О., Воронко О. В. Модернізація системи стандартизації льону в Україні: орієнтири та перспективи на основі аналізу досвіду США // Якість та товарознавча характеристика товарів різного функціонального призначення: матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. студентів і молодих учених (25 травня 2024 р., м. Хмельницький) / під ред. В. В. Євтушенко. Хмельницький, 2024. С. 27–30.

11. Калінський Є.О. Наукові основи застосування критеріїв оцінювання систем стандартизації в галузі переробної промисловості / Є.О. Калінський // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (м. Мелітополь, 8-11 вересня 2015 р.). Мелітополь, 2015. С. 53–55.



12. Blind K., Mangelsdorf A. Motives to standardize: Empirical evidence from Germany. *Technovation*. 2016. Vol. 48-49. P. 13-24. DOI: 10.1016/j.technovation.2016.01.001.

13. ДСТУ 4015-2001. Льон типаний. Технічні умови. [Чинний від 2001-03-30]. Київ : Держстандарт України, 2001. 12 с.

14. ДСТУ ISO 2370:2009. Матеріали текстильні. Визначення тонини лляних волокон. Методи випробування повітропроникністю (ISO 2370:1980, IDT). [Чинний від 2011-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.

15. ASTM D7879-13(2018). Standard Test Method for Determining Flax Fiber Widths Using Image Analysis. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2018. DOI: 10.1520/D7879-13R18.

16. ASTM D8171-18. Standard Test Methods for Density Determination of Flax Fiber. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2018. DOI: 10.1520/D8171-18.

17. Sharma H.S.S., Van Sumere C.F. *The Biology and Processing of Flax*. Belfast: M Publications, 2023. 453 p.

18. Pickering K.L., Aruan Efendy M.G. *Natural Fiber Composites*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2024. 386 p.

19. ДСТУ EN ISO 20706-1:2022. Текстиль. Якісний і кількісний аналіз деяких луб'яних волокон (льону, конопель, рами) та їх сумішей. Частина 1. Ідентифікація волокна за допомогою методів мікроскопії (EN ISO 20706-1:2019, IDT; ISO 20706-1:2019, IDT). [Чинний від 2023-01-01]. Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2022. 14 с.

#### REFERENCES:

1. Kuzmina T. O., Chursina L. A., Tikhosova H. A. Yakist i standartyzatsiia modifikovanykh volokon : monohrafiia / pid red. L. A. Chursinoi. Kherson : Oldiplius, 2009. 416 s.

2. Horach O. O., Kruhlyi D. H., Bartkiv L. H. Aktualnist rozrobky normatyvnykh dokumentiv na stebła solomy ta volokno lonu oliinoho. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2016. № 2. S. 118-122.

3. Boyko G. Methods for improving the qualitative indicators of hemp katonin for its use in footwear / G. Boyko, T. Holovenko, S. Yageluk, O. Dombrowskaya, T. Kuzmina, V. Evtushenko / *Vlákna a textil: scientific journal of Institute of Natural and Synthetic Polymers of Slovak University of Technology*. – Bratislava (Slovakia): 2021. – Volume 28. – P. 3-8.

4. Holovenko T.M. Novitni kompleksni systemy otsiniuvannia yakosti ta obrobky lonovmisnykh materialiv: monohrafiia / T.M. Holovenko, O.O. Nalobina, O.V. Pakholiuk, O.V. Shovkomud, Yu.V. Berzovskiy – Lutsk: LNTU, 2024. – 476 s.

5. Akin D. E., Epps H. H., Archibald D. D., Sharma H. S. S. Color Measurement of Flax Retted by Various Means. *Textile Research Journal*. 2000. Vol. 70, No. 10. P. 852-858. DOI: 10.1177/004051750007001005.

6. ASTM D6798-02(2007). Standard Terminology Relating to Flax and Linen. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2007. 10 p.

7. ASTM D7025-09. Standard Test Method for Assessing Clean Flax Fiber Fineness. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2009. 6 p.

8. ASTM D7076-10. Standard Test Method for Measurement of Shives in Retted Flax. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2010. 4 p.

9. Kalinskyi Ye.O., Voronko O.V. Standartyzatsiia liianoi syrovyny: porivnialnyi analiz dosvidu SShA ta Ukrainy. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2024. № 1. S. 112-124.

10. Kalinskyi Ye. O., Voronko O. V. Modernizatsiia systemy standartyzatsii lonu v Ukraini: oriientyry ta perspektyvy na osnovi analizu dosvidu SShA // Yakist ta tovaroznavcha kharakterystyka tovariv riznoho funktsionalnoho pryznachennia: materialy Vseukr. nauk.-prakt. Internet-konf. studentiv i molodykh uchenykh (25 travnia 2024 r., m. Khmelnytskyi) / pid red. V. V. Yevtushenko. – Khmelnytskyi, 2024. – S. 27–30.

11. Kalinskyi Ye.O. Naukovi osnovy zastosuvannia kryteriiv otsiniuvannia system standartyzatsii v haluzi pererobnoi promyslovosti / Ye.O. Kalinskyi // *Innovatsiini aspekty rozvytku obladnannia kharchovoi i hotelnoi industrii v umovakh suchasnosti: tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (m. Melitopol, 8-11 veresnia 2015 r.). – Melitopol, 2015 – S. 53-55.

12. Blind K., Mangelsdorf A. Motives to standardize: Empirical evidence from Germany. *Technovation*. 2016. Vol. 48-49. P. 13-24. DOI: 10.1016/j.technovation.2016.01.001.

13. DSTU 4015-2001. Lon tipanyi. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2001-03-30]. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2001. 12 s.

14. DSTU ISO 2370:2009. Materialy tekstylni. Vyznachennia tonyny liianykh volokon. Metody vyprobuvannia povitropronykniustiu (ISO 2370:1980, IDT). [Chynnyi vid 2011-01-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009. 14 s.

15. ASTM D7879-13(2018). Standard Test Method for Determining Flax Fiber Widths Using Image Analysis. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2018. DOI: 10.1520/D7879-13R18.

16. ASTM D8171-18. Standard Test Methods for Density Determination of Flax Fiber. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2018. DOI: 10.1520/D8171-18.

17. Sharma H.S.S., Van Sumere C.F. *The Biology and Processing of Flax*. Belfast: M Publications, 2023. 453 p.

18. Pickering K.L., Aruan Efendy M.G. *Natural Fiber Composites*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2024. 386 p.

19. DSTU EN ISO 20706-1:2022. Tekstyl. Yakisnyi i kilkisnyi analiz deiakykh lubianykh volokon (lonu, konopel, rami) ta yikh sumishei. Chastyna 1. Identyfikatsiia volokna za dopomohoiu metodiv mikroskopii (EN ISO 20706-1:2019, IDT; ISO 20706-1:2019, IDT). [Chynnyi vid 2023-01-01]. Kyiv: DP "UkrNDNTs", 2022. 14 s.

*Стаття надійшла до редакції  
5 грудня 2024 року*

## **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

УДК 677.11.021

**Бойко Г. А.,**

*galina\_boyko\_86@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8773-5525, Researcher ID: ABA-6427-2020,  
к. т. н., доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Головенко Т. М.,**

*tanyushkagolovenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1792-9364,  
Researcher ID: <https://www.researchgate.net/profile/Tetiana-Holovenko>,  
д. т. н., доцент кафедри технологій легкої промисловості,  
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк*

**Останчук О. В.,**

*olga.ostarchuk@edelvika.com, ORCID ID: 0009-0009-4656-6433,  
к. т. н., головний технолог ПрАТ «Едельвіка», м. Луцьк*

**Гич О. А.,**

*gych93@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1107-6743, Researcher ID: HZM-2148-2023,  
асистент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

### **МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ТОВАРАХ**

**Анотація.** У статті проаналізовано можливості використання луб'яних культур в інноваційних текстильних товарах. Зокрема для текстильних виробів пропонується використовувати модифіковані волокна конопель, адже їх вирощування характерне для України. В роботі проаналізовано критерії впливу конопляного волокна на текстильні вироби та виявлено негативні фактори, зокрема на текстильне взуття. З метою визначення цього фактору в роботі було досліджено натуральні властивості модифікованого конопляного волокна та його хімічний склад. Визначено, що хімічний склад модифікованого конопляного волокна має значний вплив на його фізико-механічні показники. Зокрема найбільший вплив хімічний склад конопель має на показник відносного розривного подовження, який є достатньо високим – 17,2 %. З таким показником розривного подовження стовідсоткове використання цієї сировини в пряжі для виготовлення формостійких виробів не рекомендовано. Також, виявлено, що високий показник відносного подовження супроводжується пластичною деформацією волокна, за рахунок його хімічної структури. Для покращення натуральних властивостей модифікованого конопляного волокна було запропоновано спеціальні режими його пропарювання. Після пропарювання проводився повторний аналіз властивостей і хімічного складу. Визначено, що методика пропарювання волокна позитивно вплинула на його показник розривного подовження та покращило хімічний склад який впливає на його пластичну деформації. Високотемпературна пара під тиском зруйнувала пектинові речовини на 4%, які зв'язують мікрофібрили. Це призвело до зменшення здатності волокон до подовження через зниження зв'язності між компонентами. Геміцелюлози під впливом пари зазнали гідролізу, стали менш еластичними. Їхній зменшений вміст (за найменшими показниками на 7%) робить волокно більш жорстким і знижує його пластичність, але не критично, залишаючи певний відсоток (3,0-7,8%), який надає взуттєвій тканині при експлуатації необхідні якісні властивості. Запропонована методика покращення лубоволокнистої конопляної сировини дає змогу розширення асортименту інноваційних виробів з цієї культури.

**Ключові слова:** лубоволокниста сировина, модифіковане волокно конопель, натуральні властивості, хімічний склад, розривне подовження, текстильне взуття.

**Boyko G. A.,**

*galina\_boyko\_86@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8773-5525, Researcher ID: ABA-6427-2020, PhD, Associate Professor, Department of Commodity Science, Standardization and Certification, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Golovenko T. M.,**

*tanyushkagolovenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1792-9364, Researcher ID: <https://www.researchgate.net/profile/Tetiana-Holovenko> Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Light Industry Technologies, Lutsk National Technical University, Lutsk*

**Ostapchuk O. V.,**

*olga.ostapchuk@edelvika.com, ORCID ID: 0009-0009-4656-6433, PhD, Chief Technologist, PrJSC "Edelvika", Lutsk*

**Gych O. A.,**

*gych93@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1107-6743, Researcher ID: HZM-2148-2023, Assistant, Department of Commodity Science, Standardization and Certification, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

## **POSSIBILITIES OF USING BAST RAW MATERIALS IN INNOVATIVE TEXTILE PRODUCTS**

**Abstract.** *The article analyzes the possibilities of using bast crops in innovative textile products. In particular, for textile products, it is proposed to use modified hemp fibers, since their cultivation is typical for Ukraine. The work analyzes the criteria for the impact of hemp fiber on textile products and identifies negative factors, in particular on textile footwear. In order to determine this factor, the work investigated the natural properties of modified hemp fiber and its chemical composition. It was determined that the chemical composition of modified hemp fiber has a significant impact on its physical and mechanical indicators. In particular, the chemical composition of hemp has the greatest impact on the relative elongation at break, which is quite high – 17.2%. With such an elongation at break, one hundred percent use of this raw material in yarn for the manufacture of dimensionally stable products is not recommended. It was also found that a high relative elongation is accompanied by plastic deformation of the fiber due to its chemical structure. To improve the natural properties of modified hemp fiber, special steaming modes were proposed. After steaming, a re-analysis of the properties and chemical composition was carried out. It was determined that the steaming method of the fiber had a positive effect on its elongation at break index and improved the chemical composition that affects its plastic deformation. High-temperature steam under pressure destroyed pectin substances by 4%, which bind microfibrils. This led to a decrease in the ability of the fibers to elongate due to a decrease in the connectivity between the components. Hemicelluloses under the influence of steam underwent hydrolysis, became less elastic. Their reduced content (by the lowest indicators by 7%) makes the fiber more rigid and reduces its plasticity, but not critically, leaving a certain percentage (3.0-7.8%), which gives the shoe fabric the necessary quality properties during operation. The proposed method for improving bast fiber hemp raw materials allows expanding the range of innovative products from this crop.*

**Key words:** bast fiber raw materials, modified hemp fiber, natural properties, chemical composition, elongation at break, textile footwear.

**JEL Classification:** O 31

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-05>

**Постановка проблеми.** Ринок українських текстильних товарів нині переживає важкі часи. Багато підприємств з виробництва текстильних виробів вимушено релокувало свої потужності

в більш безпечні регіони, частина переформувала своє виробництво під випуск товарів військового призначення, інші просто закрилися [1, 2]. Українські текстильні підприємства стикаються



з необхідністю заміни імпортової сировини бавовни на альтернативні матеріали, зокрема луб'яну сировину (льон, коноплі, джут). Використання луб'яних культур може стати перспективним напрямком для розвитку текстильної галузі, якщо враховувати де-які аспекти. По-перше, найбільш альтернативною луб'яною сировиною для України є коноплі, використання яких вже впроваджено в українську промисловість, але не в таких масштабах як це роблять європейські країни. Для того щоб розширювати асортимент, впроваджувати інноваційні товари з цієї сировини потрібно добре розумітися на її натуральних властивостях, визначити всі переваги та недоліки. Можливість використання конопляної сировини в інноваційних товарах, які можуть конкурувати на європейських ринках залежить від якості волокна та його придатності до нових товарів. Тому актуальним завданням даної роботи є визначення натуральних властивостей конопляного волокна та можливостей його реалізації в текстильних товарах.

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

Для впровадження конопляного волокна в текстильній промисловості та можливості заміни ним волокон бавовни потрібно зробити ці волокна бавовноподібними [3]. Тобто максимально наблизити їх за своєю структурою до бавовняного волокна. Відомо, що конопля містить надміцні і довгі волокна. Використання такого волокна без їх попередньої модифікації для виготовлення пряді спричинить відсутність тактильних відчуттів м'якості у готових текстильних виробках, що передбачено природними властивостями бавовняного волокна. Такий результат можливий лише за умови здійснення технологічних процесів котонізації конопляного волокна.

Багато українських та світових вчених присвятили свої наукові праці методам модифікації луб'яних культур з визначенням їх натуральних властивостей [4, 5]. Але в роботах не було висвітлено недоліки модифікаційних конопляних волокон, в більшості описуються тільки переваги цієї культури. Для створення якісної інноваційної текстильної продукції потрібно звернути увагу перш за все на недоліки цього волокна з метою їх усунення та виготовлення товарів високої якості.

**Постановка завдання.** Головним завданням даної роботи є дослідження всіх натуральних властивостей модифікованого конопляного волокна з метою виявлення негативних аспектів та визначення методик їх усунення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Технічні коноплі на даний час це дуже цінна

культура для текстильної промисловості. Тканини з технічних конопель відрізняються від інших тканин своїми властивостями та довговічністю. Конопляне волокно сприятливо впливає на шкіру людини: нейтралізує токсичні речовини, протидіє мікробам, забезпечує дихання клітин протягом усього дня, справляє м'який тонізуючий ефект, що надає лише комфортні відчуття. Коноплі набагато міцніші за бавовну. Це зумовлюється особливою структурою волокон рослини. А зважаючи на дефіцит бавовни у світі, адже відомо що бавовна використовується не тільки для виробництва текстильних матеріалів, але і порошу. То конопляні волокна можуть стати гідним заміником бавовняного волокна в легкій промисловості зокрема і у виробництві текстильних виробів.

Відомо, що коноплеволокно характеризується високими фізико-механічними, гігроскопічними, антибактеріальними, та антиалергічними властивостями. Але, поряд з цим вироби з даної сировини, особливо текстильне взуття мають деякі недоліки. В процесі експлуатації, тканини для верху взуття втрачають формостійкість. При інтенсивному носінні спостерігається втрата зовнішнього вигляду, деформація взуття і зміна розміру. На даний час причини цих негативних факторів та шляхи їх вирішення не встановлено. Щоб оцінити придатність модифікованих волокон конопель для використання в текстильному взутті в роботі пропонується проаналізувати його переваги та недоліки. В таблиці 1 проаналізовано критерії що є обов'язковими для текстильного взуття і саме як конопляний текстиль на них впливає.

Спиряючись на вище описані натуральні властивості конопляного волокна та можливості його застосування у взуттєвому виробництві можна зробити висновок, що передумови для створення нового текстильного взуття є але потрібно сформулювати методику, щодо вирішення проблеми взуття при його експлуатації – це втрата формостійкості.

Для цього в роботі було визначено натуральні властивості модифікованих волокон конопель та їх хімічний склад.

У результаті дослідження хімічного складу та натуральних властивостей модифікованого конопляного волокна встановлено, що його висока міцність, яка характеризується показником розривного навантаження волокон – 12,0 гс, обумовлена великим вмістом в хімічному складі целюлози (до 90,0%) та лігніну (до 8,0 %), значно більшим,



## Аналіз можливостей конопляного волокна використовуватися в текстильному взутті

Критерій	Опис	Переваги	Недоліки
Матеріал	Конопляне волокно – натуральний матеріал, отриманий з рослин технічної конопли	Екологічний, біорозкладний, стійкий до шкідливих впливів	Вартість виробництва може бути більшою ніж синтетичних матеріалів
Гігієнічні властивості	Завдяки натуральній структурі волокна забезпечується вентиляція стопи	Запобігає пітливості та утворенню неприємних запахів	У холодну пору погоди може бути недостатньо теплим без додаткових утеплювачів
Гігроскопічність	Конопля добре вбирає вологу, одночасно зберігаючи сухість завдяки швидкому випаровуванню	Комфортне носіння навіть у спекотні дні	Потребує спеціального догляду для запобігання утворення плям
Міцність і зносостійкість	Волокно дуже міцне і витримує інтенсивне використання, стійке до тертя і розривів	Тривалий термін служби, зменшення кількості відходів	Може втрачати форму без належного догляду, або за умов інтенсивної експлуатації та контакту з водою
Антибактеріальність	Конопля природно має антибактеріальні властивості, що запобігають розмноженню бактерій і грибків	Підвищує гігієнічність, знижує ризик алергічних реакцій	Не усуває необхідність регулярного догляду і чищення взуття
Комфорт	Легке, приємне на дотик, забезпечує природну гнучкість	Зручно для повсякденного використання, підходить для тривалих прогулянок	Може бути недостатньо захисним для екстремальних умов експлуатації (дощ, сильний мороз)
Теплоізоляція	Залежить від товщини волокна та конструкції взуття – може бути адаптовано, як для літнього так і зимового носіння	Універсальність у різні сезони	Не завжди забезпечує достатній захист у дуже холодну, або вологу погоду
Екологічність	Конопля – рослини, які швидко ростуть і не потребують хімічних добрив, або пестицидів, а також розкладається без шкоди для навколишнього середовища	Сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище	Залежить від погодних і виробничих умов
Дизайн тканини	Конопляне волокно має природну структуру, що забезпечує унікальний вигляд тканині	Можливість створювати індивідуальні стилі	Дизайн не настільки яскравий, як у синтетичних моделей
Ціна	Виробництво конопляного взуття може бути дорожчим через низку проблем, пов'язаних з використанням застарілих технологій	Інвестиція в якісне та довговічне взуття	Вища вартість порівняно з масовими взуттєвими товарами з синтетичних тканин

Джерело: побудовано авторкою [6–8]

Таблиця 2

## Показники натуральних властивостей модифікованого конопляного волокна

№ з/п	Показник	Значення показника
Механічні властивості		
1	Розривне навантаження волокон, гс	12,0
2	Абсолютне розривне подовження, мм	6,7
3	Відносне розривне подовження, %	17,2
Геометричні властивості		
4	Лінійна щільність, текс	5,5
Фізичні властивості		
5	Фактична вологість, %	12,0

ніж у інших луб'яних культур (льон: целюлоза 70%, лігнін 4%). Також визначено, що хімічний склад модифікованого конопляного волокна має значний вплив на його фізико-механічні показники. Зокрема найбільший вплив хімічний склад конопель має на показник відносного розривного подовження, який є достатньо високим – 17,2 %. З таким показником розривного подовження стовідсоткове використання цієї сировини в пряжі для виготовлення формостійких виробів не рекомендовано.

З метою покращення натуральних властивостей модифікованого конопляного волокна було використано спеціально підібрані режими пропарювання, застосування яких показало значне

Хімічний склад модифікованого конопляного волокна

Конопляна сировина	Вид волокна	Вміст основних хімічних компонентів, %					
		целюлоза	геміцелюлоза	лігнін	пектинові речовини	зола	смоли, воски та жири
Волокно	Котонін	71,9–90,0	10,0–18,0	3,7–8,0	5,1–10,4	1,6–3,0	3,0–4,0

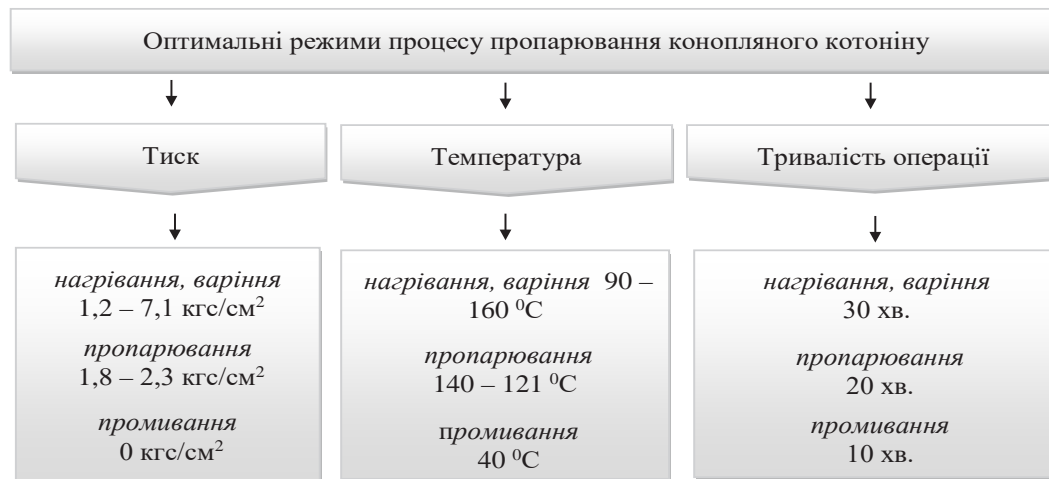


Рис. 1. Схема оптимальних режимів для здійснення процесу пропарювання модифікованих волокон конопель

Джерело: сформовано авторкою

покращення показників досліджуваного волокна та його хімічного складу.

