

ISSN 2786-4588 (Print)  
ISSN 2786-4596 (Online)

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет



# Таврійський науковий вісник

Технічні науки

Випуск 4



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2022

ISSN 2786-4588 (Print)  
ISSN 2786-4596 (Online)

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету  
(протокол № 9 від 23.06.2022 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 4. 120 с.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International  
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію: Серія КВ № 24810-14750ПР від 31.05.2021 року.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 29.06.2021 № 735 (додаток 4) журнал внесений до переліку фахових видань України категорії «Б» (спеціальності: 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології; 124 – Системний аналіз; 181 – Харчові технології; 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології).

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

#### **Редакційна колегія:**

**Дзюндзя О.В.** – доцент кафедри інженерії харчового виробництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент – головний редактор; **Антоненко А.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного бізнесу ПВНЗ «Київський університет культури», к.т.н., доцент; **Балихіна Г.А.** – провідний науковий співробітник відділення землеробства, меліорації та механізації апарату Президії НААН, к.т.н.; **Березовський Ю.В.** – доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., доцент; **Бровенко Т.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу Київського національного університету культури і мистецтв, к.т.н., доцент; **Вороненко М.О.** – доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, к.т.н., доцент; **Гончаренко А.В.** – професор кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Національного авіаційного університету, д.т.н., професор; **Гопеснко В.** – проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи» Університету прикладних наук ISMA, Dr.sc.ing., професор (Рига, Латвійська Республіка); **Горальчук А.Б.** – професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Харківського державного університету харчування та торгівлі, д.т.н., професор; **Димова Г.О.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н.; **Коваленко О.О.** – завідувач кафедри біоінженерії і води Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор; **Ковальчук П.І.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., професор; **Кузьмич Л.В.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., доцент; **Кузьміна Т.О.** – професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Лобода О.М.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент; **Марасанов В.В.** – член спеціалізованої Вченої ради ДФ 67.052.003 Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Матяш Т.В.** – старший науковий співробітник, завідувач відділу інформаційних технологій та маркетингу інновацій Інституту водних проблем і меліорації НААН, к.т.н.; **Отрош Ю.А.** – начальник кафедри пожежної, профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор; **Пневматікос Н.** – доцент кафедри будівництва Університету Західної Аттики, к.т.н., доцент (Афіни, Греція); **Романенко Р.П.** – доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету, к.т.н.; **Степанчиков Д.М.** – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, к.ф.-м.н., доцент; **Сурьянінов М.Г.** – завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор; **Ткаченко О.Б.** – професор, завідувачка кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., доцент; **Турченко В.О.** – професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, д.т.н., доцент.

---

# КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY

УДК 531.7.08

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.1>

## ВИБІР ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ СПЕЦТЕХНІКИ

---

*Білевська О. С. – науковий співробітник*

*Українського науково-дослідного інституту спеціальної техніки*

*та судових експертиз Служби безпеки України*

*ORCID ID: 0000-0002-2081-1906*

*Вимірювальна техніка є невід'ємною частиною будь-якого виробництва. Якість, і відповідно, конкурентоспроможність продукції багато в чому визначаються станом вимірювальної процедури на підприємстві.*

*Виготовлення спецтехніки вимагає високоточного виробництва деталей складної геометричної форми. Так як матеріал, з якого виготовляються деталі зазвичай є дорогим, то виробництво має бути високоефективним, а контроль одержуваної продукції – високоточним. Більшість деталей спецтехніки мають складний профіль і отримання таких деталей – досить трудомісткий процес, результат якого має бути контрольований. Контроль якості отриманих складнопрофільних деталей займає велику кількість часу і вимірювальних засобів. На виконання вимірювань доводиться до 15% трудових витрат*

*Стаття присвячена вирішенню проблеми вибору засобів та методів контролю геометричних розмірів деталей та складальних одиниць в залежності від умов конструкторської документації (далі КД), технологічного процесу і конструкції. Геометричні розміри це довжина і товщина, діаметри (зовнішні і внутрішні), паралельність сторін, кути, різьбові отвори, шорсткість поверхні та ін. Контроль цих параметрів є найбільш специфічним і відповідальним у виробничих цехах, центральних вимірювальних лабораторіях, відділах технічного контролю. У промислово розвинених країнах ці види вимірювань складають 85%-90% всіх існуючих видів контролю, при цьому оцінка точності форми і розмірів залежить від ступеня точності вимірювань.*