Показник абсолютного подовження після даної методики обробки волокна зменшився на 3 мм, а показник відносного розривного подовження на 7,9 %, що є безпосереднім показником зменшення механічних властивостей. Після пропарювання модифіковане волокно стало тоншим та м'якішим про це свідчить зменшення показника лінійної щільності на 1,7 текса. Зменшення фактичної вологості на 3% приблизило модифіковане конопляне волокно до нормованої фактичної вологості, що застосовується в пневмомеханічному способі прядіння. Показник розривного подовження також зменшився на 1,8 гс, що наблизило його до нормованих показників прядильної здатності волокна.

Високотемпературна пара під тиском зруйнувала пектинові речовини на 4%, які зв'язують мікрофібрили. Це призвело до зменшення здатності волокон до подовження через зниження зв'язності між компонентами. Геміцелюлози під впливом пари зазнали гідролізу, стали менш еластичними. Їхній зменшений вміст (за найменшими показниками на 7%) робить волокно більш жорстким і знижує його пластичність,

але не критично, залишаючи певний відсоток (3,0–7,8%), який надасть взуттєвій тканині при експлуатації необхідні якісні властивості. Також, відбулася і модифікація лігніну – зменшення за найменшими показниками на 1,1 %. Лігнін частково зруйнувався або модифікувався під високою температурою, що позитивно вплинуло на зміну механічних властивостей волокна. Втрата воскових і жироподібних речовин на 2% вплинуло на гладкість і ковзання модифікованого конопляного волокна, роблячи його менш податливим до розтягування. У результаті проведених досліджень встановлено, що за рахунок використання певних режимів пропарювання можливо отримати модифіковане конопляне волокно з покращеними натуральними властивостями, придатного для виготовлення якісних текстильних взуттєвих виробів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** У результаті проведених досліджень встановлено, що в інноваційних текстильних виробках краще використовувати модифіковані волокна конопель, які за своєю структурою подібні до бавовни. Також, в роботі визначено негативні аспекти конопляного волокна, що унеможливають його використання

без спеціальної обробки в інноваційних взуттєвих виробках. Доведено, що за рахунок пропарювання модифікованого конопляного волокна при певних режимах можливо забезпечити зменшення розривного подовження, що дасть можливість покращити формостійкість майбутніх взуттєвих товарів під час їх експлуатації. Таким чином, можна зробити висновок, що використання у взуттєвій промисловості України високоякісного конопляного волокна може сприяти розширенню асортименту текстильного взуття та виходу на ринки якісної, інноваційної, натуральної української взуттєвої продукції. Створення власної сировинної бази дозволить підприємствам галузі виготовляти конкурентоспроможні текстильні взуттєві товари.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Кіндзерський Ю. О. Повоєнне відновлення промисловості України: виклики та особливості політики. *Економічний аналіз*. 2022. Вип. 2. Т. 32. С. 101-117.
2. Бетлій О., Ангел Є. Секторальний аналіз: легка промисловість. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. Київ, 2024. 11 с.
3. Бойко Г.А. Залежність якості лубу технічних конопель від декортрикації. *Міжнарод. наук.-практ. конф. для молодих учених та студентів «Якість та безпечність товарів»*. Луцьк: ЛНТУ. 2020. С. 8-10.
4. Березненко М.П., Хохлова І.Я., Віщенко В.І. Особливості процесів катонізації коротких коноплеволокон і створення на їх основі текстильних матеріалів. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2008. № 2. С. 53-58.
5. Шинкарук М.В., Шамшура М.В. Модифікація конопляного волокна. *Вісник ХНТУ*. 2018. № 4(67). С. 126-129
6. Бойко Г. Донцова В. Формування властивостей волокон технічних конопель. *Міжнар. наук.-практ. конф. Технічні культури для цілей сталого*

*розвитку: пріоритетні напрями наукових досліджень в умовах сучасних викликів і загроз*. Глухів: ІЛК НААН. С. 67-69

7. Грузінська І. Зелена книга. Ринок технічних конопель. Київ: Прямуюємо разом, 2020. 125 с.
8. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. [та ін.]. Коноплі : монографія. Суми : Видавничий будинок «Еллада», 2011. 384 с.

#### **REFERENCES:**

1. Kindzerskyi Yu. O. Povoienne vidnovlennia promyslovosti Ukrainy: vyklyky ta osoblyvosti polityky. *Ekonomichniy analiz*. 2022. Vyp. 2. T. 32. S. 101-117.
2. Betlii O., Anhel Ye. Sektoralniy analiz: lehka promyslovist. Instytut ekonomichnykh doslidzhen ta politychnykh konsultatsii. Kyiv, 2024. 11 s.
3. Boiko H.A. Zalezhnist yakosti lubu tekhnichnykh konopel vid dekortykatsii. *Mizhnarod. nauk.-prakt. konf. dlia molodykh uchenykh ta studentiv «Iakist ta bezpechnist tovariv»*. Lutsk: LNTU. 2020. S. 8-10.
4. Berenzenko M.P., Khokhlova I.Ia., Vislenko V.I. Osoblyvosti protsesiv kotonizatsii korotkykh konoplevolokon i stvorennia na yikh osnovi tekstylnykh materialiv. *Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu tekhnolohii ta dyzainu*. 2008. № 2. S. 53-58.
5. Shynkaruk M.V., Shamshura M.V. Modyfikatsiia konoplianoho volokna. *Visnyk KhNTU*. 2018. № 4(67). S. 126-129
6. Boiko H. Dontsova V. Formuvannia vlastyvostei volokon tekhnichnykh konopel. *Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Tekhnichni kultury dlia tsilei staloho rozvytku: priorytetni napriamy naukovykh doslidzhen v umovakh suchasnykh vyklykiv i zahroz*. Hlukhiv: ILK NAAN. S. 67-69
7. Hruzinska I. Zelena knyha. Rynok tekhnichnykh konopel. Kyiv: Priamuiemo разом, 2020. 125 s.
8. Vyrovets V.H., Barannyk V.H., Hiliazetdinov R.N. [ta in.]. Konopli : monohrafiia. Sumy : Vydavnychy budynok "Ellada", 2011. 384 s.

*Стаття надійшла до редакції  
20 листопада 2024 року*

## **СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

УДК 613:796

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

### **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СПОЖИВЧИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЙОГУРТУ, ЗБАГАЧЕНОГО СИРОВАТКОВИМ ПРОТЕЇНОМ: ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ**

**Анотація.** Дослідження спрямоване на оцінку фізико-хімічних властивостей та споживчого потенціалу йогурту, збагаченого сироватковим протеїном, із перспективою його використання у спортивному харчуванні. Сироватковий протеїн є високоякісним джерелом білка, що сприяє швидкому відновленню м'язів після фізичних навантажень. Основною метою проведеного дослідження є аналіз фізико-хімічних властивостей та споживчого потенціалу такого продукту, а також його відповідності потребам спортсменів і людей, що ведуть активний спосіб життя. Систематизація літературних джерел та підходів до вирішення проблеми засвідчила, що сироватковий протеїн є цінним джерелом білка завдяки його високій біологічній цінності, легкій засвоюваності та багатому амінокислотному складу. Актуальність вирішення даної наукової проблеми полягає у зростаючому попиті на продукти з високим вмістом білка, що сприяють покращенню здоров'я та відновленню організму після фізичних навантажень. Методичним інструментарієм проведеного дослідження стали методи фізико-хімічного аналізу, зокрема вимірювання загальної кислотності, визначення рівня рН та органолептична оцінка. Об'єктом дослідження обрано йогурт, збагачений сироватковим протеїном, оскільки саме він поєднує високу харчову цінність із можливістю вдосконалення функціональних властивостей. У статті представлено результати аналізу ключових фізико-хімічних параметрів, таких як кислотність та рівень рН збагаченого йогурту. Отримані результати засвідчили, що додавання сироваткового протеїну покращує текстуру продукту та сприяє підвищенню його споживчої привабливості завдяки покращеній консистенції та смаковим характеристикам. Крім того, біоактивні компоненти сироваткового протеїну мають додаткові переваги для здоров'я, включаючи підтримку імунної системи та антиоксидантний захист. Результати проведеного дослідження можуть бути корисними для фахівців харчової промисловості у розробці функціональних продуктів, а також для дієтологів і спортсменів, які шукають ефективні рішення для задоволення своїх харчових потреб. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію рецептур продукту, вивчення довгострокового впливу його споживання на здоров'я, а також на додавання нових функціональних інгредієнтів, що розширюють можливості використання збагачених протеїном йогуртів на ширшому споживчому ринку.

**Ключові слова:** фізико-хімічні властивості, загальна кислотність, рівень рН, сироватковий протеїн, йогурт, спортивне харчування, харчова цінність, функціональні продукти, амінокислотний склад, органолептична оцінка, консистенція, антиоксидантний захист, імунна система.



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

## PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND CONSUMER POTENTIAL OF YOGURT ENRICHED WITH WHEY PROTEIN: PROSPECTS FOR SPORTS NUTRITION

**Abstract.** The research focuses on assessing the physicochemical properties and consumer potential of yogurt enriched with whey protein, with a view to its application in sports nutrition. Whey protein is a high-quality source of protein that promotes rapid muscle recovery after physical exertion. The primary aim of the study is to analyze the physicochemical properties and consumer potential of such a product and its suitability for meeting the needs of athletes and active individuals. A systematic review of literature sources and approaches to solving the problem revealed that whey protein is a valuable source of protein due to its high biological value, easy digestibility, and rich amino acid composition. The relevance of addressing this scientific issue lies in the growing demand for high-protein products that improve health and aid in recovery after physical activity. The methodological tools used in the research included physicochemical analysis methods, such as total acidity measurement, pH determination, and organoleptic evaluation. The object of the study was yogurt enriched with whey protein, as it combines high nutritional value with the potential for improved functional properties. The article presents the results of analyzing key physicochemical parameters, such as acidity and pH levels of the enriched yogurt. The findings demonstrated that adding whey protein improves the product's texture and enhances its consumer appeal due to improved consistency and taste characteristics. The results of the study may be useful for food industry professionals in developing functional products, as well as for dietitians and athletes seeking effective solutions to meet their nutritional needs. Future research should focus on optimizing the product's formulation, studying the long-term effects of its consumption on health, and incorporating new functional ingredients to broaden the potential applications of enriched yogurts in a wider consumer market.

**Key words:** physicochemical properties, total acidity, pH level, whey protein, yogurt, sports nutrition, nutritional value, functional products, amino acid composition, organoleptic evaluation, consistency, antioxidant protection, immune system.

**JEL Classification:** L66, O14

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-06>

**Постановка проблеми.** Розвиток здорового харчування та зростаючий інтерес до продуктів із функціональними властивостями обумовлюють необхідність створення нових видів спортивного харчування [1-3]. Йогурти, збагачені сироватковим протеїном, є перспективними завдяки високому вмісту білків, здатності до швидкого засвоєння та сприянню відновленню м'язів після фізичних навантажень. Застосування сучасних інгредієнтів, таких як сироватковий протеїновий концентрат (WPC80) і емульгатор PRODAMUL JD-108, дозволяє покращити не лише харчову цінність, але й споживчі характеристики продукту.

Сироватковий протеїновий концентрат WPC80 обрано через високий вміст білків (до 80%), що робить його ідеальним джерелом незамінних амінокислот для спортсменів [4]. WPC80 сприяє покращенню текстури йогурту, забезпечуючи

густу, кремоподібну консистенцію. PRODAMUL JD-108 як сучасний емульгатор допомагає стабілізації емульсійної системи йогурту, запобігаючи розшаруванню продукту під час зберігання. Комбінація цих інгредієнтів забезпечує оптимальну структуру, знижує ймовірність синерезису та покращує органолептичні показники.

Додатково сироватковий протеїн посилює функціональні властивості продукту завдяки можливості стимулювати синтез м'язового білка. Наявність PRODAMUL JD-108 покращує гомогенність, що є важливим для споживачів. Таким чином, вибір цих компонентів забезпечує йогурт із високим споживчим потенціалом та особливими перевагами для спортивного харчування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження у сфері розробки функціональних молочних продуктів активно розвиваються, зокрема у напрямку використання сироваткових

протеїнів. Сироватковий протеїн (WPC) відзначається високою біологічною цінністю завдяки збалансованому складу амінокислот, що робить його ключовим компонентом спортивного харчування. Згідно з останніми публікаціями збагачення йогуртів WPC забезпечує покращення текстурних властивостей, підвищення в'язкості та стабільності продукту, а також зростання його харчової цінності. Вживання WPC в йогуртах сприяє покращенню травлення та імунітету. Йогурти, збагачені пробіотиками або WPC, показали антиоксидантну активність і допомагають регулювати кишкову мікрофлору, що важливо для спортсменів та активних споживачів [5–7].

Згідно з роботою [7] додавання WPC у молочні продукти сприяє зниженню синерезису, покращує гомогенність і робить текстуру кремоподібною. Крім того, дослідження показали: такі продукти демонструють високий рівень засвоєння амінокислот, що є важливим для відновлення м'язів спортсменів. Стаття вказує: додавання WPC (1%) покращує текстуру, збільшує вологостримуючу здатність йогурту та зменшує утворення сироватки. Занадто висока концентрація (1,5%) призводить до незначного погіршення смакових характеристик через зміну амінокислотного складу. Сенсорна оцінка показала високу прийнятність продукту з оптимальною концентрацією WPC [7-8].

PRODAMUL JD-108 як сучасний емульгатор вивчався в дослідженнях [5] і показав себе ефективним для стабілізації йогуртових систем. Його застосування сприяє підтриманню однорідності продукту навіть при тривалому зберіганні. Дослідники зазначають, що поєднання високої білкової концентрації з приємними смаковими та текстурними характеристиками значно підвищує їх конкурентоздатність на ринку. Таким чином, сучасні публікації підтверджують доцільність використання WPC і емульгаторів для створення функціональних йогуртів. Важливими перспективами є оптимізація рецептур і адаптація продукту до потреб активних споживачів.

**Постановка завдання.** Розробка функціональних молочних продуктів, збагачених білковими компонентами, є актуальним завданням у сфері харчових технологій. Особливу увагу привертає використання сироваткового протеїну (WPC) та сучасних емульгаторів, таких як PRODAMUL JD-108, для покращення фізико-хімічних і споживчих властивостей йогуртів. Завданням дослідження є оптимізація рецептури

йогурту, що поєднує високу харчову цінність, стабільність текстури та тривалий термін зберігання.

**Метою дослідження** є вивчення впливу WPC та PRODAMUL JD-108 на текстуру, органолептичні характеристики, стійкість до синерезису і загальний споживчий потенціал йогурту. Це передбачає аналіз фізико-хімічних властивостей, сенсорної оцінки та технологічної доцільності таких добавок у складі продукту. Результатом є створення функціонального йогурту з перевагами для активних споживачів і спортсменів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сучасний ринок харчових продуктів демонструє зростаючий попит на функціональні продукти, які поєднують високу харчову цінність із позитивним впливом на здоров'я. Особливе місце серед них займають молочні продукти, збагачені сироватковим протеїном (WPC), що є джерелом незамінних амінокислот та сприяє швидкому відновленню організму після фізичних навантажень. Додаткове використання сучасних емульгаторів, таких як PRODAMUL JD-108, дозволяє забезпечити стабільність текстури та покращити органолептичні властивості продукту. Дослідження впливу цих компонентів на властивості йогуртів є важливим для створення якісних та конкурентоспроможних продуктів для спортивного харчування.

Матеріалом для дослідження були персикові йогурти, виготовлені з додаванням загущувачів та їхніх сумішей (табл. 1). Йогурти готували з пастеризованого молока з вмістом 2% жиру, 3% білка та 4,7% лактози, йогуртових культур VIVO, персикового наповнювача (Zentis Polska), який містив: цукор – 58%, персики – 30% (фрукти – 20%, сік – 10%), вода – 9,35%. Як загущувачі були використані: знежирене молоко в порошок (ОМП) (білок – 35%, лактоза – 52%, жир – 1% – SM Gostyń), концентрат сироваткових білків WPC80 (білок – 81%, лактоза – 4%, жир – 5-8% – Regis, Bochnia), PRODAMUL JD-108, стабілізаційна система не містить крохмаль, надає продукту в'язку консистенцію, витримує високу температуру пастеризації, покращує консистенцію, надає кремоподібності і повноти смаку, знижує ризик виникнення синерезису. Перевага в тому, що система не вимагає додаткового часу для набрякання, створює структуру після охолодження і дозрівання готового продукту, сприяє тривалому зберіганню продукту.

Таблиця 1

## Склад персикових йогуртів із різними загущувачами

Складники	J1	J2	J3	J4	J5
Молоко	83,0%	83,0%	83,0%	83,0%	83,0%
Персиковий наповнювач	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
Закваска йогуртова	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
ОМП (знежирене молоко в порошок)	2,0%	-	-	1,0%	1,0%
Sovmlek	-	2,0%	-	1,0%	-
WPC80 (концентрат сироваткових білків)	-	-	2,0%	-	1,0%

Таблиця 2

## Фізико-хімічні властивості персикових йогуртів

Параметр	День досліджень	J1/ OMP	J2/ Sovmlek	J3/ WPC80	J4/ OMP+ Sovmlek	J5/ OMP+ WPC80
рН	1	4,58	4,51	4,53	4,53	4,46
	7	4,49	4,42	4,42	4,35	4,35
	10	4,42	4,39	4,44	4,42	4,35
	15	4,45	4,39	4,45	4,44	4,38
Титрована кислотність, град	1	78,00	77,00	76,20	75,00	75,80
	7	75,20	77,20	75,20	75,60	79,60
	10	78,20	77,40	77,00	77,00	78,80
	15	75,00	77,00	78,60	77,60	78,60

За температури ферментації  $40\pm 5^{\circ}\text{C}$  формування згустку в усіх зразках йогуртів завершується за 4-6 годин, а титрована кислотність досягає оптимального значення  $75^{\circ}\text{T}$ . Цей етап є ключовим у виробництві молочних продуктів, оскільки рівень кислотності впливає на структуру, стабільність і сенсорні властивості йогурту. Gustaw та Nastaj [9], аналізуючи час заквашування йогуртів із препаратами сироваткових білків, дійшли висновку, що додавання сироваткових білків до молока подовжує період утворення кислотного згустку. Кислотність у діапазоні 4,2–4,5 рН є найбільш прийнятною для споживачів, оскільки нижчі показники можуть призвести до небажаних змін текстури, смаку та зменшення життєздатності бактерій. При нижчих значеннях рН можуть відбуватися небажані зміни у смаку і вигляді, через виділення сироватки із згустку, а також зниження виживання йогуртових бактерій [10]. Siemianowski та ін. [11], досліджуючи натуральні йогурти, доступні у продажу, помітили, що вони характеризувалися середніми значеннями активної кислотності в діапазоні 4,2–4,3. Натомість Kozioł та Gustaw [12], аналізуючи кислотність комерційних натуральних і фруктових йогуртів, отримали нижчі результати.

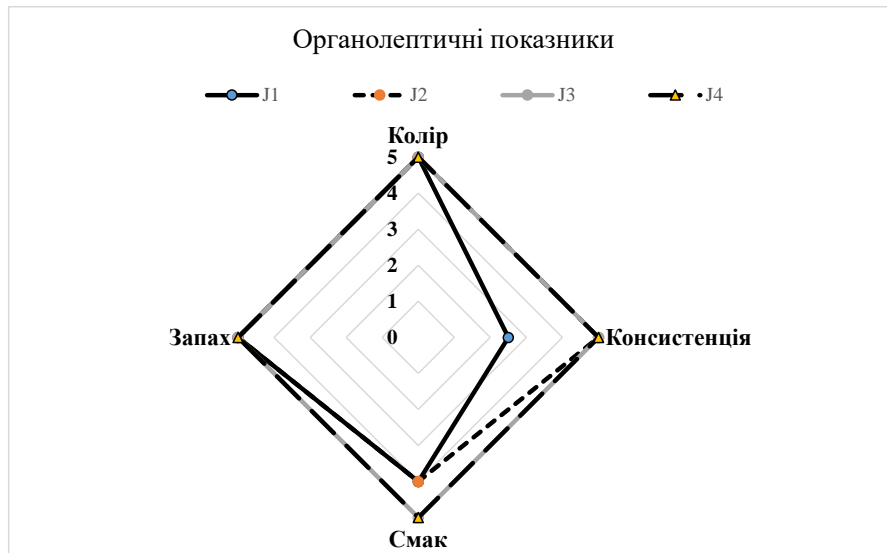
Додавання фруктових добавок, таких як персики, або згущувачів (наприклад, сухого молока, ОМП чи WPC80), може змінювати рН йогурту. Зокрема, фруктові добавки знижують кислотність до рівня 3,6, а білкові згущувачі,

як-от WPC80, покращують стабільність згустку та зменшують синерезис (табл. 2). Під час зберігання продуктів кислотність поступово збільшується через активність молочнокислих бактерій.

Використання немолочних компонентів, як-от крохмаль і пектини, часто знижує титровану кислотність, тоді як молочні білки, зокрема WPC80, підтримують її на вищому рівні, забезпечуючи тривалу стабільність. Дослідження показали, що комбінування ОМП і WPC80 впливає на кислотність і дозволяє зберігати прийнятні органолептичні характеристики до 15-го дня зберігання.

Результати інструментального аналізу властивостей продукту не завжди відповідають споживчій оцінці, яка базується на загальному враженні від привабливості продукту, враховуючи його консистенцію, зовнішній вигляд і смакові якості. Під час органолептичної оцінки учасники зазначили, що йогурти, загущені WPC80, мали найм'якшу текстуру серед усіх досліджуваних варіантів. У той же час продукти з додаванням ОМП та комбінації ОМП і WPC80 забезпечили консистенцію, яка була більш збалансованою та близькою до очікувань споживачів. Це свідчить про те, що поєднання різних загущувачів може забезпечити оптимальне співвідношення між текстурними характеристиками продукту та споживчими вподобаннями.

Органолептична оцінка йогурту, збагаченого WPC80 (сироватковий протеїновий концентрат 80%), охоплює всі ключові аспекти, зокрема



**Рис. 1.** Профілограма органолептичних показників досліджуваних зразків йогурту

зовнішній вигляд, консистенцію, аромат і смак. Продукт відзначається рівномірною структурою, без грудочок чи ознак розшарування. Додаткові інгредієнти не вплинули на колір йогурту, який зберіг кремово-білий відтінок. Йогурт із WPC80 має кремову, однорідну текстуру, а додатний концентрат білка підвищує його щільність.

Аромат продукту свіжий, приємний, із характерними молочними нотками. Хоча WPC80 несуттєво змінює запах, він може додати ледь помітні протеїнові відтінки. Смак йогурту залишається гармонійним, злегка кислим і молочним, що відповідає очікуванням споживачів. Продукт м'який на дотик, не викликає дискомфорту чи відчуття сухості. Додавання WPC80 покращує відчуття густини й додає продукту кремоподібності, що позитивно впливає на його сприйняття.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Йогурт, збагачений сироватковим протеїном, характеризується підвищеним вмістом білків, що є важливим для спортивного харчування, оскільки сприяє зростанню і відновленню м'язової тканини. Продукт є чудовим джерелом легкозасвоюваного білка і може використовуватися для швидкого поповнення енергії та білка після фізичних навантажень. Присутність біоактивних пептидів у сироватковому білку може позитивно впливати на імунітет і регенеративні процеси. Додавання сироваткового протеїну покращує структуру продукту, зокрема збільшує в'язкість та щільність, що підвищує споживчу привабливість. Використання загущувача та стабілізатора PRODAMUL JD-108

забезпечило відсутність синерезису (виділення сироватки) протягом усього періоду зберігання. Біоактивні компоненти сироваткового протеїну мають додаткові функціональні властивості, зокрема вплив на імунітет та антиоксидантний захист. Збагачений йогурт може використовуватися не лише спортсменами, а й людьми, що ведуть активний спосіб життя, завдяки своїй зручності та універсальності.

Подальші дослідження повинні зосередитися на вдосконаленні рецептури продукту для забезпечення оптимального балансу білків, жирів і вуглеводів. Також важливим напрямом є вивчення стабільності продукту під час зберігання та впливу на здоров'я за умов тривалого споживання. Використання сироваткового протеїну як побічного продукту переробки молока сприяє екологічній стійкості виробництва. Перспективи розвитку включають розширення асортименту шляхом додавання функціональних інгредієнтів, таких як пробіотики, вітаміни та мінерали. Загалом йогурт, збагачений сироватковим протеїном, має високий потенціал для спортивного харчування та широкого споживчого ринку завдяки своїм функціональним, харчовим і сенсорним властивостям.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Abedfar A., Hosseininezhad M., Sadeghi A., Raeisi M., Feizy J. Investigation on "spontaneous fermentation" and the productivity of microbial exopolysaccharides by *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from



wheat bran sourdough. *Food Sci. Technol.* 2018, 96. P. 686-693. doi: 10.1016/j.lwt.2018.05.071.

2. Aguilar-Toalá J. E., Arioli S., Behare P., Belzer C., Canani R. B., Chatel J. M. et al. Postbiotics – when simplification fails to clarify. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2021, 18. P. 825-826. doi: 10.1038/s41575-021-00521-6.

3. Aguilar-Toalá J. E., Garcia-Varela R., Garcia H. S., Mata-Haro V., González-Córdova A. F., Vallejo-Cordoba B. et al. Postbiotics: an evolving term within the functional foods field. *Trends Food Sci.* 2018, 75. P. 105-114. doi: 10.1016/j.tifs.2018.03.009.

4. Hati S., Patel R. Significance of Whey protein concentrate and Calcium caseinate on shelf-life study and textural profiles of dahi. *Ind. J. of Dairy Sci.* 2017, 70 (5). P. 533-540.

5. Harpreet Kaur, Gurjeet Kaur, Syed Azmal Ali Dairy-Based Probiotic-Fermented Functional Foods: An Update on Their Health-Promoting Properties. *Fermentation.* 2022, 8(9). P. 425. <https://doi.org/10.3390/fermentation8090425>.

6. Uduwerella G., Chandrapala J., Vasiljevic T. Minimising generation of acid whey during Greek yoghurt manufacturing. *J Dairy Res.* 2017, 84(3). P. 346-354. doi: 10.1017/S0022029917000279. Epub 2017 Jun 22. PMID: 28637531.

7. Gyawali R., Ibrahim S. A. Addition of pectin and whey protein concentrate minimises the generation of acid whey in Greek-style yogurt. *J Dairy Res.* 2018, 85(2). P. 238-242. doi: 10.1017/S0022029918000109. PMID: 29785897.

8. Ishan K., Harini V., Arunkumar H., Manjunatha H., Shilpashree, B. G. Utilization of WPC in the preparation of WPC enriched Ready to serve Yoghurt Smoothie. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science.* 2023, 5. P. 6255-6258.

9. Gustaw W., Nastaj M., Sołowiej B. Wpływ wybranych hydrokoloidów na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2017, 5(54). P. 274-282.

10. Jankowska A., Rejs A. Czynniki decydujące o trwałości jogurtu podczas przechowywania. *Przegląd Mleczarski.* 2013, 11. P. 2-5.

11. Siemianowski K., Detman K., Staniewski B., Baranowska M. Porównanie profilu tekstury jogurtów naturalnych dostępnych w handlu. *Przegląd Mleczarski.* 2011, 10. P. 14-18.

12. Kozioł J., Gustaw W. Porównanie właściwości fizykochemicznych jogurtów handlowych. *Przegląd Mleczarski.* 2012, 1. P. 22-26.

#### REFERENCES:

1. Abedfar A., Hosseininezhad M., Sadeghi A., Raeisi M., Feizy J. (2018) Investigation on “spontaneous fermentation” and the productivity

of microbial exopolysaccharides by *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from wheat bran sourdough. *Food Sci. Technol.*, 96, r. 686-693. doi: 10.1016/j.lwt.2018.05.071.

2. Aguilar-Toalá, J. E., Arioli S., Behare P., Belzer C., Canani, R. B., Chatel, J. M. et al. (2021) Postbiotics – when simplification fails to clarify. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.*, 18, r. 825-826. doi: 10.1038/s41575-021-00521-6.

3. Aguilar-Toalá, J. E., Garcia-Varela R., Garcia, H. S., Mata-Haro V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba B. et al. (2018) Postbiotics: an evolving term within the functional foods field. *Trends Food Sci.*, 75, r. 105-114. doi: 10.1016/j.tifs.2018.03.009.

4. Hati S., Patel R. (2017) Significance of Whey protein concentrate and Calcium caseinate on shelf-life study and textural profiles of dahi. *Ind. J. of Dairy Sci.*, 70 (5), p. 533-540.

5. Harpreet Kaur, Gurjeet Kaur, Syed Azmal Ali (2022) Dairy-Based Probiotic-Fermented Functional Foods: An Update on Their Health-Promoting Properties. *Fermentation*, 8(9), r. 425. <https://doi.org/10.3390/fermentation8090425>.

6. Uduwerella G., Chandrapala J., Vasiljevic T. (2017) Minimising generation of acid whey during Greek yoghurt manufacturing. *J Dairy Res.*, 84(3), r. 346-354. doi: 10.1017/S0022029917000279. Epub 2017 Jun 22. PMID: 28637531.

7. Gyawali R., Ibrahim, S. A. (2018) Addition of pectin and whey protein concentrate minimises the generation of acid whey in Greek-style yogurt. *J Dairy Res.*, 85(2), r. 238-242. doi: 10.1017/S0022029918000109. PMID: 29785897.

8. Ishan K., Harini V., Arunkumar H., Manjunatha H., Shilpashree, B. G. (2023) Utilization of WPC in the preparation of WPC enriched Ready to serve Yoghurt Smoothie. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5, r. 6255-6258.

9. Gustaw W., Nastaj M., Sołowiej B. (2017) Wpływ wybranych hydrokoloidów na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 5(54), r. 274-282.

10. Jankowska A., Rejs A. (2013) Czynniki decydujące o trwałości jogurtu podczas przechowywania. *Przegląd Mleczarski*, 11, r. 2-5.

11. Siemianowski K., Detman K., Staniewski B., Baranowska M. (2011) Porównanie profilu tekstury jogurtów naturalnych dostępnych w handlu. *Przegląd Mleczarski*, 10, r. 14-18.

12. Kozioł J., Gustaw W. (2012) Porównanie właściwości fizykochemicznych jogurtów handlowych. *Przegląd Mleczarski*, 1, r. 22-26.

*Стаття надійшла до редакції  
14 листопада 2024 року*

УДК 637.146.34

**Рацук М. Є.,**

*mr0581@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1159-206X, Researcher ID: MAI-3966-2025,  
к. т. н., доцент, доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Юрова Т. А.,**

*urova.tetyana@kntu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8147-7024, Researcher ID: MAI-4325-2025,  
старший викладач кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції,  
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

**Нюнькіна А. В.,**

*s7407647@kntu.net.ua,  
здобувач вищої освіти, Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

## **ФУНКЦІОНАЛЬНІ КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З РОСЛИННИМИ КЛІТКОВИНАМИ**

**Анотація.** Функціональні продукти харчування продовжують набирати популярність, оскільки споживачі все частіше шукають їжу, яка не лише насичує, але й приносить додаткові переваги для здоров'я. Такі продукти збагачені спеціальними інгредієнтами, які можуть позитивно впливати на самопочуття людини, покращувати імунітет, когнітивні функції або травлення. В той же час, функціональні продукти повинні повністю відповідати встановленим органолептичним, загально-гігієнічним, технологічним і токсикологічним нормативам.

Серед інгредієнтів, що використовуються для збагачення продуктів харчування, є рослинна клітковина. Регулярне вживання їжі, збагаченої натуральними рослинними волокнами, сприяє зниженню рівня холестерину в крові, зменшує вагу тіла, нормалізує засвоєння основних поживних речовин.

Молоко і молокопродукти є незамінними в харчуванні людей, що зумовлено їх харчовою цінністю. При цьому широкий асортимент молочних виробів та рівень споживання робить їх привабливими для створення інноваційних продуктів функціонального та оздоровчого призначення.

Враховуючи численні корисні властивості кефіру, в дослідженні було вивчено можливість приготування кефіру з використанням сухої бактеріальної закваски «Кефір Vivo», збагаченого рослинною клітковиною з насіння кунжуту, насіння конопель та житніх висівок. Ці інгредієнти рекомендується додавати як джерело нерозчинних харчових волокон, амінокислот, білків, вітамінів, мікро- та макроелементів.

Визначено органолептичні показники отриманих кисломолочних продуктів. Найбільш виражений смак харчових волокон та найбільш щільна консистенція виявлені у зразках кефіру з рослинною клітковиною з насіння кунжуту. Зразки з клітковиною з насіння конопель мали найбільш інтенсивний кислуватий аромат, хоча смак продукту був приємним і не надто кислим. Загалом показано, що зразки кефірів з харчовими волокнами відповідають вимогам нормативної документації за показниками запаху, консистенції та смаку.

**Ключові слова:** кефір, кисломолочні продукти, кефірний грибок, харчові волокна, рослинна клітковина.

**Ratsuk M. Ye.,**

*mr0581@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1159-206X, Researcher ID: MAI-3966-2025,  
PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Chemical  
Technologies, Expertise and Food Safety, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Yurova T. A.,**

*urova.tetyana@kntu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8147-7024, Researcher ID: MAI-4325-2025,  
Senior Lecturer at the Department of Chemical Technologies, Expertise and Food Safety,  
Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

**Niunkina A. V.,**

*s7407647@kntu.net.ua,  
Higher education applicant, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi*

## **FUNCTIONAL DAIRY PRODUCTS WITH VEGETABLE FIBER**

**Abstract.** *Functional foods continue to grow in popularity as consumers increasingly seek food that not only satisfies, but also brings additional health benefits. Such foods are enriched with special ingredients that can positively affect a person's well-being, improve immunity, cognitive function, or digestion. At the same time, functional foods must fully comply with the established organoleptic, general hygiene, technological and toxicological standards.*

*Vegetable fiber is one of the ingredients used to enrich foods. Regular consumption of foods enriched with natural plant fibers helps to lower blood cholesterol levels, reduce body weight, and normalize the absorption of essential nutrients.*

*Milk and dairy products are indispensable in people's diets due to their nutritional value. At the same time, the wide range of dairy products and the level of consumption make them attractive for creating innovative functional and health products.*

*Given the numerous beneficial properties of kefir, the study examined the possibility of making kefir using the Vivo Kefir dry bacterial starter enriched with vegetable fiber from sesame seeds, hemp seeds, and rye bran. These ingredients are recommended to be added as a source of insoluble dietary fiber, amino acids, proteins, vitamins, micro- and macronutrients.*

*The organoleptic characteristics of the obtained fermented milk products were determined. The most pronounced taste of dietary fiber and the densest consistency were found in samples of kefir with vegetable fiber from sesame seeds. Samples with fiber from hemp seeds had the most intense sour flavor, although the taste of the product was pleasant and not too sour. In general, it is shown that the samples of kefir with dietary fiber meet the requirements of regulatory documents in terms of odor, consistency and taste.*

**Key words:** kefir, fermented milk products, kefir fungus, dietary fiber, vegetable fiber.

**JEL Classification:** L 66, I 12

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-07>

**Постановка проблеми.** В структурі харчування сучасної людини все активніше застосовуються функціональні продукти, які мають не тільки поживні властивості, але і надають цілеспрямовану дію на функціональну активність окремих органів і систем організму з профілактичною та лікувально-оздоровчою метою. Такі властивості харчові продукти набувають завдяки наявності в їх складі певних функціональних інгредієнтів, до яких відносять зокрема пробіотики, які людина зазвичай одержує, споживаючи кисломолочні продукти, а також харчові волокна.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вчені з жалем констатують, що споживання хар-

чових волокон за останнє століття різко скоротилося, в той час, як обсяг оброблених продуктів у раціоні людини збільшився. З цим фактом пов'язують зростання захворюваності на діабет II типу, рак товстої кишки та багато інших проблем зі здоров'ям. Харчові волокна мають велике значення для здоров'я всіх людей, однак особливо важлива клітковина для дітей. Додаючи достатню кількість природної або синтетичної клітковини у їхній раціон, можна запобігти багатьом проблемам [1].

В останні роки розширюється спектр використання рослинних волокон для збагачення та надання функціональних властивостей різним

групам харчових продуктів. Зокрема, авторами проведені дослідження щодо можливості додавання харчових клітковин до складу сосисок, йогуртів та бездріжджового хлібу [2–4].

Слід відмітити, що молоко і молокопродукти є незамінними в харчуванні людей, що зумовлено їх харчовою цінністю. При цьому широкий асортимент молочних виробів та рівень споживання робить їх привабливими для створення інноваційних продуктів функціонального та оздоровчого призначення [5–7].

**Постановка завдання.** Виробництво функціональних напоїв вважається одним із найбільш ефективних засобів покращення харчового статусу людини і перспективним напрямком розвитку харчової промисловості у відповідності до тренду здорового харчування. В цьому аспекті створення кисломолочного продукту оздоровчого призначення шляхом додавання рослинних волокон та оцінювання його якості є актуальним завданням.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Рослинна клітковина – це невід’ємна і необхідна частина раціону. Роль клітковини для здоров’я важко переоцінити. Вона необхідна щодня абсолютно всім людям незалежно від віку, статі, стану організму або рівня фізичної підготовки. Регулярний прийом рослинних волокон необхідний для підтримки роботи травної системи, зокрема:

- відбувається стимуляція функції кишечника;
- корисні речовини, вітаміни та мінерали, які людина отримує з їжею, активніше всмоктуються у стінки;
- виступаючи у ролі природного сорбенту, клітковина очищає організм від токсинів;
- здорова мікрофлора кишечника безпосередньо впливає на формування міцної імунної системи, покращується зовнішній вигляд шкірного покриву.

Вживання рослинних волокон у необхідній кількості необхідне для підтримки нормальної ваги. Завдяки клітковині відбувається насичення навіть невеликою порцією, тому людина тривалий час не відчуває голоду.

Клітковина уповільнює всмоктування з їжі цукрів, що дозволяє підтримувати рівень глюкози в крові на потрібному рівні. Ця функція має значення при наявності схильності до виникнення цукрового діабету 2 типу, і навіть стійкості до інсуліну.

Нерозчинна клітковина надає стимулюючу дію на стінки кишечника, завдяки чому відбувається виділення слизу, необхідного для формування

калових мас та вільного руху їх по кишечнику. Згідно з рекомендаціями Всесвітньої Організації Охорони Здоров’я, доросла людина повинна за добу отримувати близько 400 г рослинних продуктів, у яких міститься 25–30 г клітковини [8].

Щоб забезпечити себе достатньою кількістю харчових волокон, слід включати до свого раціону різноманітні продукти, такі як фрукти (яблука, груші, ягоди); овочі (броколі, морква, шпинат); зернові культури (овес, цільнозерновий хліб, квасоля); горіхи та насіння (горіхи, соняшникове насіння, лляне насіння).

Інший спосіб збільшення кількості харчових волокон в раціоні – введення їх до складу різних харчових продуктів.

В роботі досліджено можливість приготування кефіру з використанням сухої бактеріальної закваски «Кефір Vivo», в якій під час приготування додавали рослинні клітковини виробництва ТОВ «Агросільпром» з насіння кунжуту, насіння коноплі та з висівок жита. Ці інгредієнти рекомендують додавати як джерело нерозчинних харчових волокон, амінокислот, білків, вітамінів, мікро- та макроелементів. Дані харчові добавки сприяють зниженню рівня холестерину в крові та виведенні токсинів з організму.

Конопляний протеїн і конопляна клітковина – продукти, які активно набирають популярність серед спортсменів і людей, що стежать за своєю фігурою. Насіння конопель відносять до групи Super Food, що говорить про багатий вітамінно-мінеральний склад і високий вміст корисних елементів для організму людини. Конопляна клітковина готується зі знежиреного конопляного насіння. Не містить глютен і каннабінол, може вживатися в сирому вигляді. У клітковини незвичайний оливковий колір і дуже багатий корисний склад. Конопляна клітковина практично не має протипоказань, чинить позитивний вплив майже на весь організм, уповільнює старіння [9].

Клітковина з висівок жита є продуктом підвищеної біологічної цінності і продуктом спеціального дієтичного вживання. Позитивно впливає на організм, зокрема, рекомендується вживати її як дієтичну добавку до раціону харчування для нормалізації травлення та роботи шлунково-кишкового тракту, для зниження рівня цукру в крові, для зменшення ймовірності утворення тромбів, нормалізації обміну речовин та рівня холестерину в крові, підвищення імунітету та захисних сил організму, профілактики серцево-судинних захворювань [10].



Кунжутна клітковина – чудова дієтична добавка, що нормалізує роботу шлунково-кишкового тракту та є додатковим джерелом білків рослинного походження. Клітковина насіння кунжуту є унікальним харчовим продуктом із багатим на вітаміни та мінерали складом і багатофункціональними корисними властивостями. Кунжутна клітковина являє собою ефективний харчовий продукт, що сприяє поліпшенню працездатності шлунку та кишечника, а також запобігає виникненню захворювань стравоходу, включно навіть із раком [11].

Кефір готували за наступною методикою. В пастеризоване молоко, підігріте до температури 30°C, вносили бактеріальну закваску ТМ «VIVO» для приготування кефіру, добре перемішували, розливали одержану заквашену суміш у окремі флакони, потім в кожен флакон додавали рослинні

волокна з насіння кунжуту, насіння коноплі та з висівок жита в кількості 0,5–2% від маси молока. Знову добре перемішували та поміщали суміші в йогуртницю за температури 30°C на 14 годин для сквашування. Після цього готові продукти збовтували та переносили у холодильник.

Проведено дослідження запаху, смаку, консистенції та кольору одержаних продуктів. Органолептичні показники зразків кефіру з харчовими волокнами наведено в табл. 1.

Аналіз таблиці свідчить, що одержані зразки кефіру відрізнялися між собою за органолептичними властивостями. Найбільш виражений смак харчових волокон відмічено для продуктів, в які додавали рослинні клітковини з насіння кунжуту. Також саме ці зразки кефіру мають найбільш щільну консистенцію. Кефір з рослинними волокнами жита має найбільшу серед інших зразків

Таблиця 1

**Органолептичні показники зразків кефіру з харчовими волокнами**

Показник	Кількість харчових волокон, % від маси молока		
	0,5	1	2
З додаванням клітковини насіння коноплі			
Запах	Приємний кисломолочний, з легкою кислінкою.	Приємний кисломолочний, з легкою кислінкою.	Приємний кисломолочний, кислуватий.
Колір	Білий, з окремими вкрапленнями харчових волокон.	Білий з темно-зеленим відтінком внаслідок наявності харчових волокон.	Білий з темно-зеленим відтінком внаслідок наявності великої кількості харчових волокон.
Смак	Кисломолочний, з присмаком рослинної сировини.	Кисломолочний, з присмаком рослинної сировини.	Кисломолочний, з помітним присмаком рослинної сировини.
Консистенція	Ніжна, з непорушеним згустком, з окремими вкрапленнями харчових волокон.	Ніжна, з непорушеним згустком, з вкрапленнями харчових волокон.	Ніжна, з непорушеним згустком, з помітними вкрапленнями харчових волокон.
З додаванням клітковини насіння кунжуту			
Запах	Приємний кисломолочний.	Приємний кисломолочний, з легкою кислінкою.	Приємний кисломолочний, з легкою кислінкою.
Колір	Білий, з окремими вкрапленнями харчових волокон.	Кремовий, з окремими вкрапленнями харчових волокон.	Світло-коричневий, з вкрапленнями харчових волокон.
Смак	Кисломолочний, з легким присмаком насіння кунжуту.	Кисломолочний, з присмаком насіння кунжуту.	Кисломолочний, з помітним присмаком насіння кунжуту.
Консистенція	Однорідна, ніжна, з непорушеним згустком, з вкрапленнями харчових волокон.	Однорідна, щільна, з непорушеним згустком, з вкрапленнями харчових волокон.	Однорідна, щільна, з непорушеним згустком, з помітною кількістю харчових волокон.
З додаванням клітковини висівок жита			
Запах	Приємний кисломолочний, з легкою кислінкою.	Приємний кисломолочний, з кислінкою.	Приємний кисломолочний, кислуватий.
Колір	Білий, з вкрапленнями харчових волокон.	Білий зі світло-коричневим відтінком внаслідок наявності харчових волокон.	Білий з темно-коричневим відтінком внаслідок наявності великої кількості харчових волокон.
Смак	Кисломолочний, з легким присмаком жита.	Кисломолочний, з присмаком жита.	Кисломолочний, з помітним присмаком жита.
Консистенція	Ніжна, з непорушеним згустком, з вкрапленнями харчових волокон.	Щільна, з непорушеним згустком, з достатньою кількістю харчових волокон. Наявна сироватка.	Щільна, з непорушеним згустком, з помітними вкрапленнями харчових волокон. Велика кількість сироватки.