*В статті розглянуто розвиток наукових основ актуальної науково-технічної проблеми підвищення ефективності вимірювань геометричних розмірів, вибору методів контролю, обґрунтування необхідності застосування того чи іншого засобу вимірювання. Представлено методи та засоби контролю геометричних розмірів та кутів різними технічними засобами та приладами, враховуючи, технологічний процес виготовлення деталей та вузлів.*

***Ключові слова:** засоби вимірювання, методи контролю, лінійні та кутові розміри, похибка вимірювань, метрологія.*

---

***Bilevska O. S. Choice of means and methods for measuring geometric dimensions in the manufacture of special equipment***

*Measuring equipment is an integral part of any production. The quality, and, accordingly, the competitiveness of products is largely determined by the state of the measuring procedure in production.*

*The manufacture of special equipment requires high-precision production of parts of complex geometric shapes. Since the material from which the parts are made is usually expensive, the production must be highly efficient, and the control of the resulting product must be highly accurate.*

*Most parts of special equipment have a complex profile, and the manufacture of such parts is a rather laborious process, the result of which is controlled without fail. Quality control of the resulting complex-profile parts takes a lot of time and measuring tools. The execution of measurements accounts for up to 15% of labor costs.*

*The article is devoted to solving the problem of choosing means and methods for controlling the geometric dimensions of parts and assembly units, depending on the conditions of design documentation, technological process and design. Geometric dimensions are length and thickness, diameters (external and internal), parallelism of sides, angles, threaded holes, roughness, etc. The control of these parameters is the most specific and responsible in production shops, central measuring laboratories, technical control departments. In industrialized countries, these types of measurements account for 85% – 90% of all existing types of control, while the assessment of the accuracy of shape and size depends on the degree of measurement accuracy.*

*The article considers the development of the scientific foundations of the actual scientific and technical problem of increasing the efficiency of geometric measurements, the choice of control methods, the justification for the need to use one or another measuring instrument. Methods and methods for controlling geometric dimensions and angles by various technical means and devices are presented, taking into account the technological process of manufacturing parts and assemblies.*

**Key words:** *measuring instruments, measurement methods, linear and angular dimensions, measurement error, metrology.*

**Постановка проблеми.** Основною умовою стабільного розвитку та забезпечення конкурентоспроможності підприємств є ефективне управління якістю продукції яку воно виробляє [11]. При цьому вимірювання геометричних розмірів є одним із елементів системи якості.

До якості спецтехніки, яка експлуатується в екстремальних умовах висуваються особливі вимоги, які потребують досконалих та якісних вимірювань. З урахуванням особливих вимог КД та технологічного процесу при виготовленні спецтехніки виникає необхідність формування моделі системи вимірювання геометричних розмірів деталей та складальних одиниць. І саме контроль геометричних розмірів є одним із основних елементів цієї моделі. Він проводиться з метою запобігання запуску у виробництво продукції, що не відповідає заданим вимогам.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливим та обов'язковим процесом на будь-якому підприємстві є контроль продукції яку воно виробляє. Одним із етапів цього процесу є вимірювання геометричних розмірів. Процесам контролю якості (методам та засобам вимірювання) присвячено багато теоретичних і практичних досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених. Дослідженням цих питань займалися такі науковці, як Богуславський М.Г., Цейтлін Я.М., Поліщук С.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О., Антошин В.А., Волков В.І., Глухов В.І. та ін. [7; 8; 10].

Водночас, незважаючи на значну кількість наукових публікацій, присвячених проблемам метрології, стрімке оволодіння новими технологіями виготовлення деталей та впровадження мініатюризації виробів, зумовлене вимогами замовників, потребує подальших досліджень цієї тематики.

**Постановка завдання.** Використання можливостей електроніки та обчислювальної техніки для оптимального й ефективного керування промисловим обладнанням дає змогу підвищити продуктивність праці та якість продукції, що випускається. Сучасні металообробні станки з програмним забезпеченням (ЧПК – токарні

та фрезерувальні) ідеально підходять для обробки деталей різних розмірів (від дрібних до великогабаритних). У порівнянні зі звичайним обладнанням, верстати з ЧПК мають ряд переваг, які виконують поставлені завдання з високим ступенем точності. Але в процесі відпрацювання програми необхідні точні та кваліфіковані вимірювання деталей на всіх стадіях циклу. Метою даної статті є удосконалення процедури контролю геометричних розмірів деталей, враховуючи специфіку та метрологічне забезпечення лабораторії

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Перш ніж перейти до розгляду технічного контролю геометричних розмірів, слід уточнити визначення основних понять у сфері метрології [5].