кефірів кількість відділеної сироватки. У зразків, в які вносили клітковину насіння коноплі, відмічено найбільш інтенсивний кислий аромат, хоча смак продукту приємний і не надто кислий.

Колір кефіру при збільшенні кількості харчових волокон змінюється, набуваючи відтінок відповідно до кольору рослинної сировини.

За кількістю доданих рослинних клітковин найбільш оптимальний смак мають зразки, в які вносили 1% рослинних волокон від маси молока. Зразки кефірів, в які додавали 0,5% клітковин, мають невиражений смак, а ті, в які додавали 2% харчових волокон, залишають неприємне смакове відчуття, пов'язане з великою кількістю клітковини у продукті.

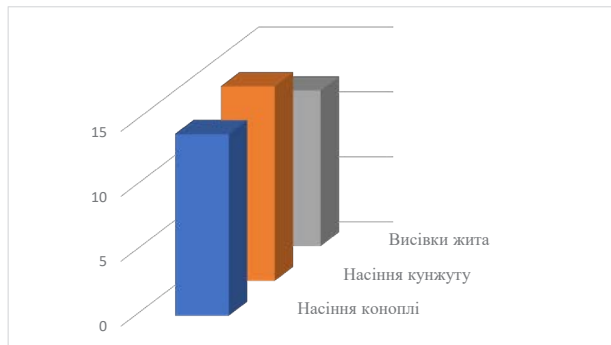
Групою споживачів проведено бальне оцінювання органолептичних показників зразків кефіру з харчовими волокнами з насіння кунжуту, насіння коноплі та з висівок жита, які вносили у кількості 1% від маси молока. Для проведення дослідження використовували модифіковану методику оцінки якості кисломолочних напоїв з використанням 16-бальної шкали [9].

Характеристика органолептичних показників та їх бальна відповідність наведено в табл. 2.

Бальна оцінка отриманих зразків кефіру з харчовими волокнами представлена у вигляді діаграми (рис. 1).

Результати дослідження свідчать, що всі зразки кефіру одержали достатньо високу оцінку органолептичних властивостей. За сукупністю характеристик вищий бал одержав кефір, в який додавали рослинну клітковину з насіння кунжуту.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** На підставі результатів експериментальних досліджень доведена можливість використання рослинної клітковини насіння коноплі, кунжуту та висівок жита для виготов-



**Рис. 1.** Діаграма бальної оцінки зразків кефіру з харчовими волокнами

лення кисломолочних продуктів функціонального призначення.

Досліджено органолептичні показники якості приготованих зразків кефіру з харчовими волокнами. Показано, що приготовані продукти відрізняються між собою за органолептичними властивостями, але в цілому мають приємний кисломолочний запах і смак та однорідну ніжну консистенцію. Встановлено, що оптимальна концентрація рослинних волокон у складі кефіру – 1% від маси молока.

Проведено бальне оцінювання органолептичних показників зразків кефірів з харчовими волокнами. Визначено, що всі досліджені зразки мають достатньо високу оцінку органолептичних властивостей. Найвищий бал одержав зразок кефіру з рослинною клітковиною з насіння кунжуту.

В подальшому представляє інтерес дослідження фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості функціонального продукту з метою встановлення їх відповідності нормативним вимогам.

Таблиця 2

**Органолептична оцінка якості кисломолочних напоїв**

Показник	Характеристика показників	Бальна оцінка
Колір	Білий з кремовим відтінком, зумовлений введеним наповнювачем, рівномірний у всій масі	4 (відмінний)
	Нерівномірність кольору	3 (добрий)
	Коричневий відтінок (крім продукту з наповнювачами)	2 (задовільний)
	Неприродний відтінок	1 (незадовільний)
Консистенція	Однорідна, з непорушеним або з порушеним згустком	4 (відмінний)
	Рідкоподібна, зі слідами відстоювання сироватки	3 (добрий)
	Відстій жиру у вигляді пластівців, крупничаста	2 (задовільний)
	В'язка консистенція, спучування	1 (незадовільний)
Запах	Кисломолочний, освіжаючий, специфічний для кефірних грибків	4 (відмінний)
	Недостатньо виражений	3 (добрий)
	Нетиповий	2 (задовільний)
	Різкий, зброджений, або запах плісняви	1 (незадовільний)
Смак	Чистий, кисломолочний, з вираженим присмаком введених наповнювачів	4 (відмінний)
	Занадто кислий	3 (добрий)
	Гіркий смак	2 (задовільний)
	Дріжджовий присмак, присмак плісняви	1 (незадовільний)

ЛІТЕРАТУРА:

1. Клітковина: що це, чому необхідна, в яких продуктах міститься. URL: <https://advice.telegazeta.com.ua/klitkovyna-shho-cze-chomu-neobhidna-v-yakyh-produktah-mistytsya/>

2. Рацук М. Є., Сарібекова Д. Г., Водяницька З. М. Одержання варених ковбасних виробів з харчовими волокнами. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022, №2. С. 169-173. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-307-2-169-172>

3. Рацук М. Є., Юрова Т. А., Казмирчук О. В. Оцінювання якості та безпечності йогуртів з харчовими волокнами. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2023, № 1 (84). С. 107-111. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.13>

4. Рацук М. Є., Юрова Т. А., Сарібекова Ю. Г., Чихун О. В. Оцінювання якості збагаченого бездріжджового хліба з різних видів борошна. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024, №1. С. 116-120. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-19>

5. Simran Kaur Arora, AA Patel, OP Chauhan. Trends in Milk and Milk Products Fortification with Dietary Fibers. *Columbia International Publishing American Journal of Advanced Food Science and Technology*. 2015. Vol. 3, No. 1. pp. 14-27. <https://doi:10.7726/ajafst.2015.1002>

6. Fakhreddin Salehi. Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. *Food Science & Nutritio*. 2021, Vol: 9, Page: 4666-4686. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2430>

7. Zahra Rezvani, Sayed Amir Hossein Goli. Production of milk-based drink enriched by dietary fiber using carrot pomace: Physicochemical and organoleptic properties during storage. *Food Hydrocolloids*. 2024, Vol: 151, Page: 109834. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109834>

8. Рослинна клітковина: що це, навіщо потрібна і як зробити правильний вибір. URL: [https://agro-market.net/ua/news/tips\\_and\\_advice/rastitelnaya\\_kletchatka\\_cho\\_eto\\_zachem\\_nuzhna\\_i\\_kak\\_sdelat\\_pravilnyy\\_vybor](https://agro-market.net/ua/news/tips_and_advice/rastitelnaya_kletchatka_cho_eto_zachem_nuzhna_i_kak_sdelat_pravilnyy_vybor)

9. Конопляна клітковина. URL: [https://zemledar.ua/konoplyana-klitkovina?srsltid=AfmBOorIIQ3f6AGgAvau\\_X7r\\_Ox6qwm01VzdS5vr6b2oI47w4SyA3OcN](https://zemledar.ua/konoplyana-klitkovina?srsltid=AfmBOorIIQ3f6AGgAvau_X7r_Ox6qwm01VzdS5vr6b2oI47w4SyA3OcN)

10. Клітковина житніх висівок. URL: <https://www.agroselprom-a.com/products/kletchatka-rzhanyh-otrubej>

11. Клітковина кунжуту білого. URL: <https://zemledar.ua/kunzhutu-bilogo-klitkovina>

12. Грек О. В., Ющенко Н. М., Осьмак Т. Г. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навч. посіб. К. : НУХТ, 2015. 431 с.

REFERENCES:

1. Klitkovina: sho ce, chomu neobhidna, v yakih produktah mistitsya. URL: <https://advice.telegazeta.com.ua/klitkovyna-shho-cze-chomu-neobhidna-v-yakyh-produktah-mistytsya/>

2. Racuk M. Ye., Saribeykova D. G., Vodyanicka Z. M. Oderzhannya varenih kovbasnih virobiv z harchovimi voloknami [Production of cooked sausage products with dietary fiber]. [in Ukrainian]. *Visnik Hmelnickogo nacionalnogo universitetu*. 2022, №2. S. 169-173. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-307-2-169-172>

3. Racuk M. Ye., Yurova T. A., Kazmirchuk O. V. Ocinyuvannya yakosti ta bezpechnosti jogurtiv z harchovimi voloknami [Evaluation of the quality and safety of yogurt with dietary fiber]. [in Ukrainian]. *Visnik Hersonskogo nacionalnogo tehnicnogo universitetu*. 2023, №1 (84). S. 107-111. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.13>

4. Racuk M. Ye., Yurova T. A., Saribeykova Yu. G., Chihun O. V. Ocinyuvannya yakosti zbagachenogo bezdrizhdzhovogo hliba z riznih vidiv boroshna [Quality evaluation of enriched yeast-free bread from different types of flour]. [in Ukrainian]. *Visnik Hmelnickogo nacionalnogo universitetu*. 2024, №1. S. 116-120. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-19>

5. Simran Kaur Arora, AA Patel, OP Chauhan. (2015) Trends in Milk and Milk Products Fortification with Dietary Fibers. *Columbia International Publishing American Journal of Advanced Food Science and Technology*. 2015. Vol. 3, No. 1. pp. 14-27. <https://doi:10.7726/ajafst.2015.1002> [in English].

6. Fakhreddin Salehi. Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. (2021) *Food Science & Nutritio*. 2021, Vol: 9, Page: 4666-4686. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2430> [in English].

7. Zahra Rezvani, Sayed Amir Hossein Goli. Production of milk-based drink enriched by dietary fiber using carrot pomace: Physicochemical and organoleptic properties during storage. (2024) *Food Hydrocolloids*. 2024, Vol: 151, Page: 109834. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109834> [in English].

8. Roslinna klitkovina: sho ce, navisho potribna i yak zrobiti pravilnij vibir. URL: [https://agro-market.net/ua/news/tips\\_and\\_advice/rastitelnaya\\_kletchatka\\_cho\\_eto\\_zachem\\_nuzhna\\_i\\_kak\\_sdelat\\_pravilnyy\\_vybor](https://agro-market.net/ua/news/tips_and_advice/rastitelnaya_kletchatka_cho_eto_zachem_nuzhna_i_kak_sdelat_pravilnyy_vybor)

9. Konoplyana klitkovina. URL: [https://zemledar.ua/konoplyana-klitkovina?srsltid=AfmBOorIIQ3f6AGgAvau\\_X7r\\_Ox6qwm01VzdS5vr6b2oI47w4SyA3OcN](https://zemledar.ua/konoplyana-klitkovina?srsltid=AfmBOorIIQ3f6AGgAvau_X7r_Ox6qwm01VzdS5vr6b2oI47w4SyA3OcN)

10. Klitkovina zhitnih visivok. URL: <https://www.agroselprom-a.com/products/kletchatka-rzhanyh-otrubej>

11. Klitkovina kunzhutu bilogo. URL: <https://zemledar.ua/kunzhutu-bilogo-klitkovina>

12. Грек О. В., Yushenko N. M., Osmak T. G. Praktikum z tehnologiyi moloka ta molochnih produktiv : navch. posib. K. : NUHT, 2015. 431 s.

Стаття надійшла до редакції  
28 листопада 2024 року

УДК 577.112:577.152

**Страшинський І. М.,**

*sim2407@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-6834-6990, Researcher ID: D-8452-2019,*  
к. т. н., доцент, доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів ННІХТ,  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

**Єпішкін С. С.,**

*iepushkinsergii@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7037-5380,*  
аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів ННІХТ,  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФЕРМЕНТУ ТРАНСГЛУТАМІНАЗИ НА ВЛАСТИВОСТІ ГІДРАТОВАНИХ БІЛКІВ ТВАРИННОГО І РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

**Анотація.** *Задоволення потреб споживачів у харчових білках обумовлює пошук та впровадження передових технологій як у переробці м'ясної сировини, так і у використанні білковмісної сировини рослинного походження. Дослідження модифікації білків набувають великого інтересу серед вітчизняних та закордонних науковців.*

*Мікробна трансглютаміназа є ферментом класу трансфераз, який широко відомий тим, що модифікує функціональні властивості білків у харчових системах. Основним механізмом дії є полімеризація, яка призводить до зміни гідрофобності молекули. Серед функціональних властивостей мікробної трансглютамінази є вплив на розчинність і, отже, на geleутворення, емульгування, в'язкість і водотримувальну здатність, які залежать від розчинності білка. Завдяки цим властивостям вона набула широкого застосування в технологічних процесах харчової промисловості, зокрема м'ясопереробної і молочної галузей, виготовленні хлібобулочних виробів та харчових плівок.*

*Трансглютаміназа каталізує реакцію перенесення ацилу, в якій  $\gamma$ -карбоксамідна група пептидно-зв'язаних залишків глутаміну є донорами ацилу. У цьому дослідженні порівнюється вплив кількості ферменту (0,05%, 0,1%, 0,15% і 0,2%) мікробної трансглютамінази (активністю 100–120 одиниць) на тваринний білок, яким є м'ясо яловичини 2 сорту і рослинний білок соєвий ізолят ISOPRO 510A. У гідратованих зразках проведено інструментальний аналіз на рН-метрі (рН 50 VIO lab) та текстурометрі (Shimadzu EZ-LX) для тваринних білків до та після термооброблення. В гідратованих рослинних білках аналогічні дослідження провели за температури  $45 \pm 2^\circ\text{C}$  в центрі дослідного зразка через 1 годину ферментації та після ступеневого утворення з витриманням 12 годин за температури  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ .*

*Результати досліджень показників рН свідчать про те, що ефективність ферменту досягає оптимуму за активної кислотності дослідних білкових систем в діапазоні значень рН від 5 до 8.*

*Використання ферменту мікробної трансглютамінази в гідратованих білках тваринного і рослинного походження підтверджують позитивний вплив на реструктуризацію цих білків через реакцію живання. Підвищення рівня рН відбувається за рахунок утворення аміаку ( $\text{NH}_3$ ) в результаті цієї реакції. Згідно результатів досліджень в гідратовані білкові системи рекомендовано вносити від 0,05% до 0,1% мікробної трансглютамінази.*

**Ключові слова:** технологія, білкові системи, ферменти, мікробна трансглютаміназа, активна кислотність, реструктуризація.



**Strashynskiy I. M.,**

*sim2407@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-6834-6990, Researcher ID: D-8452-2019,*

*Ph.D., Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Technology of Meat and Meat Products,*

*Educational and Scientific Institute of Food Technology of the National University of Food Technologies, Kyiv*

**Iepishkin S. S.,**

*iepishkinsergii@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7037-5380,*

*Postgraduate Student at the Department of Technology of Meat and Meat Products, Educational*

*and Scientific Institute of Food Technology of the National University of Food Technologies, Kyiv*

## RESEARCH OF THE EFFECT OF THE TRANSGLUTAMINASE ENZYME ON THE PROPERTIES OF HYDRATED PROTEINS OF ANIMAL AND PLANT ORIGIN

**Abstract.** Meeting consumer demand for dietary proteins requires the search for and implementation of advanced technologies in both meat processing and the use of protein-containing raw materials of plant origin. Protein modification research is gaining great interest among domestic and foreign scientists.

Microbial transglutaminase is an enzyme of the transferase class that is widely known to modify the functional properties of proteins in food systems. The main mechanism of action is polymerisation, which leads to a change in the hydrophobicity of the molecule. Among the functional properties of microbial transglutaminase is the effect on solubility and thus on gelation, emulsification, viscosity and water retention, which depend on protein solubility. Thanks to these properties, it is widely used in the food industry, in particular in the meat processing and dairy industries, as well as in the manufacture of bakery products and food films. Transglutaminase catalyses the acyl transfer reaction, in which the  $\gamma$ -carboxamide group of peptide-bound glutamine residues is the acyl donor. This research compares the effect of the amount of enzyme (0.05%, 0.1%, 0.15% and 0.2%) of microbial transglutaminase (activity 100-120 units) on animal protein, which is Grade 2 beef meat and vegetable protein, soy isolate ISOPRO 510A. In the hydrated samples, instrumental analysis was carried out using a pH meter (pH 50 VIO lab) and a textrometer (Shimadzu EZ-LX) for animal proteins before and after heat treatment. For hydrated plant proteins, similar research was carried out at  $45 \pm 2^\circ\text{C}$  in the centre of the test sample after 1 hour of fermentation and after gelation with 12 hours of incubation at  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ .

The results of the pH research indicate that the enzyme efficiency reaches its optimum at the active acidity of the experimental protein systems in the pH range from 5 to 8. The use of the microbial transglutaminase enzyme in hydrated proteins of animal and plant origin has been shown to have a positive effect on the restructuring of these proteins through a cross-linking reaction. The increase in pH is due to the formation of ammonia ( $\text{NH}_3$ ) as a result of this reaction. According to research results, it is recommended to add 0.05% to 0.1% of microbial transglutaminase to hydrated protein systems.

**Key words:** technology, protein systems, enzymes, microbial transglutaminase, active acidity, restructuring.

**JEL Classification:** L 66

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-08>

**Постановка проблеми.** В останні роки постійно зростає занепокоєння щодо глобальної нестачі продовольства та зростання чисельності населення у світі, що обумовлює пошук та використання передових технологій для задоволення потреб споживачів у харчових білках. Раціональне використання білків тваринного походження передбачає переробку м'ясної сировини різної за морфологічним і хімічним складом, станом за способом холодильного оброблення, характером автолітичних змін та зумовлює специфічність її органолептичних, фізико-хімічних,

функціонально-технологічних і структурно-механічних характеристик та вимагає відповідних технологічних прийомів [1, с. 36].

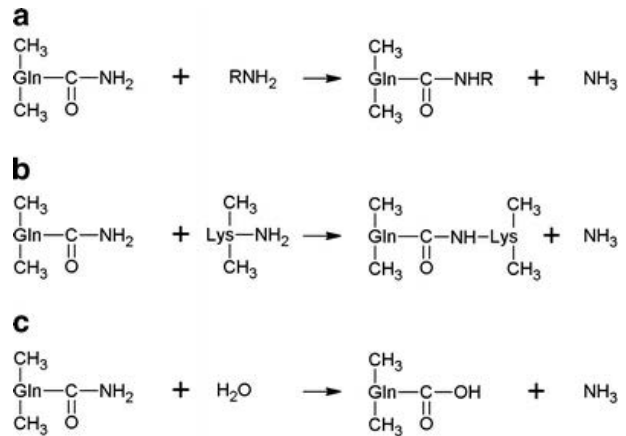
Білки – це ті макроелементи, які потрібні організму у великих кількостях. Білок є джерелом амінокислот, що містять елементи С, Н, О, N і для задоволення потреб споживачів поряд з білками тваринного походження у технології м'ясних і м'ясомістких продуктів широкого розповсюдження набули білки рослинного походження. Білки приймають участь у побудові, рості, підтримці м'язової тканини та регенерації

її клітин. При дефіциті білка організм втрачає вагу, імунна система слабшає і може викликати недоїдання. М'ясні продукти з високим вмістом білків, вітамінів, жирів, заліза, цинку та інших мінеральних речовин є необхідними джерелами макро- і мікроелементів для людини [2, с. 75]. Тому, важливість технології модифікації білків набуває великого інтересу як у вітчизняних, так і закордонних науковців [3, с. 88; 4, с. 111].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ферменти використовувалися задовго до розвитку сучасної технології ДНК як ферментаційні мікроорганізми або сирі препарати різних фруктів. Однак із розвитком прогресивних біопроектів із використанням технології рекомбінантної ДНК ферменти очищають та виробляють у більших масштабах, що дозволило їх використання у різних технологіях, в тому числі харчової промисловості [3, с. 90; 5, с. 68; 6, с. 128]. Ферментні препарати відіграють важливу роль у фізичних властивостях продуктів, що обумовлює їх використання в технологічних процесах багатьох галузей промислового виробництва харчових продуктів.

Розвиток білкової інженерії з спрямованою еволюцією дозволив створити нові ферменти з посиленою активністю для багатьох інноваційних процесів, що робить промислові ферменти, необхідні в повсякденному житті, більш доступними для різних галузей [7, с. 55]. Серед найбільш використовуваних промислових ферментів є гідролази та карбогідролази. Застосування ферментів у модифікації білків демонструє багато переваг, які включають високу специфічність реакції та низьку частоту побічних реакцій, з відсутністю потреби в умовах високого тиску та високої температури. Такі переваги роблять технологію модифікації білка ефективною, особливо в харчовій промисловості [8, с. 45]. З точки зору застосування гідролаз у промисловості протеїнази були основними білкомодифікуючими ферментами.

З появою ферменту трансглютамінази, яка бере участь у зшиванні білка, можливості технології модифікації білка надзвичайно розширилися [9, с. 115]. Фермент трансглютамінази можна виділити з родів *Streptovercillium* або *Streptomyces*. Зазвичай цей фермент називають мікробною трансглютаміназою (МТГ). Трансглютаміназа є ферментом, який каталізує утворення поперечних зв'язків між білковими молекулами (тобто утворення полімерів між білковими молекулами) [10, с. 188], як показано на рисунку 1.



**Рис. 1. Реакція, що каталізується трансглютаміназою, включає: (а) перенесення ацилу; (б) перехресне зшивання між залишками Gln і Lys білкових рг-пептидів; (с) дезамідування**

Цей фермент каталізує полімеризацію та утворює зшивання  $\epsilon$ -( $\gamma$ -глутаміл) лізину між залишками глутаміну (Gln) і лізину (Lys) [11, с. 462; 12, с. 129]. Реакція відбувається з утворенням молекули аміаку ( $\text{NH}_3$ ). Трансглютаміназу можна знайти в таких рослинах, як соя, топінамбур і кормовий буряк; у організмах тварин і риби; а також у мікроорганізмів. Трансглютамінази з джерел ссавців  $\text{Ca}^{2+}$ -залежні, тоді як мікробна трансглютаміназа  $\text{Ca}^{2+}$ -незалежні та мають меншу молекулярну масу. Завдяки своїй незалежності від  $\text{Ca}^{2+}$  мікробні трансглютамінази вважаються більш економічно ефективними та екологічно чистими, а їхні характеристики можуть запобігати змінам утворення побічних продуктів, що відбувається в білкових комплексах  $\text{Ca}^{2+}$  [13, с. 10]. Крім того, залежно від джерела походження (мікробного або тваринного) трансглютаміназа має відмінності.

Використання ферменту трансглютамінази схвалено для застосування в харчовій промисловості як природного каталізатора, що покращує реологічні властивості багатих білком продуктів. Фермент може впливати на консистенцію, розчинність, в'язкість, здатність до гелеутворення та здатність до утримання вологи завдяки утворенню ізопептидних зв'язків. Тому її широко застосовують в багатьох технологічних процесах переробки м'яса, виробництва сирів, молочних продуктів, хлібобулочних виробів, харчових плівок. МТГ має значні перспективи використання для підвищення твердості, в'язкості, еластичності та водоутримуючої здатності м'ясних продуктів [10, с. 184].

Проведені дослідження у напрямку застосування мікробної трансглютамінази в харчових

продуктах, що містять білок, таких як молоко та м'ясо [10, с. 190]. Авторами зазначено, що її використання у реструктуризації м'яса сприяє зміні профілю текстури м'ясних продуктів. Izmail та інші [14, с. 17] використовували мікробну трансглутаміназу як добавку для рибних сосисок і виявили підвищену міцність гелю та вологозв'язувальну здатність фаршевих систем. Thephuttee і Theprugsa [15, с. 12] також підтвердили, що внесення мікробної трансглутамінази підвищило стабільність м'ясної емульсії, що сприяло покращенню твердості і жувальної здатності курячих сосисок. Про позитивний вплив застосування мікробної трансглутамінази на функціональні властивості міофібрилярних білків для покращення текстури та гелеутворення у сосисках повідомляють в дослідженнях Ahhmed та інші [16, с. 459].

В роботі на основі наведеної інформації порівняно вплив ферментної трансглутамінази на тваринні і рослинні білки, які є основою м'ясних і м'ясомістких фаршів варених ковбас. Для моделювання білкових систем тваринного походження використано м'ясо яловичини 2 сорту, а для моделювання білкових систем рослинного походження – соєвий ізолят.

**Постановка завдання.** Метою роботи є визначення впливу кількості використаного ферменту мікробної трансглутамінази на активну кислотність і структурно-механічні властивості гідратованих зразків тваринного та рослинного білка.

Відповідно до мети досліджень поставлено наступні завдання:

- провести патентно-інформаційний пошук за темою роботи;
- обґрунтувати регулювання функціональних властивостей білкової сировини шляхом застосування ферментних препаратів;
- дослідити вплив мікробної трансглутамінази на білки тваринного та рослинного походження;
- визначити кількість мікробної трансглутамінази для покращення структурно-механічних властивостей модельних систем тваринних і рослинних білків.

*Об'єктом досліджень* є технологія використання мікробної трансглутамінази у модельних системах на основі тваринного та рослинного білка.

*Предметом досліджень* є попередньо підготовлені модельні білкові системи з використанням білків тваринного і рослинного походження.

В роботі досліджено вплив мікробної трансглутамінази (активність 100–120 одиниць, виробник КНР) на білкові системи тваринного походження (м'ясо яловичини 2 сорту з величиною рН  $5,64 \pm 0,02$ ). До попередньо подрібненої сировини вносили 2,0% кухонної солі (до маси м'яса) і перед використанням зберігали при температурі  $2 \pm 2$  °C протягом 12 годин. В подальшому сировину використовували для досліджень як джерело тваринного білка.

В якості рослинного білка використали соєвий ізолят (ISOPRO 510A, Китай), який після гідратації реструктурували за допомогою ферментів МТГ.

У проведених дослідженнях порівнювали активну кислотність шляхом визначення рН за допомогою сертифікованого рН-метра (рН 50 VIO lab, точність вимірювання  $\pm 0,02$ , виробник – компанія «XS Instruments», Італія).

Профіль текстури досліджували за характеристиками твердості на текстурометрі Shimadzu EZ-LX (Японія) для визначення впливу ферменту трансглутамінази на зразки тваринного та рослинного білка.

Отримані дані представлені як середнє значення  $\pm$  стандартні відхилення після триразового визначення. Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Excel 2007. Відмінності отриманих результатів вважалися дійсними при коефіцієнті значущості  $\alpha=0,95$ .

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводились у виробничій лабораторії ТОВ «ФУДТЕК» та Проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій. МТГ для дослідних зразків білків тваринного походження вносили у кількостях з розрахунку 0,05%, 0,1%, 0,15% і 0,2% до маси м'ясної сировини з додаванням 25% вологи та інтенсивно подрібнювали на лабораторному мікрокутері. До соєвого ізоляту вносили 0,05%, 0,1%, 0,15% і 0,2% ферменту до маси утвореного гелю та гідратували згідно рекомендації виробника (гідратація 1:6). Контрольні зразки тваринних і рослинних білків виготовляли аналогічно дослідним без внесення ферменту.

Згідно результатів визначення активної кислотності, наведених у таблиці 1 видно, що в дослідних зразках білків тваринного походження (м'яса) через одну годину після приготування при температурі 10–12°C (до термооброблення) з різними кількостями внесення ферменту МТГ цей показник зміщується в лужну сторону.

Таблиця 1  
**Результати визначення рН зразків білка тваринного походження**

№ зразка	Кількість ферменту, %	рН до термооброблення	рН після термооброблення
контрольний	0	5,64	5,77
1	0,05	5,81	5,98
2	0,1	5,81	6,01
3	0,15	5,87	6,03
4	0,2%	5,89	6,05

Величина рН м'яса яловичини 2 сорту в цьому дослідженні знаходиться в межах норми в межах 5,4–7,0, а відповідно до Kieliszek & Blazejak [10, с. 194], фермент трансглутаміназа має оптимальний рН за активної кислотності дослідних білкових систем в діапазоні значень рН від 5 до 8 одиниць. Таким чином, результати вказують на те, що ефективність ферменту досягає оптимуму за умов досліджень. Якщо розглядати вплив кількості використаного ферменту, то зі збільшенням кількості внесення трансглутамінази значення рН підвищується. Підвищення активної кислотності (рН) у зв'язку з додаванням ферменту трансглутамінази показує результат реакції зшивання зразків білка, який хімічно виробляє молекулу аміаку (NH<sub>3</sub>), як показано на рисунку 1. Таким чином більш лужний вміст аміаку може впливати на значення рН.

Зміщення в лужну сторону показника рН досліджуваних зразків тваринних білків при термообробленні (досягнення температури 70±2°C) є класичними змінами в готових м'ясопродуктах. Вони обумовлені впливом температурних режимів варіння та доведенням до кулінарної готовності виробів і обумовлено гідролізом амінокислот.

У технології м'ясних і м'ясомістких продуктів використовують білковмісну сировину тваринного і рослинного походження. Тому після досліджень впливу МТГ на м'ясу сировину, як джерело білка тваринного походження, на наступному етапі визначили вплив ферменту на гідратований білок рослинного походження соєвий ізолят. Згідно рекомендацій по використанню мікробної трансглутамінази в гідратованих рослинних білках за температури 45±2°C в центрі дослідного зразка 1 годину проводили ферментацію. Після цього зразки для стуктурування витримували 12 годин за температури 6±2°C. Контрольною була проба без використання ферменту трансглутамінази. Результати досліджень величини рН гідратованих білків рослинного походження при ферментації протягом 1 години

та 12 годин при відповідних температурних режимах представлені в таблиці 2.

Таблиця 2  
**Результати визначення рН зразків білка рослинного походження**

№ зразка	Кількість ферменту, %	рН через 1 годину за температури 45±2°C	рН через 12 годин за температури 6±2°C
контрольний	0	6,69	6,76
1	0,05	6,82	6,92
2	0,1	6,86	6,95
3	0,15	6,87	6,96
4	0,2%	6,88	6,98

Наведені в таблиці 2 результати показують, що показники рН дослідних зразків гідратованого рослинного білка вище при використанні ферменту мікробної трансглутамінази у порівнянні з контрольним. Таким чином, дослідження білків рослинного походження показують, що продуктивність цього ферменту досягає оптимуму в умовах активної кислотності гідратованої білкової системи. Внесення ферменту трансглутамінази 0,05% і 0,1% сприяло підвищенню рівня рН на 0,13–0,17 відносно контрольного зразка. Підвищене значення рН у зв'язку з додаванням ферменту трансглутамінази показує результати реакцій зшивання в білках зразка, які хімічно утворюють молекули аміаку як через 1 годину за температури 45±2°C твк і через 12 годин за температури 6±2°C. Але збільшення кількості внесення ферменту вище 0,1% в білкову систему рослинного білка недоцільно, оскільки суттєве зростання активної кислотності не відбувається.

Для дослідження впливу ферменту мікробної трансглутамінази на структурно-механічні властивості гелів тваринного та рослинного білків, визначено твердість зразків (gf/мм) тваринного білка до та після термооброблення та рослинного білка через 1 годину ферментації за температури 45±2°C та через 12 годин ферментації за температури 6±2°C. Визначення твердості контрольного зразка тваринного білка на текстурометрі Shimadzu EZ-LX зображено на рисунку 2.

За результатами визначення твердості зразків тваринного білка, наведеними в таблиці 3, можна побачити, що використання ферменту МТГ підвищує цей показник. Показник твердості значно вищий для зразків з внесенням 0,05% МТГ у порівнянні з контрольним зразком (без ферменту).





Рис. 2. Текстуrometer Shimadzu EZ-LX (Японія)

Таблиця 3

Показники твердості зразків тваринного білка

№ зразка	Кількість ферменту, %	Твердість (gf/мм)	
		через 1 годину до термооброблення	після термооброблення
контрольний	0	107	2027
1	0,05	228	3386
2	0,1	250	3467
3	0,15	266	3577
4	0,2%	274	3648

Але збільшення кількості ферменту з 0,1% до 0,15% і вище особливо не змінює досліджувані показники. Термообробка суттєво підвищує твердість завдяки дезагрегації нативних сполучнотканинних білків м'язової тканини та використанню МТГ і структуроутворенню.

Аналіз результатів досліджень впливу кількості ферменту МТГ на показники твердості гідратованих рослинних білків за температури  $45 \pm 2^\circ\text{C}$  в центрі дослідного зразка через 1 годину ферментації та після витримання 12 годин за температури  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  представлені в таблиці 4.

Наведені результати показують, що додавання ферменту трансглютамінази ефективно підвищує рівень твердості гідратованого рослинного білка. Що стосується цього дослідження, відбувається значна зміна твердості гідратованого рослинного білка в діапазоні від 15 до 54 за 1 годину ферментації МТГ при температурі  $45 \pm 2^\circ\text{C}$ . Продовження ферментації до 12 годин за температури  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  має тенденцію збільшення твердості у більше ніж три рази порівняно з контрольним зразком при внесенні 0,05% МТГ. Використання 0,1% ферменту до кількості гідратованого рослинного білка сприяє зростанню твердості у 2,7 рази при

Таблиця 4

Показники твердості зразків рослинного білка

№ зразка	Кількість ферменту, %	Твердість (gf/мм)	
		через 1 годину за температури $45 \pm 2^\circ\text{C}$	через 12 годин за температури $6 \pm 2^\circ\text{C}$
контрольний	0	15	26
1	0,05	39	119
2	0,1	54	151
3	0,15	62	181
4	0,2%	71	186

ферментації до 12 годин за температури  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  та підтверджує суттєве підвищення твердості при внесення ферменту. Внесення більше 0,1% МТГ за результатами досліджень показників твердості гідратованого рослинного білка не показало доцільності.

**Висновок.** Результати досліджень використання ферменту мікробної трасглютамінази в гідратованих білках тваринного і рослинного походження підтверджують позитивний вплив на реструктуризацію цих білків через реакцію зшивання. Підвищення рівня рН відбувається за рахунок утворення аміаку ( $\text{NH}_3$ ) в результаті цієї реакції. Згідно отриманих експериментальних даних рекомендовано вносити в гідратовані білкові системи від 0,05% до 0,1% мікробної трансглютамінази активністю 100-120 одиниць.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні харчової композиції з мікробною трансглютаміназою і гідроколоїдами для підвищення функціонально-технологічних і структурно-механічних властивостей м'ясних фаршів та високих органолептичних показників варених ковбас.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Особливості післязайбних біохімічних процесів у м'ясній сировині на ТОВ «Тернопільський м'ясокомбінат» / О. Фурсік та ін. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. 2022. Вип. 24, вип. 97. С. 34–40. URL: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9706>
2. Kang K.-M., Lee S.-H., Kim H.-Y. Effects of Using Soybean Protein Emulsion as a Meat Substitute for Chicken Breast on Physicochemical Properties of Vienna Sausage. *Food Science of Animal Resources*. 2022. Vol. 42, no. 1. P. 73–83. URL: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e63>
3. Molecular biology interventions for activity improvement and production of industrial enzymes /

S. Kant Bhatia et al. *Bioresource Technology*. 2020. P. 124596. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124596>

4. Basso A., Serban S. Industrial applications of immobilized enzymes—A review. *Molecular Catalysis*. 2019. Vol. 479. P. 110607. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2019.110607>

5. The Sabatier principle as a tool for discovery and engineering of industrial enzymes / J. Kari et al. *Current Opinion in Biotechnology*. 2022. Vol. 78. P. 102843. URL: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2022.102843>

6. Engineering interventions in enzyme production: Lab to industrial scale / A. Tarafdar et al. *Bioresource Technology*. 2021. Vol. 326. P. 124771. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124771>

7. Design of novel enzyme biocatalysts for industrial bioprocess: Harnessing the power of protein engineering, high throughput screening and synthetic biology / A. Madhavan et al. *Bioresource Technology*. 2020. P. 124617. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124617>

8. Basso A., Serban S. Overview of Immobilized Enzymes' Applications in Pharmaceutical, Chemical, and Food Industry. *Methods in Molecular Biology*. New York, NY, 2020. P. 27–63. URL: [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0215-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0215-7_2)

9. Використання ферментних препаратів для підвищення функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини / І. М. Страшинський та ін. *Current aspects of the development of science and technology : collective monograph*. URL: <https://doi.org/10.51587/9798-9866-95914-2022-010-113-118>.

10. Kieliszek M., Błażej S. *Microbial Transglutaminase and Applications in Food Industry*. Boca Raton, FL : CRC Press, [2016] | Series: Food biology series | "A science publishers book.", 2017. P. 180–198. URL: <https://doi.org/10.1201/9781315368405-12>

11. Akbari M., Razavi S. H., Kieliszek M. Recent advances in microbial transglutaminase biosynthesis and its application in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 110. P. 458–469. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.036>

12. Glutamine-walking: Creating reactive substrates for transglutaminase-mediated protein labeling / L. Deweid et al. *Methods in Enzymology*. 2020. P. 121–148. URL: <https://doi.org/10.1016/bs.mie.2020.04.066>

13. Fatima S. W., Khare S. K. Current insight and futuristic vistas of microbial transglutaminase in nutraceutical industry. *Microbiological Research*. 2018. Vol. 215. P. 7–14. URL: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.06.001>

14. IZMAIL P. M., RIYADI P. H., FAHMI A. S. EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF FISH ON FISH SAUSAGES WITH THE ADDITION OF TRANSGLUTAMINASE. *Journal of Advances in*

*Food Science & Technology*. 2022. P. 12–20. URL: <https://doi.org/10.56557/jafsat/2022/v9i17595>

15. Thephuttee N., Theprugsa P. Stability and Microstructure of Emulsion System in Sterilized Kai-yor (Thai Chicken Sausage). *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 2020. Vol. 19, no. 4. URL: <https://doi.org/10.12982/cmujns.2020.0050>.

16. Differentiation in improvements of gel strength in chicken and beef sausages induced by transglutaminase / A. M. Ahhmed et al. *Meat Science*. 2007. Vol. 76, no. 3. P. 455–462. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.002>.

## REFERENCES:

1. Fursik, O., Strashynskiy, I., Hrytsai, M., Yepishkin, S. та Perhat, O., (2022). Osoblyvosti pisliazabiinykh biokhimichnykh protsesiv u miasnii syrovyni na TOV «Ternopil'skyi miasokombinat». *Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii*. 24(97), 34–40. Doi: 10.32718/nvlvet-f9706.

2. Kang, K.-M., Lee, S.-H. та Kim, H.-Y., (2022). Effects of Using Soybean Protein Emulsion as a Meat Substitute for Chicken Breast on Physicochemical Properties of Vienna Sausage. *Food Science of Animal Resources* [онлайн]. 42(1), 73–83. Doi: 10.5851/kosfa.2021.e63.

3. KantBhatia, S., Vivek, N., Kumar, V., Chandel, N., Thakur, M., Kumar, D., Yang, Y.-H., Pugazendhi, A. та Kumar, G., (2020). Molecular biology interventions for activity improvement and production of industrial enzymes. *Bioresource Technology*. 124596. Doi: 10.1016/j.biortech.2020.124596.

4. Basso, A. та Serban, S., (2019). Industrial applications of immobilized enzymes – A review. *Molecular Catalysis*. 479, 110607. Doi: 10.1016/j.mcat.2019.110607.

5. Kari, J., Schaller, K., Molina, G. A., Borch, K. та Westh, P., (2022). The Sabatier principle as a tool for discovery and engineering of industrial enzymes. *Current Opinion in Biotechnology*. 78, 102843. Doi: 10.1016/j.copbio.2022.102843.

6. Tarafdar, A., Sirohi, R., Gaur, V. K., Kumar, S., Sharma, P., Varjani, S., Pandey, H. O., Sindhu, R., Madhavan, A., Rajasekharan, R. та Sim, S. J., (2021). Engineering interventions in enzyme production: Lab to industrial scale. *Bioresource Technology*. 326, 124771. Doi: 10.1016/j.biortech.2021.124771.

7. Madhavan, A., Arun, K. B., Binod, P., Sirohi, R., Tarafdar, A., Reshmy, R., Kumar Awasthi, M. та Sindhu, R., (2020). Design of novel enzyme biocatalysts for industrial bioprocess: Harnessing the power of protein engineering, high throughput screening and synthetic biology. *Bioresource Technology*. 124617. Doi: 10.1016/j.biortech.2020.124617.

8. Basso, A. та Serban, S., (2020). Overview of Immobilized Enzymes' Applications in Pharmaceutical,

Chemical, and Food Industry. *Y: Methods in Molecular Biology*. New York, NY: Springer US. с. 27–63. Doi: 10.1007/978-1-0716-0215-7\_2.

9. Strashynskiy, I.M., Pasichnyi, V.M., Yepishkin, S.S. та Yatskov, V. O., (2022). Vykorystannia fermentnykh preparativ dlia pidvyshchennia funktsionalno-tekhnologichnykh vlastyvostei miasnoi syrovyny. Current aspects of the development of science and technology : ccollective monograph. 113–117. DOI : 10.51587/9798-9866-95914-2022-010.

10. Kieliszek, M. та Błażej, S., (2017). Microbial Transglutaminase and Applications in Food Industry. *Y: Microbial Enzyme Technology in Food Applications* [онлайн]. Boca Raton, FL : CRC Press, [2016] | Series: Food biology series | “A science publishers book.”: CRC Press. с. 180–198. Doi: 10.1201/9781315368405-12.

11. Akbari, M., Razavi, S. H. та Kieliszek, M., (2021). Recent advances in microbial transglutaminase biosynthesis and its application in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*. **110**, 458–469. Doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.036.

12. Deweid, L., Hадjabdelhafid-Parisien, A., Lafontaine, K., Rochet, L. N. C., Kolmar, H. та Pelletier, J. N., (2020). Glutamine-walking: Creating reactive substrates for transglutaminase-mediated

protein labeling. *Y: Methods in Enzymology*. Elsevier. с. 121–148 Doi: 10.1016/bs.mie.2020.04.066.

13. Fatima, S. W. та Khare, S. K., (2018). Current insight and futuristic vistas of microbial transglutaminase in nutraceutical industry. *Microbiological Research*. **215**, 7–14. Doi: 10.1016/j.micres.2018.06.001.

14. Izmail, P. M., Riyadi, P. H. та Fahmi, A. S., (2022). Effect of different types of fish on fish sausages with the addition of transglutaminase. *Journal of Advances in Food Science & Technology*. 12–20. Doi: 10.56557/jafsat/2022/v9i17595.

15. Thephuttee, N. та Theprugsa, P., (2020). Stability and Microstructure of Emulsion System in Sterilized Kai-yor (Thai Chicken Sausage). *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. **19**(4). Doi: 10.12982/cmujns.2020.0050.

16. Ahhmed, A. M., Kawahara, S., Ohta, K., Nakade, K., Soeda, T. та Muguruma, M., (2007). Differentiation in improvements of gel strength in chicken and beef sausages induced by transglutaminase. *Meat Science*. **76**(3), 455–462. Doi: 10.1016/j.meatsci.2007.01.002.