*Вимірювання* – це багатогранний процес, який можна розглядати як технічну процедуру вимірювання та отримання вимірювальної інформації. *Ціллю вимірювань* є отримання оцінки істинного значення вимірюваної величини. При цьому відбувається постійне уточнення отриманої вимірювальної інформації, вивільнення її від супутніх похибок і наближення до абсолютної істини.

*Засоби вимірювань* – це технічні засоби, що мають нормовані метрологічні характеристики. При цьому значення фізичної величини, яке відраховують по шкалі засобу вимірювання, точно відповідає певній кількості фізичних одиниць, що прийняті у якості одиниць виміру.

*До засобів вимірювання відносять* – міри, вимірювальні прилади, перетворювачі і системи, вимірювальні установки і комплекси [9].

*Лабораторні вимірювання* – це виміри, у яких похибки кожного результату вимірювання оцінюють за даними, що одержані при цьому вимірі. Лабораторні вимірювання виконують найчастіше універсальними взірцевими засобами виміру в метрологічних дослідженнях еталонів одиниць та при розробці і атестації методик виконання технічних вимірювань.

*Технічні вимірювання* – це виміри, які виконують у заданих умовах згідно з загально прийнятою методикою. При цьому похибки вимірювання, які при виконанні вимірів окремо не визначають, повинні бути нижче встановлених нею. Технічні вимірювання виконуються за методиками за допомогою серійних засобів вимірювань, які повинні забезпечувати необхідний рівень точності.

Результат будь-якого вимірювання відрізняється від істинного значення фізичної величини на певне значення, яке залежить від точності засобів і методів вимірювання, кваліфікації працівника, умов, в яких проводилося вимірювання, і т. д. Відхилення результату вимірювання від істинного значення фізичної величини називається *похибкою* вимірювання. Для описання точності вимірювань довгий час використовували саме таке поняття [12]. Але в атестаційних документах на вимірювальну техніку використовується такий термін, як *невизначеність вимірювань*. Цей термін виник у зв'язку з відсутністю міжнародної єдності в цих питаннях. І у 1993 році був розроблений документ «Керівництво з оцінки невизначеності» (GUM) [13], який відразу ж після видання отримав статус неформального міжнародного стандарту. Тобто «похибка» і «невизначеність вимірювань» – поняття ідентичні.

Особливо важливу роль у виборі засобів та методів контролю відіграє клас точності виготовлення деталей (квалітет) [14].

*Квалітет (клас точності)* – це сукупність допусків, відповідних однаковому ступеню точності для всіх номінальних розмірів.

Використання терміну «*квалітет*» замість «*клас точності*» введено для того, щоб відразу було ясно, про яку систему допусків і посадок йдеться мова. У ЄСКД,

як і в ІСО, встановлено 20 квалітетів, що позначаються порядковими номерами, що зростають із збільшенням допуску: 01; 0; 1; 2; 3; ...; 15; 16; 17; 18<sup>o</sup>. Призначення необхідного квалітету – складне техніко-економічне завдання. Вибір квалітетів для різних розмірів деталей у багатьох випадках визначається при розв'язку розмірних ланцюгів, які прогнозує конструктор.

Таким чином, квалітети 5-12 використовують для деталей, що працюють в сполученнях, а квалітети з 13 по 18 – для вільних поверхонь деталей, які не сполучаються. Діапазон розмірів 1мм – 500 мм розбито на тринадцять інтервалів і для них при заданих значеннях квалітетів в довідниках приведені значення допусків в мікрометрах (мікронах).

Розглянемо сам процес вимірювання. *Об'єктами контролю є*: вихідні матеріали, заготовки, деталі, складальні одиниці, і готові вироби на різних стадіях виготовлення, приймання і перевірки. У процесі виготовлення виробів необхідно контролювати відповідність дійсного значення геометричних параметрів значенням, встановленим у конструкторській (кресленики) та технологічній документації з метою визначення придатності або непридатності (брак чи доопрацювання) виробу для подальшого використання.