*Стаття надійшла до редакції  
22 листопада 2024 року*

УДК 637.521:631.57

**Страшинський І. М.,**

*sim2407@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-6834-6990, Researcher ID: D-8452-2019,  
к. т. н., доцент, доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів ННІХТ,  
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

**Пергат О. А.,**

*pergat.oleg.macros@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3616-1327,  
аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів ННІХТ,  
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## **ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛЬНИХ ФАРШІВ М'ЯСНИХ І М'ЯСОМІСТКИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ**

***Анотація.** Останнім часом використання рослинних білків в рецептурах харчових продуктів стало доцільним завдяки нижчим витратам на їх виробництво порівняно з білками тваринного походження. Сучасний ринок пропонує широкий вибір білків рослинного походження, що викликає потребу в інноваціях у харчовій промисловості.*

*В асортименті підприємств м'ясопереробної галузі динамічно зростає частка м'ясомістких продуктів. М'ясомісткий продукт – харчовий продукт, у рецептурі якого знежированого м'яса не менше ніж 15 %, або виготовлений із субпродуктів та (або) крові.*

*Подібність м'ясомістких продуктів за текстурою і зовнішнім виглядом до м'ясних є важливим чинником у виборі продуктів споживачами, які надають перевагу останнім. Є різні методи структурування, але останнім часом спостерігається тенденція до зростання використання харчових волокон у м'ясних продуктах не лише з технологічних причин, а також як інгредієнтів функціональних продуктів.*

*В роботі дослідили вплив суміші харчових волокон в кількості 1,5%, 3% та 4,5% на активну кислотність і текстуру модельних систем на основі яловичини і ключових інгредієнтів для м'ясомістких продуктів комерційних соєвих препаратів білкового текстурату (SOYTEX 5006PC) та білкового ізоляту (ISOPRO 510A). Для цього згідно рецептур готували емульсії відповідно технологічних інструкцій по використанню суміші харчових волокон і білкових препаратів.*

*У модельних системах проведено інструментальний аналіз зразків на рН-метрі (рН 50 VIO lab) та текстурометрі (Shimadzu EZ-LX) до та після термооброблення.*

*Між досліджуваними зразками з м'яса яловичини та зразками з білками рослинного походження спостерігалася значна різниця активної кислотності, яка перевищувала показник рН 6. Це обумовлено лужними характеристиками соєвих препаратів, активна кислотність яких становить 7,42–7,43.*

*Твердість зразків з використанням м'ясної сировини була значно вищою порівняно зі зразками з текстурастом соєвого білка та ізолятом соєвого білка. Вищі показники твердості у зразках з м'ясом яловичини були передбачуваними через денатурацію м'язових білків, що призводить до твердості в м'ясній системі.*

*Результати досліджень є першим етапом розроблення структуроутворюючої композиції на основі харчових волокон для м'ясомістких продуктів.*

**Ключові слова:** технологія, м'ясомісткий продукт, структуроутворення, клітковина, модельні системи.



**Strashynskiy I. M.,**

*sim2407@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-6834-6990, Researcher ID: D-8452-2019,*

*Ph.D., Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Technology of Meat and Meat Products,*

*Educational and Scientific Institute of Food Technology of the National University of Food Technologies, Kyiv*

**Pergat O. A.,**

*pergat.oleg.macros@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3616-1327,*

*Postgraduate Student at the Department of Technology of Meat and Meat Products, Educational*

*and Scientific Institute of Food Technology of the National University of Food Technologies, Kyiv*

## **PROPERTIES OF MODEL MINCED MEAT AND MEAT-CONTAINING SEMI-FINISHED PRODUCTS DEPENDING ON THE AMOUNT OF STRUCTURING AGENT**

**Abstract.** *Recently, the use of plant-based proteins in food formulations has become relevant due to their lower production costs compared to animal proteins. The modern market offers a wide range of plant-based proteins, creating the need for innovation in the food industry.*

*In the product range of meat-processing enterprises, the share of meat-containing products is dynamically increasing. A meat-containing product is a food product in which the formulation includes at least 15% deboned meat or produced from offal and(or) blood.*

*The similarity of meat-containing products in texture and appearance to meat products is a significant factor influencing consumer choice, especially for those who prefer meat products. There are various structuring methods, but recent trends highlight an increase in the use of dietary fibers in meat products not only for technological reasons but also as ingredients for functional foods.*

*This study investigated the effect of dietary fiber mixtures in amounts of 1.5%, 3%, and 4.5% on the active acidity (pH) and texture of model systems based on beef and main ingredients for meat-containing products commercial textured soy-based protein (SOYTEX 5006PC) and protein isolate (ISOPRO 510A). According to the formulations, emulsions were prepared following technological instructions for using dietary fiber mixtures and protein preparations.*

*Instrumental analysis of the model systems was conducted using a pH meter (pH 50 VIO lab) and a texture analyzer (Shimadzu EZ-LX) before and after thermal treatment.*

*Significant differences in active acidity were observed between beef-based samples and those with plant-based proteins, with the latter exceeding a pH 6. This is due to the alkaline characteristics of soy preparations, whose active acidity ranged from 7.42 to 7.43.*

*The hardness of samples made with meat raw materials was significantly higher compared to samples with textured soy-based protein and soy protein isolate. The higher hardness values in beef samples were expected due to the denaturation of muscle proteins, which contributes to the firmness of the meat system.*

*The research results represent the first stage in developing a structuring composition based on dietary fibers for meat-containing products.*

**Key words:** technology, meat-containing product, structuring, fiber, model systems.

**JEL Classification:** L 66

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-09>

**Постановка проблеми.** За прогнозами демографів до 2050 року чисельність населення планети досягне 9,7 мільярдів, що потребує вирішення проблем, пов'язаних з доступністю продовольства та продовольчої безпеки. Найближчі десятиліття виробництво білкової їжі має бути значно збільшено для забезпечення його в достатній кількості відповідно зростання населення. Проте продукти тваринного походження, особливо м'ясо, мають великий вплив на навколишнє середовище з точки зору використання води та землі, викидів парнико-

вих газів та споживання енергії. Для виробництва м'яса потрібна значна кількість рослинних білків. В середньому на 1 кг м'ясного білка потрібно 6 кг рослинного білка. Необхідна кількість корму коливається між 3,3, 6,4 і 25 кг для птиці, свинини або яловичини відповідно [1, с. 91]. Більшість людей споживають м'ясо, оскільки воно сприймається як смачне, корисне та поживне і глибоко вкорінене в багатьох культурах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для повного або обмеженого споживання білкової їжі

тваринного походження є багато різновидів рослинних дієт: псекетаріанство (відмова від м'яса, але споживання риби), вегетаріанство (відмова від м'яса та риби, але споживання таких продуктів тваринного походження, як молоко та яйця), лакто-вегетаріанство (відмова від усіх продуктів тваринного походження, крім молока), ово-вегетаріанство (відмова від усіх продуктів тваринного походження, крім яєць) і веганство (повна відмова від продуктів тваринного походження). Флекситаріанство є більш гнучкою та різноманітною системою харчування, яка немає суворих правил, але основна ідея полягає в тому, що раціон складається переважно з рослинних продуктів, втім, час від часу містить м'ясо та рибу.

Сучасними технологіями виготовлення м'ясопродуктів передбачено заміну тваринних білків використанням продуктами переробки рослинного походження. Таким чином фактичний вміст м'яса в готових виробах знижується, що призводить до зменшення споживання м'яса. В асортименті підприємств м'ясопереробної галузі динамічно зростає частка м'ясомістких продуктів. М'ясомісткий продукт – харчовий продукт, у рецептурі якого знежированого м'яса менше ніж 60 %, але не менше ніж 15 %, або виготовлений із субпродуктів та (або) крові.

Останнім часом з'явилася ще одна група продуктів – аналоги м'яса [2, с. 89]. Це продукти, які можуть замінити м'ясо за своїми функціональними можливостями, будучи схожими за властивостями продукту, сенсорними характеристиками.

Технології виготовлення м'ясомістких продуктів та аналогів м'яса рослинного походження вимагають розуміння функціонально-технологічних властивостей не лише джерела білка, але й волокон та інших біоактивних інгредієнтів. Хоча синергійний ефект, обумовлений поєднанням різних інгредієнтів, ускладнює точне прогнозування поведінки, важливо звернути увагу на деякі властивості, характерні для конкретних компонентів. У випадку білків перевагу надають високій емульгуючій здатності, розчинності у воді та амінокислотному складу [3, с. 111]. Вирішальними факторами при виборі харчових волокон є гелеутворююча здатність та в'язкість, а також вологостримувальна та емульгуюча здатність.

Вибір джерела білка відіграє важливу роль у формуванні текстури, кольору, смаку та впливає на втрати маси при доведенні до кулінарної готовності. Надання переваги джерелам рослинних білків (сої, пшениці, гороху та картоплі) значною мірою обумовлено їх амінокислотним складом.

Соевий білок був одним із основних джерел білка рослинного походження для м'ясних альтернатив і його історія сягає стародавнього Китаю. Похідні сої, такі як соєве борошно, концентрат соєвого білка та ізоляти соєвого білка, визнані дешевшою альтернативою з високою поживною цінністю та технологічними властивостями використовують в технології м'ясних і м'ясомістких продуктів [4, с. 341; 5, с. 289; 6, с. 36].

М'ясо не містить вуглеводів, але технологія м'ясопродуктів передбачає їх використання, особливо в емульгованих і сформованих оброблених м'ясних виробах. М'ясні аналоги та м'ясомісткі продукти, навпаки, майже завжди містять вуглеводи. Вуглеводи, що містяться в м'ясопродуктах, можуть походити з різних інгредієнтів та виконувати різні функції. Вуглеводні інгредієнти можна класифікувати як крохмаль або борошно, що використовуються для покращення текстури та консистенції продукту, або зв'язувальні інгредієнти чи смоли, такі як метилцелюлоза, камедь акації, ксантанова камедь, карагенан та багато інших, які використовуються для покращення стабільності та форми продукту. З функціональної точки зору ці інгредієнти призначені для покращення взаємодії між білковими і ліпідними компонентами та вологою харчової системи. Ці інгредієнти допомагають каталізувати ці компоненти та сформувати стабільну структуру. З поживної точки зору, вуглеводи можна розглядати як зміцнення здоров'я у вигляді більшої кількості харчових волокон або шкідливі для здоров'я у вигляді більшої кількості рафінованого крохмалю або цукру. Як правило, комбінація харчових волокон, крохмалю та цукрів входить до рецептури як аналогів м'яса, так і продуктів переробленого м'яса [7, с. 156; 8, с. 232].

З технологічної точки зору, харчові волокна можуть впливати на функціональні властивості харчових продуктів, пов'язані з текстурою, завдяки здатності утримувати вологу та жир, здатності до гелеутворення та набухання, стабільності емульсії, підвищеної в'язкості. В'язкість харчових волокон обумовлена фізичною взаємодією між частинками волокон, тісно пов'язаними з мікроструктурою волокон [9, с. 248].

**Постановка завдання.** Метою роботи є порівняння впливу суміші харчових волокон на активну кислотність і структурно-механічні властивості фарші м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів модельних білкових систем на основі яловичини, текстурату соєвого білка та ізоляту соєвого білка. Відповідно до мети досліджень поставлено наступні завдання:

– провести патентно-інформаційний пошук за темою роботи;

– розробити рецептури модельних систем з сировиною тваринного і рослинного походження, як прототипів посічених м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів;

– дослідити вплив суміші харчових волокон в кількості 1,5%, 3% та 4,5% на модельні системи на основі яловичини, текстурату соєвого білка та ізоляту соєвого білка;

– визначити активну кислотність і текстуру досліджуваних модельних систем до та після термооброблення.

*Об'єктом досліджень* є технологія посічених м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів.

*Предметом досліджень* є суміш харчових волокон, м'ясна сировина, текстурат соєвого білка та ізолят соєвого білка, попередньо підготовлені модельні білкові системи посічених м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів.

В роботі досліджено вплив суміші харчових волокон (VIVAPUR® MG V 100 JRS, Німечина) на білкові системи тваринного походження та рослинного походження.

У проведених дослідженнях порівнювали активну кислотність шляхом визначення рН за допомогою сертифікованого рН-метра (рН 50 VIO lab, точність вимірювання  $\pm 0,02$ , виробник – компанія «XS Instruments», Італія).

Профіль текстури зразків досліджували за характеристиками твердості на текстурометрі Shimadzu EZ-LX (Японія).

Отримані дані представлені як середнє значення  $\pm$  стандартні відхилення після триразового визначення. Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Excel 2007. Відмінності отриманих результатів вважалися дійсними при коефіцієнті значущості  $\alpha = 0,95$  [10, с. 28].

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводились у виробничій лабораторії ТОВ «ФУДТЕК» та Проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій.

Як джерело тваринного білка для досліджень використали м'ясо яловичини 2 сорту (величина рН  $5,59 \pm 0,02$ ). В якості рослинних білків використали текстурат соєвого білка (SOYTEX 5006PC, Китай) та соєвий ізолят (ISOPRO 510A, Китай). Рецептури досліджуваних модельних систем наведені в таблиці 1. На першому етапі готували емульсії на основі яловичого жиру і суміші харчових волокон відповідно 1,5%, 3% та 4,5%. Гідратацію суміші харчових волокон

проводили харчовим льодом і водою у співвідношенні 1:4 до однорідної маси, температура в кінці кутерування  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ . Співвідношення компонентів відповідно рецептур 1 М, 2 М, 3 М – з м'ясом яловичини 2 сорту, контрольні зразки, дослідні зразки 1 Т, 2 Т, 3 Т – з текстуратом соєвого білка та 1 Із, 2 Із, 3 Із – ізолятом соєвого білка.

На другому етапі проводили попередню підготовку соєвих білків згідно технологічних інструкцій що до їх використання. Для текстурату її здійснювали шляхом гідратації (замочування у воді, співвідношення 1:2 за температури  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  протягом 2 год.) та подальшого подрібнення на вовчку 2-3 мм. Ізолят соєвого білка використовували після гідратації (співвідношення 1:3), тривалого кутерування для утворення соєвих гранул (досягнення температури гелю  $36 \pm 2^\circ\text{C}$ ), після чого охолоджували протягом 12 год. при температурі  $4 \pm 2^\circ$ ).

М'ясо яловичини подрібнювали на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм, вносили безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (1,4 % до маси м'яса) і 15% вологи до маси сировини [11, с. 74].

На третьому етапі відповідно рецептур шляхом перемішування на мішалці до рівномірного розподілу компонентів готували дослідні модельні системи. До всіх зразків вносили 1,2 % кухонної солі. Сіль забезпечує збільшення розчинності білків, а внесена волога є розчинником солі та білків, формує текстурні властивості фаршу і готових виробів. Приготовлений фарш залишали на експозицію протягом 20–30 хв.

В роботі досліджено вплив термооброблення на дослідні зразки модельних фаршів в охолодженому стані з температурою в товщі не вище  $8^\circ\text{C}$ . Температура кулінарної готовності в товщі виробів для м'ясних і м'ясомістких посічених напівфабрикатів становила  $90^\circ\text{C}$ .

Показники, активної кислотності наведені в таблиці 2. Між досліджуваними зразками з м'ясної сировини та зразками з білками рослинного походження спостерігалася значна різниця в рН. Нижче значення рН в зразках з харчовими волокнами в кількості 1,5%, 3% та 4,5% порівняно з рН сировини ймовірно, було пов'язано з гліколітичними змінами в м'ясній сировині [12, с. 43].

Відповідно до поточного дослідження зразки з використанням текстурату соєвого білка та ізоляту соєвого білка показали рН більше 6. Вищий рН у цих зразках може бути пов'язаний з лужністю білкових препаратів, що містять рослинний білок (рН 7,42–7,43) у порівнянні з контро-

Таблиця 1

**Рецептури досліджуваних модельних систем**

№ зразка	Сировина	М'ясо яловичини 2 сорту	Текстурат соєвого білка	Ізолят соєвого білка	Суміш харчових волокон	Жир яловичий	Волога для гідратації
1 М		66	–	–	1,5	15	17,5
2 М		59,5	–	–	3	15	22,5
3 М		53,2	–	–	4,5	15	27,3
1 Т		–	25,8	–	1,5	15	57,5
2 Т		–	23,3	–	3	15	58,7
3 Т		–	20,8	–	4,5	15	59,7
1 Із		–	–	19,3	1,5	15	64,2
2 Із		–	–	17,5	3	15	64,5
3 Із		–	–	15,6	4,5	15	64,9

Таблиця 2

**Результати визначення рН зразків модельних систем**

№ зразка	Вміст суміші харчових волокон, %	рН до термооброблення	рН після термооброблення
1 М	1,5	5,54	5,71
2 М	3	5,35	5,63
3 М	4,5	5,52	5,51
1 Т	1,5	6,34	6,43
2 Т	3	6,51	6,60
3 Т	4,5	6,35	6,77
1 Із	1,5	6,28	6,35
2 Із	3	6,61	6,68
3 Із	4,5	6,88	7,08

льними, які виготовлені з м'яса яловичини. Аналогічні результати досліджень отримані науковцями в роботах [13, с. 36; 14, с. 292], які також зазначають, що внесення ізоляту соєвого білка на рівні 25% значно підвищує рН у м'ясних ковбасах, що подібно до результатів цього дослідження.

На рисунку 1 наведено вимірювання твердості зразка з м'ясом яловичини на текстурометрі Shimadzu EZ-LX. Згідно з Ayadi et al. [15, с. 279] твердість є інструментальним параметром для оцінки текстури м'ясопродуктів. Текстури властивості мають вирішальне значення для м'ясомістких продуктів, оскільки текстура є важливим фактором імітації органолептичних показників, включаючи смакові властивості готових виробів.

Показники твердості до термооброблення м'ясних і м'ясомістких систем з вмістом у зразках 1,5%, 3% та 4,5% суміші харчових волокон представлені на рисунку 2. Твердість зразків з використанням м'ясної сировини була значно вищою порівняно зі зразками з текстуратом соєвого білка та ізолятом соєвого білка.



**Рис. 1. Текстурометр Shimadzu EZ-LX (Японія)**

На рисунку 3 наведено показники твердості м'ясних і м'ясомістких систем з різним вмістом у зразках суміші харчових волокон після термооброблення.



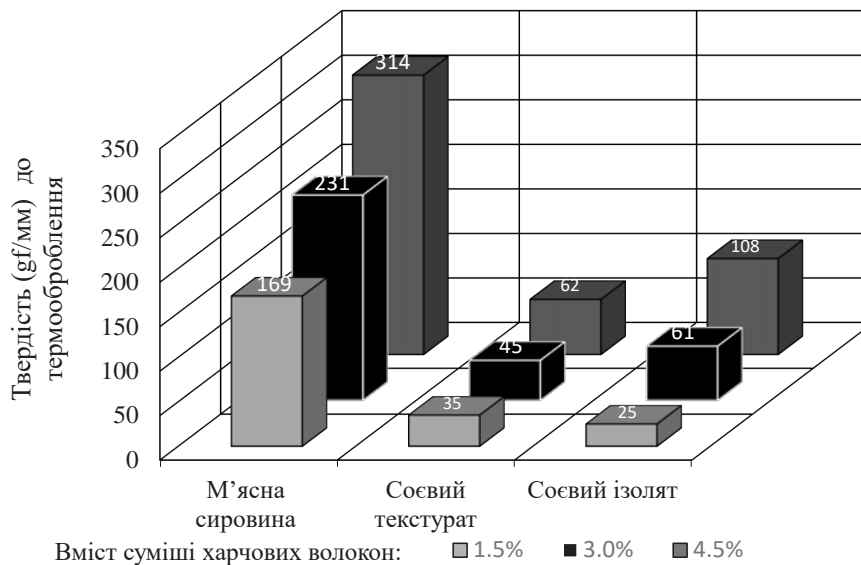


Рис. 2. Твердість (gf/мм) до термооброблення

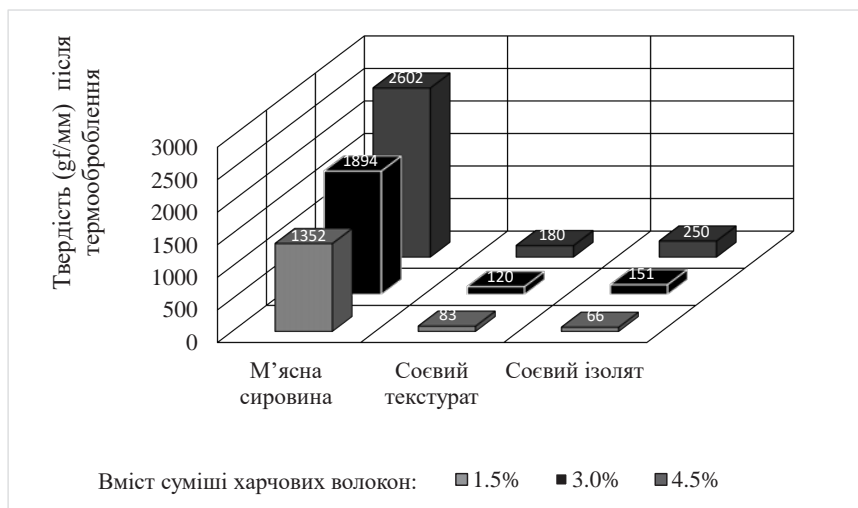


Рис. 3. Твердість (gf/мм) після термооброблення

Підвищення показників твердості у зразках з м'ясом яловичини 2 сорту після термооброблення були передбачуваними через денатурацію м'язових білків, що призвело підвищення твердості в м'ясній системі.

Збільшення в рецептурах вмісту суміші харчових волокон з 1,5% до 4,5% підвищує твердість всіх дослідних модельних систем і свідчить, що зі збільшенням кількості зв'язуючого агента пропорційно зростають показники твердості. Подібним чином, збільшення кількості карагенану у рецептурах з 0,5% до 1,5% підвищує твердість ковбасних виробів [15, с. 281]. Причиною нижчих значень твердості дослідних зразків з текстуратом соєвого білка SOYTEX 5006PC та ізолятом соєвого білка ISOPRO 510A була їх висока гідратація, що призводить до того, що м'ясомісткі системи стають м'якшими.

**Висновок.** Використання 1,5%, 3% та 4,5% суміші харчових волокон в модельних системах м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів з м'ясом яловичини 2 сорту для контрольних та для дослідних зразків текстурату соєвого білка SOYTEX 5006PC та ізоляту соєвого білка ISOPRO 510A свідчать, що зі збільшенням кількості харчових волокон показники твердості підвищуються. У зразках з текстуратом та ізолятом соєвого білка показник рН більше 6, що обумовлено з лужністю білкових препаратів рН 7,42–7,43. Отримані результати та актуальність визначеного наукового напрямку обґрунтовують необхідність подальших досліджень для розроблення структуроутворюючої композиції на основі харчових волокон для м'ясомістких продуктів.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Alexander P., Brown C., Arneth A., Finnigan J., Rounsevell M.D.A. Human appropriation of land for food: The role of diet / *Global Environmental Change*. 2016. Vol. 41. P. 88–98. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.09.005>

2. Kołodziejczak K., Onopiuk A., Szpicer A., Poltorak A. Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A Review / *Foods*. 2022. Vol. 11. P. 105. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11010105>

3. Kyriakopoulou K., Keppler J.K., van der Goot A.J. Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues / *Foods*. 2021. Vol. 10. P. 600. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10030600>

4. Singh P., Krishnaswamy K. Sustainable zero-waste processing system for soybeans and soy by-product valorization / *Trends in Food Science & Technology*. 2022. Vol. 128. P. 331–344. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.015>

5. Текстуровані рослинні білки як альтернатива м'ясу / Страшинський І.М., Маринін А.І., Пергат О., Байда Я. Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. К.: НУХТ, 2023. Ч. 1. С. 289.

6. Krintiras G.A., Göbel J., van der Goot A.J., Stefanidis G.D. Production of structured soy-based meat analogues using simple shear and heat in a Couette Cell / *Journal of Food Engineering*. 2015. Vol. 160. P. 34–41. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.02.015>

7. ХАРЧОВІ ВОЛОКНА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ІНГРЕДІЄНТ У М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТАХ / Гречко В.В., Страшинський І.М., Пасічний В.М. *Технічні науки та технології*. 2019. № 2 (16). С. 154–164. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2\(16\)-154-164](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2(16)-154-164)

8. Fernandes A., Mateus N., de Freitas V. Polyphenol-Dietary Fiber Conjugates from Fruits and Vegetables: Nature and Biological Fate in a Food and Nutrition Perspective / *Foods*. 2023. Vol. 12. P. 1052. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12051052>

9. Marvzadeh M.M., Akbari N. Development and Utilization of Rice Bran in Hamburger as a Fat Replacer / *Journal of Chemical Health Risks*. 2019. Vol. 9. P. 245–251. URL: <https://doi.org/10.22034/jchr.2019.668190>

10. Розробка комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем/Страшинський І.М., Грицай М.С. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2024. № 37. С. 71–79. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-10>

11. Chauhan S.S., LeMaster M.N., Clark D.L., Foster M.K., Miller C.E., England E.M. Glycolysis and pH Decline Terminate Prematurely in

Oxidative Muscles despite the Presence of Excess Glycogen / *Meat and Muscle Biology*. 2019. 3, № 1. URL: <https://doi.org/10.22175/mmb2019.02.0006>

12. Anjum F.M., Naeem A., Khan M.I., Nadeem M., Amir R.M. Development of texturized vegetable protein using indigenous sources / *Pakistan Journal of Food Science*. 2011. Vol. 21. P. 33–44. URL: <https://doi.org/10.15199/65.2018.12.6>

13. Ahmad S., Rizawi J.A., Srivastava P.K. Effect of soy protein isolate incorporation on quality characteristics and shelf-life of buffalo meat emulsion sausage / *Journal of Food Science and Technology*. 2010. Vol. 47, № 3. P. 290–294. URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0045-x>

14. Сухенко Ю.Г., Жеплінська М.М., Пасічний В.М., Тимошенко І.В. Оптимізація виробничих процесів: [Навчальний посібник] / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: Фірма «ІНКОС», 2019. 259 с.

15. Ayadi M.A., Kechaou A., Makni I., Attia H. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties / *Journal of Food Engineering*. 2009. Т. 93, № 3. С. 278–283. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033>

**REFERENCES:**

1. Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Finnigan, J. & Rounsevell, M. D. A. (2016). Human appropriation of land for food: The role of diet. *Global Environmental Change*, **41**, 88–98. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.09.005.

2. Kołodziejczak, K., Onopiuk, A., Szpicer, A. & Poltorak, A. (2022). Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A Review. *Foods*, **11**(1), 105. Doi: 10.3390/foods11010105.

3. Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K. & van der Goot, A. J. (2021). Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods*, **10**(3), 600. Doi: 10.3390/foods10030600.

4. Singh, P. & Krishnaswamy, K. (2022). Sustainable zero-waste processing system for soybeans and soy by-product valorization. *Trends Food Sci. Technol.*, **128**, 331–344. Doi: 10.1016/j.tifs.2022.08.015.

5. Strashynskiy, I., Marynin, A., Perhat, O. та Baida, Ya. (2023). Teksturovani roslynni bilky yak alternatyva miasu. *Materialy 89 Mizhnarodnoi naukovoii konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv "Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti"*, 3–7 kvitnia 2023 r., (ch. 1, s. 289). Kyiv: NUKHT.

6. Krintiras, G. A., Göbel, J., van der Goot, A. J. & Stefanidis, G. D. (2015). Production of structured soy-based meat analogues using simple shear and heat in a Couette Cell. *Journal of Food Engineering*, **160**, 34–41. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2015.02.015.

7. Hrechko, V.V., Strashynskiy, I.M. та Pasichnyi, V.M. (2019). Kharchovi volokna yak funktsionalnyi

inhrediiient u miasnykh napivfabrykatak. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, **2**(16), 154–164. Doi: 10.25140/2411-5363-2019-2(16)-154-164.

8. Fernandes, A., Mateus, N. & de Freitas, V. (2023). Polyphenol-Dietary Fiber Conjugates from Fruits and Vegetables: Nature and Biological Fate in a Food and Nutrition Perspective. *Foods*, **12**(5), 1052. Doi: 10.3390/foods12051052.

9. Marvizadeh, M. M. & Akbari, N. (2019). Development and Utilization of Rice Bran in Hamburger as a Fat Replacer. *Journal of Chemical Health Risks*, **9**(3), 245–251. Doi: 10.22034/jchr.2019.668190.

10. Strashynskiy, I. M. ta Hrytsai, M. S. (2024). Rozrobka kompleksu nefosfatnykh volohoutrymuiuchykh dobavok na osnovi aktyvnykh stabilizatoriv miasnykh system. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu*, **37**, 71–79. Doi: 10.32782/2522-1221-2024-37-12.

11. Chauhan, S. S., LeMaster, M. N., Clark, D. L., Foster, M. K., Miller, C. E. & England, E. M. (2019). Glycolysis and pH Decline Terminate Prematurely in Oxidative Muscles despite the Presence of Excess

Glycogen. *Meat and Muscle Biology*, **3**(1). Doi: 10.22175/mmb2019.02.0006.

12. Anjum, F. M., Naeem, A., Khan, M. I., Nadeem, M. & Amir, R. M. (2011). Development of texturized vegetable protein using indigenous sources. *Pakistan Journal of Food Science*, **21**(1), 33–44.

13. Ahmad, S., Rizawi, J. A. & Srivastava, P. K. (2010). Effect of soy protein isolate incorporation on quality characteristics and shelf-life of buffalo meat emulsion sausage. *Journal of Food Science and Technology*, **47**(3), 290–294. Doi: 10.1007/s13197-010-0045-x.

14. Sukhenko, Yu. H., Zheplinska, M. M., Pasichnyi, V. M. ta Tymoshenko, I. V. (2019). Optymizatsiia vyrobnychykh protsesiv: [Navchalnyi posibnyk]. Kyiv: Firma «INKOS».

15. Ayadi, M. A., Kechaou, A., Makni, I. & Attia, H. (2009). Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, **93**(3), 278–283. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033.

*Стаття надійшла до редакції  
25 листопада 2024 року*

## **ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

УДК 663.2:634.85-029:543.9

**Каменева Н. В.,**

*kamenevavavin@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5768-439X, Researcher ID O-4309-2016, д.с.г. наук, професор кафедри технології вина та сенсорного аналізу, Одеський національний технологічний університет, м. Одеса*

**Веречук О. А.,**

*4770102@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5121-571X, здобувачка Ph.D, Одеський національний технологічний університет, м. Одеса*

### **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ВИНОГРАДУ НА ФОРМУВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИН, ВИРОБЛЕНИХ ІЗ ВИНОГРАДУ СОРТУ РИСЛІНГ РЕЙНСЬКИЙ**

***Анотація.** Технологічні процеси переробки винограду в сучасних умовах активно розвиваються в напрямках, необхідних для формування комерційно привабливого органолептичного профілю вина, особливо в контексті подальшого глобального потепління. Нові розробки технологій, лежать в сфері зменшення алкоголю в винах, в збереженні типовості, свіжості та кислотності білих вин, уникнення зайвого окислення, особливо на початкових етапах технологічного процесу переробки винограду.*

*Метою досліджень є вивчення впливу технологічних процесів переробки винограду на формування фізико-хімічних і органолептичних показників вин, вироблених з винограду сорту Рислінг рейнський. В задачі входило дослідити вплив різних способів пресування, стабуляції та передферментаційної холодний мацерації на фізико-хімічні, органолептичні показники білих вин з винограду сорту Рислінг рейнський, зробити порівняння характеристику вин за допомогою методів сенсорного аналізу, провести статистичну обробку даних.*

*Комплексний аналіз результатів дослідження показує суттєвий вплив на формування інтенсивності первинних ароматів. Найбільший вплив спостерігався в варіанті пресування цілими гронами та варіанті стабуляції. В варіанті пресування цілими гронами спостерігається найменша концентрація фенольних речовин, тому можливо припустити що саме внаслідок низькою концентрації цих сполук в суслі, а потім в вині знижується швидкість окислених процесів в яких фенольні речовини є каталізатором спряженого окислення. Відмічено наявність в винах з сорту Рислінг Рейнський, вирощеного в Україні, набагато більшу кількість саме кластерів первинних ароматів в варіанті, де використовували пресування мезги, але їх інтенсивність була меншою від 15% до 50% в залежності від кластеру аромату. Також не спостерігається кореляція між масовою концентрацією приведенного екстракту та інтенсивністю смаку. Кореляція фенольних речовин та інтенсивність первинних ароматів спостерігається у варіанті застосування прийому стабуляції. У випадку використання холодної мацерації простежується підвищену кількість фенольних речовин, у випадку ПХМ з Gaia відбувається біологічне обезкиснення, що стримує окислювальні процеси і надає можливості для екстрагування первинних ароматів з шкірки винограду під час контакту з соком.*

**Ключові слова:** виноград, вино, пресування, мацерації, стабуляція, органолептичний, технологічний.



**Kameneva N. V.,**

*kamenevavavin@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5768-439X, Researcher ID O-4309-2016, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor at the Department of Wine Technology and Sensory Analysis, Odesa National Technological University, Odesa*

**Verechuk O. A.,**

*4770102@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5121-571X, Ph.D candidate, Odesa National Technological University, Odesa*

## THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF GRAPE PROCESSING ON THE FORMATION OF PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC INDICATORS OF WINES MADE FROM GRAPES OF THE RIESLING REIN VARIETY

**Abstract.** *The technological processes of grape processing in modern conditions are actively evolving in directions necessary to form a commercially attractive organoleptic profile of wine, especially in the context of further global warming. New technological developments focus on reducing alcohol content in wines, preserving the typicity, freshness, and acidity of white wines, and avoiding excessive oxidation, particularly at the initial stages of grape processing.*

*The purpose of the study is to investigate the impact of grape processing technological processes on the formation of physicochemical and organoleptic indicators of wines produced from Riesling grapes. The tasks included examining the influence of different pressing methods, stabulation, and pre-fermentation cold maceration on the physicochemical and organoleptic properties of white wines made from Riesling grapes, comparing the characteristics of wines using sensory analysis methods, and conducting statistical data processing.*

*A comprehensive analysis of the research results shows a significant impact on the formation of primary aroma intensity. The greatest impact was observed in the whole cluster pressing and stabulation variants. In the whole cluster pressing variant, the lowest concentration of phenolic substances is observed, suggesting that the low concentration of these compounds in the must, and subsequently in the wine, reduces the rate of oxidation processes, in which phenolic substances act as catalysts for conjugated oxidation. Wines from Riesling grapes grown in Ukraine showed a much larger number of primary aroma clusters in the variant where must pressing was used, although their intensity was lower by 15% to 50%, depending on the aroma cluster. There was no correlation between the mass concentration of reduced extract and taste intensity. Correlation between phenolic substances and primary aroma intensity was observed in the stabulation variant. In the case of using cold maceration, an increased amount of phenolic substances was observed. In the case of cold maceration with Gaia, biological deoxygenation occurs, which restrains oxidative processes and allows for the extraction of primary aromas from the grape skins during contact with the juice.*

**Key words:** grape, wine, pressing, maceration, stabulation, organoleptic analysis, technological.

**JEL Classification:** L66; L60

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-10>

**Постановка проблеми.** Технологічні процеси переробки винограду в сучасних умовах активно розвиваються в напрямках, необхідних для формування комерційно привабливого органолептичного профілю вина. Найбільший запит в технологіях існує в контексті подальшого глобального потепління. Нові розробки технологій лежать в сфері зменшення алкоголю в винах, в збереженні типовості, свіжості та кислотності білих вин, а також уникнення зайвого окислення, особливо на початкових етапах технологічного процесу переробки винограду [1–4].

Кожний технологічний процес виробництва вина дає свій внесок в кінцевий продукт,

тому в даних експериментах була поставлена задача дослідити та вивчити як саме кожен з них окремо впливає на формування фізико-хімічних та органолептичних показників вин, вироблених з винограду сорту Ріслінг Рейнський, вирощених в Україні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ріслінги України мають сенсорний профіль, який значно відрізняється від профілю Ріслінгів, які виробляють в країнах Старого та Нового Світу. Українські зразки мають меншу інтенсивність аромату, в них відсутні деякі, важливі для типовості Ріслінгу кластери та наявна висока концентрація окислених ароматів, навіть в молодих

зразках [9–12]. Частково ці відмінності залежать від теруару та клону винограду, тобто від причин, на які можливо впливати тільки на етапі закладки виноградника. Ще частина причин лежить в площині менеджменту виноградника, разом з тим у винороба є багато інструментів, які можуть створити та/або змінити сенсорний профіль вина на виробні. Особливо важливими є етапи, які проводять до початку алкогольного бродіння, оскільки саме там можливо регулювати які речовини потрапляють у сусло і в якій кількості [5, 6].

Стабуляція – технологія виробництва, яка стала відома кілька десятиліть тому, вперше її почали використовувати винороба з Гастоні, а найбільших свій прикладний розвиток отримала в Провансі. В зв'язку зі схильністю споживчих смаків до блідих рожевих вин винороба цього південного регіону були змушені обмежити час контакту сусла зі шкіркою винограду, що призвело до зниження екстракції смакових сполук і, як наслідок, вина мали гірший органолептичний профіль через меншу інтенсивність ароматів, та меншу кількість первинних кластерів та дескрипторів. Саме щоб компенсувати цей недолік провансальські винороба звернулись до техніки, яка називається стабуляцією соку. Технологічний прийом було розроблено у науково-дослідному інституті Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé, що базується в Vidauban (Відаубан) [5]. Технологія дозволяє отримати максимум ароматичних речовин з винограду і в той же час зберігає блідий колір рожевих вин [6]. Сьогодні вона все більше використовується і в технології білих вин.

Передферментаційна холодна мацерація (далі ПХМ) – це контакт виноградного сусла зі шкіркою ягід до початку алкогольного бродіння. Використання даної технології дозволяє досягти глибшого відтінку, максимально наситити вино первинними дескрипторами, притаманними сорту винограду [7, 8].

Розуміння кожного технологічного прийому дає можливість наблизити до світових прототипів органолептичні показники вин, вироблених з винограду сорту Рислінг Рейнський, вирощеного в Україні в сучасних умовах [8, 13].

**Постановка завдання.** Метою досліджень було вивчення впливу технологічних процесів переробки винограду на формування фізико-хімічних і органолептичних показників вин, вироблених з винограду сорту Рислінг рейнський.

В задачі входило дослідити вплив різних способів пресування, стабуляції та передфермента-

ційної холодної мацерації (далі ПХМ) на фізико-хімічні, органолептичні показники білих вин з винограду сорту Рислінг рейнський, зробити порівняння характеристику вин за допомогою методів сенсорного аналізу, провести статистичну обробку даних.

Схема досліджень включала наступні експерименти. Експеримент 1: варіант 1 – пресування мезги, варіант 2 – пресування ягід, варіант 3 – пресування гронами. Експеримент 2: варіант 1 – контроль; варіант 2 – ПХМ; варіант 3 – ПХМ + Gaia; варіант 4 – стабуляція.

**Матеріали і методи.** Виноматеріал з сорту Рислінг Рейнський. Застосували фізико-хімічні методи аналізу: визначення густоти сусла [15], приведений екстракт [16], масова концентрація фенольних речовин, інтенсивність окраски [17]; методи сенсорного аналізу: дескрипторно-профільний та баловий методи [18]. Сенсорні дослідження проведено відібраною та відкаліброваною дегустаційною комісією у кількості 9 експертів згідно з міжнародних вимог [14, 18]. Результати досліджень статистично оброблені за допомогою програми PanelCheck V1.4.2.

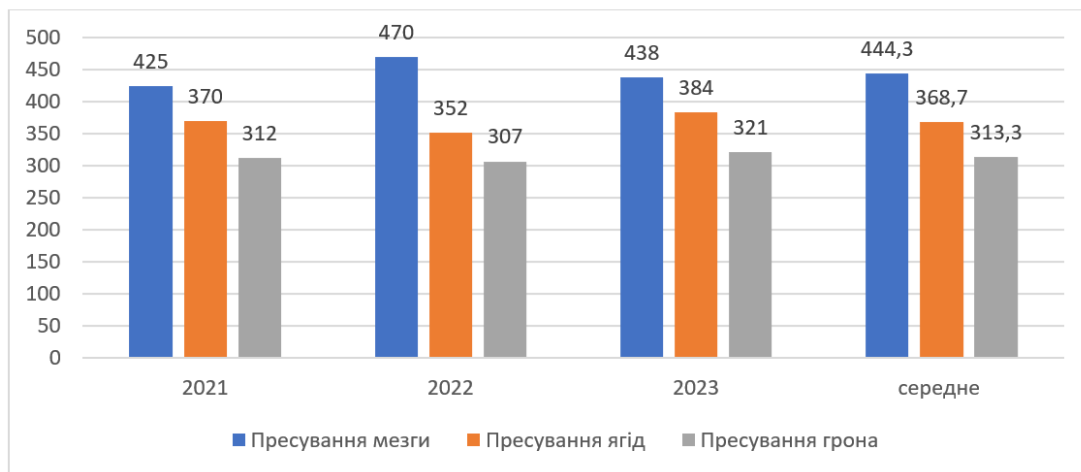
**Виклад основного матеріалу дослідження.** В ході досліджень вивчено такі технологічні прийоми як різні способи пресування, передферментаційна холодна мацерації та стабуляція.

Протягом 2021-2023 рр. на виноробні Frumushika Nova, Одеська область проведено дослідження щодо впливу режимів пресування винограду сорту Рислінг Рейнський на формування фізико-хімічних та органолептичних показників. Виноград був перероблений в стадії технічної зрілості з винограду сорту Рислінг Рейнський, вирощений в Одеській області. Зібраний виноград охолоджували до температура 15°C та переробляли на пневматичному пресі, вихід сусла 60 дал/т. Пневматичний прес для винограду EnoItalia Gamma Horizontal Press, який має ємність для завантаження 1200 кг для цілих грон, 4200 кг для ягід без грона, та 5600 кг для мезги. Решта технологічний прийомів відповідає стандартній технології отримання білих столових вин згідно.

Отримані дані показали, що режим пресування суттєво впливає на масову концентрацію фенольних речовин. У середньому за три роки різниця між варіантами складала від 55,4 мг/дм<sup>3</sup> або на 15,0 % до 131,0 мг/дм<sup>3</sup> або 29,4% . Найменше значення цього показника спостерігається у варіанті, де пресування було цілими гронами, а найбільше – у варіанті з пресуванням мезги. (табл. 1, рис. 1).

Вплив способу пресування на фізико-хімічні показники виноматеріалів з сорту Ріслінг Рейнський у середньому 2021-2023 роки

Показник	Пресування мезги	Пресування ягід	Пресування грона
Густина сушла	1,086	1,086	1,086
Приведений екстракт, мг/дм <sup>3</sup>	18,6	18,4	18,6
Масова концентрація фенольних речовин, мг/дм <sup>3</sup>	444,3	368,7	313,3
Інтенсивність окраски	0,052	0,041	0,046

Рис. 1. Вплив способу пресування на масову концентрацію фенольних речовин 2021–2023 рр., мг/дм<sup>3</sup>

В варіанті з пресуванням мезги, вона має найменшу кількість зруйнованих ягід, окрім того гребні виконують роль дренажної системи, все це разом призводить до мінімізації процесів екстрагування фенольних речовин з твердих елементів виноградної ягоди. На даному етапі технологічного процесу не спостерігається кореляції між масовою концентрацією фенольних речовин та інтенсивністю окраски. Технологічні прийоми отримання сушла не впливають на показник масової концентрації приведенного екстракту. Отримані результати мають кореляцію з результатами органолептичної оцінки виноматеріалів. Найбільшу кількість кластерів має варіант пресування мезги, але інтенсивність ароматів нижча за середнє значення.

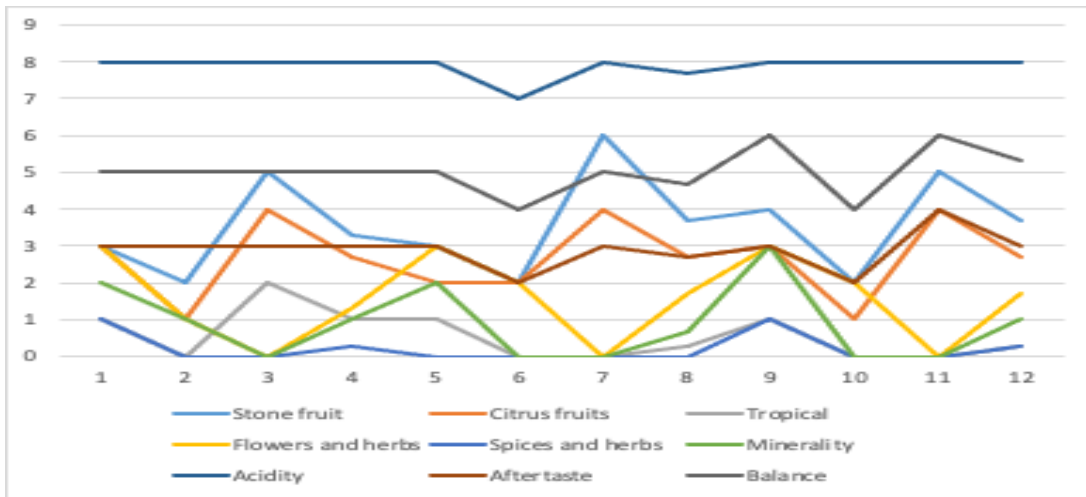
Варіант виноматеріалів, де пресування відбувалось гронами має найбільшу інтенсивність і водночас мінімальну кількість кластерів первинних ароматів. Найбільша кореляція дескрипторів відмічена в варіантах пресування мезги та гронами, пресування ягодами майже не має кореляції (рис. 2, 3).