Технічні вимірювання виконуються за *атестованими методиками* з використанням *каліброваних та атестованих засобів вимірювань*, які повинні забезпечувати необхідний рівень точності. Аналіз невизначеності вимірювань (похибок) технічних вимірів не обов'язковий.

Засоби вимірювання поділяють на три основні групи: *міри, вимірювальні прилади та інструменти і калібри*. Останнім часом під впливом інтенсивного розвитку інтегральних схем, мікропроцесорних пристроїв відбулось корінне оновлення та значне урізноманітнення техніки, що застосовується при вимірюваннях лінійних та кутових розмірів [1]. Сьогодні, завдяки прогресу в конструюванні приладів, призначених для контролю, можуть бути реалізовані такі методи вимірювань, які ще декілька років тому здавалися неймовірними. Тому розглянемо поетапно всі існуючі засоби вимірювань та простежимо їх застосовуваність.

Донедавна для вимірювань геометричних розмірів застосовували здебільшого штриховий інструмент (штрихові штангенінструменти, нутроміри, лінійки, рулетки, кутоміри та ін.), які мають шкали з нанесеними на них розподілами, відповідними певним одиницям вимірювання. Для зручності та простоти вимірювань користуються ними і тепер при вимірюванні деталей 11 ... 18 квалітетів (грубе складання, та деталі, які не сполучаються).

---

**\* Примітка.**

Самі тоні *квалітету (01...3)* використовують для виготовлення зразкових мір, калібрів, еталонів, шкал з оптичним відліком, тощо.

*Квалітети 4 і 5* застосовуються порівняно рідко, в особливо точних з'єднаннях, що вимагають високої однорідності зазору або натягу.

*Квалітети 6 і 7* застосовуються для відповідальних з'єднань у механізмах, де до посадки пред'являються високі вимоги відносно визначеності зазорів і натягів для забезпечення точного складання деталей.

*Квалітети 8 і 9* застосовуються для посадок при відносно менших вимогах до однорідності зазорів або натягів і для посадок, що забезпечують середню точність складання.

*Квалітет 10* застосовується в посадках із зазором і в тих же випадках, що й 9, якщо умови експлуатації допускають деяке збільшення коливання зазорів у з'єднаннях.

*Квалітети 11, 12* застосовуються в з'єднаннях, де необхідні більші зазори й припустимі їхні значні коливання (грубе складання). Ці квалітети поширені в невідповідальних з'єднаннях.

---

Для контролю глибини та висоти точних розмірів використовується індикаторний інструмент, який забезпечує точність вимірювань до 2,5 мікрон. Індикатори є аналогові та цифрові. Аналоговий тип вимірювань найбільш застосовується для вимірювання в динамічному режимі, наприклад, коли потрібно визначити осьове і радіальне биття на тілах обертання чи поверхнях. В свою чергу цифрові індикатори мають багато додаткових функцій в порівнянні з механічними моделями, забезпечуючи відносні вимірювання та можливість передачі даних вимірювання на комп'ютер. Цифрове відображення гарантує безпомилкове зчитування значень вимірюваної величини.

Для вимірювання високоточних довжинних розмірів широко використовуються електронні цифрові мікрометри здатні проводити вимірювання в міліметрах і дюймах, а так само мають функцію установки нуля. Ця функція дозволяє електронним мікрометрам здійснювати вимірювання не тільки в абсолютній, а й у відносній системах відліку. На РК-дисплеї мікрометра відображається значення отриманого результату вимірювання, і одиниці виміру, в яких отримано результат [9]. Вони дуже зручні у використанні та пришвидшують час вимірювань.

До розділу вимірювання точної механіки входить велика група контрольно-вимірювального інструменту типу *калібрів* (гладких та різбових), *пліток*, *шаблонів та лекал*, *кутомірів* та ін. [3]. Тобто засоби вимірювання розмірів та оцінки точності поверхонь не оснащені оптичними та цифровими системами. В цьому випадку використовується принцип роботи прохідних та непрохідних калібрів, розрахованих з урахуванням гранично-допустимих відхилень (допусків) на сам розмір [6]. Це зручний спосіб вимірювання *отворів високої точності* з гарантованою оцінкою якості, який не потребує кваліфікації оператора. Калібри для валів називаються скобами (кільцями) [4]. Комплект складається з прохідного і непрохідного калібрів. Прохідним контролюють початок поля допуску, непрохідним – кінець. Те ж стосується і різбових отворів, які вимірюються за допомогою різбових калібрів та різбових скоб (кілець). Отже інструмент типу калібрів має високу точність вимірювань, при цьому є простим, надійним та широко застосовується при контролюванні деталей.