Висновок, який можна зробити вже на цьому етапі, говорить про те, що технологічний прийом пресування грона дає легкі фруктові вина з висо-

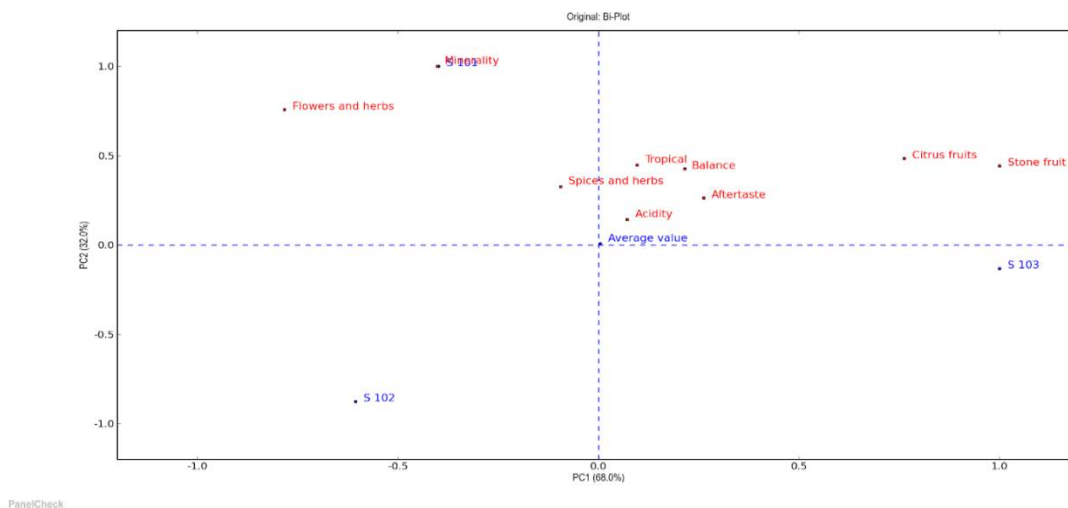
кою інтенсивністю кластерів цитрусових ароматів (апельсин, лимон, мандарин) та ароматів кісточкових фруктів, а саме яблуко, груша, біла слива, персик. Тому вважаємо за доцільним використовувати технологічний прийом пресування цілими гронами, коли результатом має бути отримання більш інтенсивного фруктового стилю вин.

В той же час технологічний прийом пресування мезги демонструє більш високі показники масової концентрації фенольних речовин у вині, що впливає на швидкість окислювальних процесів. Це може бути однією з причин різниці в інтенсивності між ароматичними профілями європейських та українських Ріслінгів, середня дегустаційна оцінка українських Ріслінгів у середньому 80,9 балів, а європейських – 91,1 балів [12].

Пресування гронами впливає на смакові якості в сторону довшого післясмаку та кращого балансу, що в свою чергу впливає на загальну оцінку. Кислотність же не залежить від способу пресування. Найкращі показники післясмаку, балансу і, відповідно, більш високу оцінку мають вина, вироблені за технологією пресування грона. У середньому за три роки в цьому варіанті дегустаційна оцінка складала 84,5 балів, що на 4,1 балів більш у порів-



**Рис. 2.** Вплив способу пресування на органолептичні показники виноматеріалів з винограду сорту Рислінг Рейнський



**Рис. 3.** PCA-карта зразків вин в залежності від способу пресування на ароматичні показники виноматеріалів з винограду сорту Рислінг Рейнський

Примітка: S101 – варіант пресування мезги; S102 – пресування ягід; S103 – пресування грон, у середньому за 2021–2023 рр.

няння з варіантом де застосовували пресування ягодами. У порівнянні з варіантом, де застосовували пресуваннями гронами різниця загальною дегустаційною оцінки не суттєва та складає 1,5 балів. За роками в варіантах різниця не суттєва  $F < F$  критичне:  $2,89 < 5,14$  (табл. 2).

Таким чином, комплексний аналіз результатів експерименту показує вплив на формування інтенсивності первинних ароматів, найбільший спостерігався в варіант пресування цілими гронами. У цьому варіанті найменша концентрація фенольних речовин, тому можливо припустити що саме внаслідок низькою концентрації цих сполук в суслі, а потім в вині знижується швидкість окислених процесів в яких фенольні речовини

є каталізатором спряженого окислення. В той же час експеримент показав наявність в винах з сорту Рислінг Рейнський, вирощеного в Україні, набагато більшу кількість саме кластерів первинних ароматів в варіанті, де використовували пресування мезги. Але їх інтенсивність була меншою від 15% до 50% в залежності від кластеру аромату. Також не спостерігається кореляція між масовою концентрацією приведенного екстракту та інтенсивністю смаку.

Експеримент щодо впливу стабуляції та передферментаційній холодний мацерації на якісні характеристики виноматеріалу із винограду сорту Рислінг Рейнський проведені в 2023 року в виробничих умовах на виноробнях України.



Таблиця 2

## Вплив способу пресування на якісні показники виноматеріалів з сорту Рислінг Рейнський

Параметри вина	пресування мезги			пресування ягід			пресування грона		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Кислотність	8	8	8	8	7	8	8	8	8
Післясмак	3	3	3	3	2	2	3	3	4
Баланс	5	5	6	5	4	4	5	5	6
Загальна оцінка	83,8	83,0	82,2	80,4	79,6	81,2	84,1	84,4	85,0
Стандартне відхилення	2,0	2,54	2,19	2,06	2,13	2,29	1,99	3,02	2,56

Таблиця 3

## Вплив технологічних прийомів ПХМ та стабуляції на фізико-хімічні показники виноматеріалів з сорту Рислінг Рейнський (в середньому за 3 виноробнями)

Показник	Контроль	ПХМ	ПХМ + Gaia	Стабуляція
Об'ємна доля етилового спирту	12,1	12,1	12,1	12,1
Приведений екстракт, мг/дм <sup>3</sup>	18,2	18,3	18,3	18,4
Масова концентрація фенольних речовин, мг/дм <sup>3</sup>	431,6	566,6	546,6	403,3
Інтенсивність окраски	0,036	0,065	0,062	0,061

За технологією передбачене після пресування мезги на пневматичному пресі сушло залишали на осаді 7 діб до бродіння при температурах +3–5°C; перемішування відбувалось без введення кисню, з вуглекислим газом, один раз на день. Для порівняння вивчено варіант технологічної схеми переробки винограду з використанням ПХМ. В цьому випадку було зроблено настоювання м'язги протягом 12 годин при температурі 10–12°C на фоні біологічного захисту у вигляді продукту Gaia. Продукт Gaia розроблений французьким інститутом Vigne et du Vin, у якості природного біоконтрольного агента, який можна використовувати на стадії попередньої ферментації для придушення росту мікроорганізмів, відповідальних за утворення оцтової кислоти. Використання біозахисту дозволяє прибрати з системи зайвий кисень та унеможливило розвиток автохтонної мікрофлори та її вплив на формування органолептичного профілю майбутнього вина.

Для вивчення впливу біологічного продукту Gaia на формування органолептичного профілю вина ПХМ Gaia в контрольному варіанті була реалізована технологія переробки винограду білих сортів згідно діючого стандарту КДУ [19]. Сушло відстоювали при температурі 10–12°C протягом 18 годин. В варіанті зі стабуляцією, після закінчення процесу настоювання сушла, його залишили в ємності додатково на 18 годин для формування гущевого осаду. В варіантах з ПХМ після закінчення настоювання мезгу пресували, отримане сушло освітлювали як і в контрольному варіанті.

Найбільш зміни відбуваються з масовою концентрацією фенольних речовин, в обох варіантах

з використанням ПХМ спостерігається її збільшення, без Gaia на 31% порівняно з контролем, використання Gaia несуттєво знизило значення показника порівняно зі звичайним виконанням ПХМ – на 5% менш. Стабуляція також має не суттєвий внесок в зміни фенольних речовин, вони зменшуються в порівнянні з контролем на 7%. Наявність контакту сушла з невеликою кількістю твердих елементів виноградної ягоди не вплинуло на показник інтенсивності окраски (табл.3).

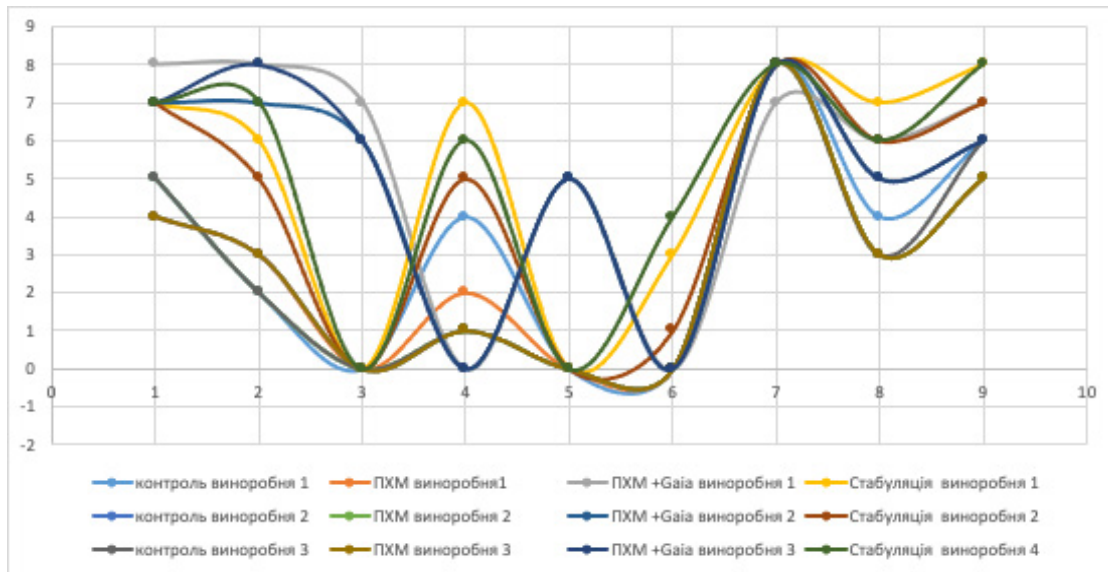
Спостерігається кореляція між показниками об'ємної частки етилового спирту та екстракту, але ж вплив технологічного прийому не виявлено. Результати досліджень показує позитивний вплив технологічних прийомів ПХМ +Gaia та стабуляції на смакові характеристики вин (рис. 4–5).

Вина, зроблені по цим двом технологіям, мають вищу інтенсивність кісточкових та цитрусових кластерів ароматів та кращий загальний бал, ніж в контрольному варіанті та в варіанті з ПХМ. Також варіант вин з ПХМ + Gaia мав яскраво виражений кластер тропічних фруктів, а варіант зі стабуляцією – кластер квітів і трав та мінеральність (рис. 4).

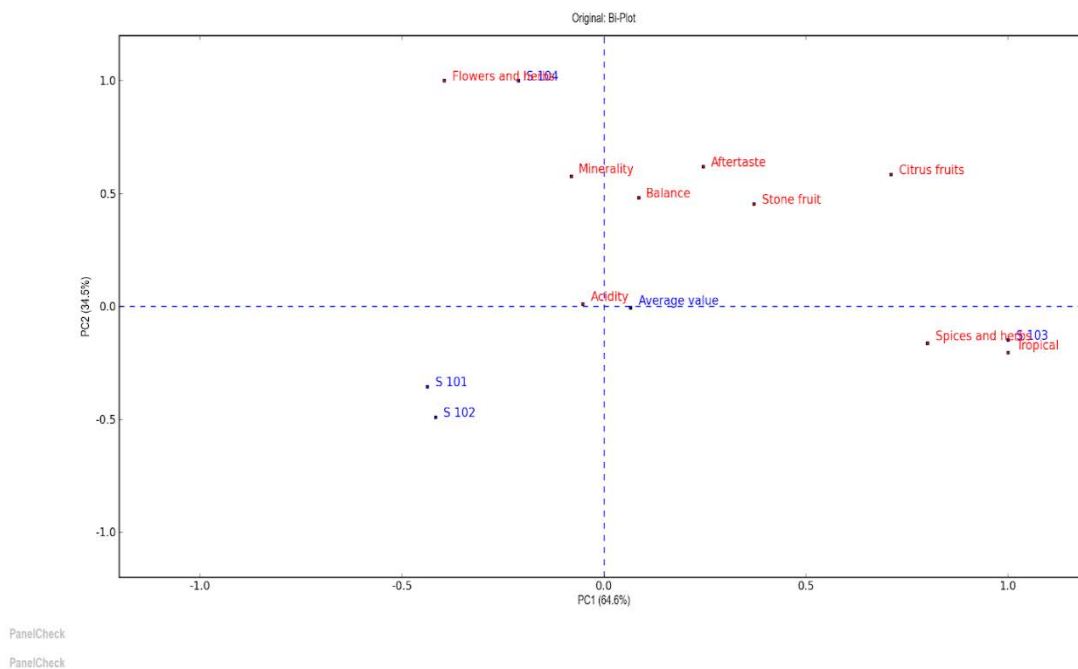
РСА-карта зразків вин показує що перші два варіанта, а саме контроль та ПХМ не корелюють з характерними для винограду сорту Рислінг дескрипторами (рис. 5).

Таким чином найкращий органолептичний результат отримали варіанти 3 та 4 : ПХМ + Gaia та стабуляція. Їх результати є співставними та більш високими ніж в контрольному варіанті та варіанті тільки ПХМ.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Комплексний аналіз



**Рис. 4. Вплив технологічних прийомів ПХМ та стабуляції на інтенсивність первинних ароматів та параметрів вина**



**Рис. 5. PCA-карта зразків вин в залежності від впливу технологічних прийомів ПХМ та стабуляції на інтенсивність первинних ароматів та параметрів вина**  
 Примітка: S101 – контроль; S102 – ПХМ; S103 – ПХМ + Gaia; S104 – стабуляція.

результатів дослідження показує суттєвий вплив на формування інтенсивності первинних ароматів. Найбільший вплив показує варіант пресування цілими гронами з першого експерименту та варіант стабуляції зі другого експерименту. В варіанті пресування цілими гронами спостерігається найменша концентрація фенольних речовин, тому можливо припустити, що саме вна-

слідок низькою концентрації цих сполук в суслі, а потім в вині знижується швидкість окислених процесів в яких фенольні речовини є катализатором спряженого окислення. Відмічено наявність в винах з сорту Рислінг Рейнський, вирощеного в Україні, набагато більшу кількість саме кластерів первинних ароматів в варіанті, де використовували пресування мезги, але їх інтенсивність

була меншою від 15% до 50% в залежності від кластеру аромату. Також не спостерігається кореляція між масовою концентрацією приведенного екстракту та інтенсивністю смаку. Кореляція фенольних речовин та інтенсивність первинних ароматів спостерігається у варіанті застосування прийому стабуляції. У випадку використання холодної мацерації обидва варіанти демонструють підвищену кількість фенольних речовин, однак у випадку ПХМ з Gaia відбувається біологічне обезкиснення, що стримує окислювальні процеси і надає можливості для екстрагування первинних ароматів з шкірки винограду під час контакту з соком.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., та ін. Handbook of Enology: Volume 1, The Microbiology of Wine and Vinifications: *Handbook of Enology*. 2006. 1–441с.
2. Razungles, A. Extraction technologies and wine quality: *Managing Wine Quality: Volume 2: Oenology and Wine Quality*. 2021.
3. Sun, B. S., Pinto, T., Leandro, M. C., та ін. Transfer of catechins and proanthocyanidins from solid parts of the grape cluster into wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1999. Vol. 50, No. 2. С. 179–184.
4. Ough, C. S. Substances Extracted during Skin Contact with White Musts. I. General Wine Composition and Quality Changes with Contact Time. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1969. Vol. 20, No. 2.
5. Finot, M. The Effect of Stabulation on Fermentation Kinetics and Sensory Quality. *Winemakers Research Exchange*. 2016. No. Salamone.
6. Camilla De Paolis, Andrea Zava, Maria Alessandra Paissoni, Susana Río Segade, Giulia Motta, Domen Škrab, Sofia Beria D'Argentina, Lorenzo Ferrero, Simone Giacosa, Vincenzo Gerbi, L. R. Cold liquid stabulation: Impact on the phenolic, antioxidant, and aroma characteristics of wines from aroma-neutral white grape varieties / *Food Chemistry*, Volume 465, Part 2, 2025. 142058 p.
7. Clarke, R. J., Bakker, J. Wine Flavour Chemistry. *Journal of wine Flavour Chemistry*. 2004. Vol. 25, No. 11. С. 326.
8. Herjavec, S., Jeromel, A., Prusina, T., та ін. Effect of Cold Maceration Time on Zilavka Wines Composition Utjecaj Hladne Maceracije Na Kemijski Sastav Vina Zilavka. *Journal of Central European Agriculture*. 2008. Vol.9, No. 3. С. 505–510.
9. Tarasov, A., Schüssler, C., Hormuth, M., та ін. Riesling wines from Ukraine : specifics of the regional wines. 2017. С. 3.

10. Willwerth, J. J., Reynolds, A. G., Lesschaeve, I. Sensory analysis of riesling wines from different sub-appellations in the Niagara Peninsula in Ontario. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2015. Vol. 66, No. 3.
11. Willwerth, J. J., Reynolds, A. G., Lesschaeve, I. Sensory analysis of Ontario Riesling wines from various water status zones. *Oeno One*. 2018. Vol. 52, No. 2.
12. Verechuk, O., Kameneva, N. Creation of Sensory Profiles of Riesling Wines From Europe, America and Oceania and Their Comparative Characteristics. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2022. Vol. 311, No. 4. С. 64–69.
13. Cerbu, M. I., Colibaba, C. L., Luchian, C., та ін. Effect of ageing on lees on the quality of white and rosé wines from Iasi vineyard. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 56.
14. ДСТУ ISO 8586:2019 Дослідження сенсорне. Загальні настанови щодо відбору, навчання та контролю відібраних експертів та експертів з органолептичного оцінювання.
15. ДСТУ 4112.1-2002. Вина і виноматеріали. Визначання густини та відносної густини за температури 20 °С. Контрольний метод. 2002.
16. ДСТУ 7278:2012. ДСТУ 7278:2012 Вина і виноматеріали, соки плодово-ягідні спиртовані. Метод визначення приведенного екстракту. 2012.
17. ДСТУ 4112.41:2003 Вина, виноматеріали і сусло. Метод визначення фенольних речовин (індекс Фоліна-Чікольтеу), 2004
18. ДСТУ ISO 6564:2005 Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору. 2006

#### REFERENCES:

1. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., та ін. Handbook of Enology: Volume 1, The Microbiology of Wine and Vinifications: *Handbook of Enology*. 2006. 1–441с.
2. Razungles, A. Extraction technologies and wine quality: *Managing Wine Quality: Volume 2: Oenology and Wine Quality*. 2021.
3. Sun, B. S., Pinto, T., Leandro, M. C., та ін. Transfer of catechins and proanthocyanidins from solid parts of the grape cluster into wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1999. Vol. 50, No. 2. С. 179–184.
4. Ough, C. S. Substances Extracted during Skin Contact with White Musts. I. General Wine Composition and Quality Changes with Contact Time. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1969. Vol. 20, No. 2.
5. Finot, M. The Effect of Stabulation on Fermentation Kinetics and Sensory Quality. *Winemakers Research Exchange*. 2016. No. Salamone.

6. Camilla De Paolis, Andrea Zava, Maria Alessandra Paisonni, Susana Río Segade, Giulia Motta, Domen Škrab, Sofia Beria D'Argentina, Lorenzo Ferrero, Simone Giacosa, Vincenzo Gerbi, L. R. Cold liquid stabulation: Impact on the phenolic, antioxidant, and aroma characteristics of wines from aroma-neutral white grape varieties / Food Chemistry, Volume 465, Part 2, 2025. 142058 p.

7. Clarke, R. J., Bakker, J. Wine Flavour Chemistry. Journal of wine Flavour Chemistry. 2004. Vol. 25, No. 11. C. 326.

8. Herjavec, S., Jeromel, A., Prusina, T., та ін. Effect of Cold Maceration Time on Zilavka Wines Composition Utjecaj Hladne Maceracije Na Kemijski Sastav Vina Zilavka. Journal of Central European Agriculture. 2008. Vol. 9, No. 3. C.505–510.

9. Tarasov, A., Schüssler, C., Hormuth, M., та ін. Riesling wines from Ukraine : specifics of the regional wines. 2017. C. 3.

10. Willwerth, J. J., Reynolds, A. G., Lesschaeve, I. Sensory analysis of riesling wines from different sub-appellations in the Niagara Peninsula in Ontario. American Journal of Enology and Viticulture. 2015. Vol. 66, No. 3.

11. Willwerth, J. J., Reynolds, A. G., Lesschaeve, I. Sensory analysis of Ontario Riesling wines from various water status zones. Oeno One. 2018. Vol. 52, No. 2.

12. Verechuk, O., Kameneva, N. Creation of Sensory Profiles of Riesling Wines From Europe, America and Oceania and Their Comparative

Characteristics. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2022. Vol. 311, No. 4. C. 64–69.

13. Cerbu, M. I., Colibaba, C. L., Luchian, C., та ін. Effect of ageing on lees on the quality of white and rosé wines from Iasi vineyard. BIO Web of Conferences. 2023. Vol. 56.

14. ДСТУ ISO 8586:2019 Doslidzhennia sensorne. Zahalni nastanovy shchodo vidboru, navchannia ta kontroliu vidibranykh ekspertiv ta ekspertiv z orhanoleptychnoho otsiniuvannia. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine.

15. DSTU 4112.1-2002. (2002). Vyna i vynomaterialy. Vyznachennia hustyny ta vidnosnoi hustyny za temperatury 20 °C. Kontrolnyi metod. DSTU. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].

16. DSTU 7278:2012. (2012). Vyna i vynomaterialy, soki plodovo-yahidni spirtovani. Metod vyznachennia pryvdenoho ekstraktu. DSTU. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].

17 DSTU 4112.41:2003 Vyna i vynomaterialy i syslo. Metod vyznachennia fenolnish rechovin (indeks Folina-Chikoltey), Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine , 2004

18. ДСТУ ISO 6564:2005 Doslidzhennia sensorne. Metodolohiia. Metody stvoriuvannia spektra fleivoru. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].

*Стаття надійшла до редакції  
9 грудня 2024 року*



ВІСНИК  
ЛЬВІВСЬКОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ

Збірник наукових праць

**ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

Випуск 40

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. 7,07. Ум. друк. арк. 8,84. Зам. № 0225/113

Підписано до друку 30.12.2024. 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.