*Профільні калібри і шаблони* застосовують для перевірки контурів деталей, головним чином криволінійної форми. Розбіжність контурів поверхні, що перевіряється з контурами шаблону проявляється світловою щільною (контроль «на просвіток»). Спосіб контролю калібрами і шаблонами дуже простий і виключає можливість похибок, проте при контролі калібрами немає можливості встановити дійсний розмір, що є недоліком.

Важливу роль при вимірюванні геометричних параметрів відповідальних деталей, вузлів приладів та механізмів відіграють *кінцеві міри* довжини виконані у вигляді плоскопаралельних пластин, пластинок (для шупів), призматичних тіл (для кутових заходів) [2]. Кожна така міра відповідає одному певному значенню розміру. На практиці використовують набори вимірювальних пластин, що дозволяють скласти будь який лінійний або кутовий розмір. Такі міри призначені для повірки засобів вимірювання, контрольних калібрів, налаштування приладів вимірювання лінійних розмірів, а також для контрольно-повірочних робіт у вимірювальних лабораторіях.

Розвиток науково-технічного прогресу вимагає впровадження в виробництво найсучаснішого обладнання з метою підвищення якості виробів і, як наслідок, конкурентоспроможності приладів. Оскільки при виготовленні спецтехніки мають перевагу деталі підвищеної точності, виготовлені на сучасних високоточних

станках з ЧПК, вони потребують систематичного вимірювання їх геометричних розмірів, що вимагає регулярного проміжного та фінішного контролю. І в цьому випадку найзручнішим та найефективнішим засобом вимірювання є електронний мікроскоп з 3D вимірювальною системою. Ця вимірювальна техніка основана на використанні спеціальних оптичних систем та дозволяє досліджувати різні деталі та комплектуючі вироби, незалежно від виду, конструктивних особливостей та структури матеріалів, із яких вони виготовлені. Ідеально підходить для точного вимірювання геометричних розмірів продукції – похибка не гірше  $\pm 4$  мкм при довжині деталей до 200 мм.

Контрольно-вимірювальна система представляє собою структурну сукупність функціонально об'єднаних засобів вимірювальної техніки, пристроїв та інших технічних засобів, які призначені для вимірювання геометричних розмірів зразків та робочих деталей, метрологічної оцінки (повірки, калібрування тощо). Дозволяє проводити вимірювання у важкодоступних місцях, які неможливо виміряти ручним або електронним інструментом.

Окремо необхідно приділити увагу до спрощення вимірювань високоточних розмірів висоти або глибини отворів (режим 3D-вимірювання). Спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ) відеовимірювальної системи дозволяє створювати карти вимірювань та зберігати в архівах результати вимірювань для подальшого використання та статистичної обробки інформації з метою покращення якості виготовлення деталей. Окрім того, за допомогою спеціалізованого ПЗ реально створювати графічні шаблони (макроси) для деталей, що збільшує ефективність вимірювань

Слід зазначити, що прилади поділяють на *універсальні та спеціальні*. До універсальних приладів відносяться такі прилади, як: вимірювальні мікроскопи, оптичні довгоміри, проекційні прилади й т. д. До групи спеціальних приладів входять: засоби вимірювання і контролю різьбових з'єднань, кутів і конусів, форми і розташування поверхонь і т. д. Вибір універсальних і спеціальних засобів контролю залежить від виду контрольованих параметрів. Значить, ефективність виробництва не пов'язана з призначенням приладів контролю. Перевагами ручних засобів контролю у порівнянні з універсальними є: простота конструкції; простота в експлуатації; надійність; низька вартість. Але їм притаманні і недоліки, а саме: низька точність; велика тривалість контрольних операцій; висока похибка, викликана людським фактором; зниження точності в процесі експлуатації пристроїв. Тому сучасні засоби ручного контролю оснащуються електронними табло, наявність якого підвищує точність і знижує похибку контролю параметрів об'єкта, викликану людським фактором.

**Висновки.** Підводячи підсумки, можна зробити висновок, що сучасні засоби контролю є складно влаштовані прилади й прилади, які відрізняються високою точністю і продуктивністю проведення контрольних операцій. Сьогодні, в зв'язку зі значним прогресом в галузі вимірювань та можливостями цифрової та оптичної вимірювальної техніки на перший план виходять цифрові та оптичні засоби вимірювань геометричних величин. Їх основні переваги: можливість автоматизації вимірювального процесу та автоматичної обробки результатів вимірювань, неперервний запис результатів вимірювань, тощо. Але, під час виготовлення деталей, є ряд операцій, які доцільно контролювати ручним вимірювальним інструментом. Це контроль високоточних гладких та різьбових отворів та валів, які вимірюються калібрами. Тобто ручний інструмент теж має деякі свої переваги у порівнянні з іншими в групі «за ступенем автоматизації». Це простота конструкції, простота



в експлуатації, надійність та низька вартість. Отже варіант вибору методу та засобу вимірювання залежить від точності контрольованої деталі, від її форми та конструктивних особливостей.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вимірювання лінійних та кутових розмірів. URL: <https://ua-referat.com>
2. Контроль геометричних параметрів. URL: [https://stud.com.ua/36404/tovaroznavstvo/kontrol\\_geometrichnih\\_parametriv](https://stud.com.ua/36404/tovaroznavstvo/kontrol_geometrichnih_parametriv)
3. Дніпровський державний технічний університет. Основи технічних вимірювань URL: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/1/1-1-lr2.pdf>
4. Основи технічних вимірювань. URL: <http://obrobka.pp.ua/865-osnovi-tehnichnih-vimryuvan.html>
5. С. М. Гетманець, Д. В. Степанов. Основи вимірювань і випробувань URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38817/1/Osnovy\\_vymiruvan\\_vyprobuvan.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38817/1/Osnovy_vymiruvan_vyprobuvan.pdf)
6. Точная механика. *Наука*. URL: <https://science.fandom.com/ru/wiki>
7. Богуславський М.Г., Цейтлін Я.М. «Приборы и методы точных измерений длин и углов». М., 1976, 358 с.
8. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Львів, видавництво «Бескид Біт» 2003
9. Артюхов А.М. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання (посібник) URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10905/1/VSTV%20LR.pdf>
10. В.А. Аношин, В.Я. Волков, В.И. Глухов, В.И. Сурков. Основы конструирования приборов контроля геометрических величин. Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмПИ, 1987.
11. Кузьменко Т.М. Роль вхідного контролю в управлінні якістю продукції при виготовленні спецтехніки. *Вчені записки Таврійського університету імені Вернадського. Серія «Технічні науки»*. Том 32 (71). № 1 2021, частина 2.
12. Кузьменко Т.М. Оцінювання невизначеності вимірювань лінійних розмірів при вимірюванні деталей точної механіки у випробувальних лабораторіях. *Вчені записки Таврійського університету імені Вернадського. Серія «Технічні науки»*. Том 32 (71) № 2 2021, частина 2.
13. ДСТУ РМГ 43:2006. Застосування «Керівництва з оцінки невизначеності»
14. Український державний хіміко-технологічний університет Розміри, відхилення розмірів, допуски, якості точності. URL <https://studfile.net/preview/5398872/page:2/>

### REFERENCES:

1. Uareferat (electronic journal) Vimiryuvannya liniynih ta kutovih rozmiriv Retrieved from: <https://ua-referat.com> (accessed 10 June 2022).
2. Stud.com.ua (electronic journal) Kontrol geometrichnih parametriv. Retrieved from: [https://stud.com.ua/36404/tovaroznavstvo/kontrol\\_geometrichnih\\_parametriv](https://stud.com.ua/36404/tovaroznavstvo/kontrol_geometrichnih_parametriv) (accessed 18 June 2022).
3. Dniprovskiy derzhavnyj tekhnichnyj universytet (2014) (electronic journal) Osnovi tehnicnih vimiryuvan Retrieved from: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/1/1-1-lr2.pdf> (accessed 18 June 2022).
4. S.M. Getmanec, D.V. Stepanov (2014) Osnovi tehnicnih vimiryuvan Retrieved from: <http://obrobka.pp.ua/865-osnovi-tehnichnih-vimryuvan.html> (accessed 18 June 2022).
5. Obrobka (electronic journal) Osnovi vimiryuvan i viprobuvan Retrieved from: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38817/1/Osnovy\\_vymiruvan\\_vyprobuvan.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38817/1/Osnovy_vymiruvan_vyprobuvan.pdf) (accessed 20 June 2022).
6. Tochnaya mehanika/Nauka (electronic journal) Retrieved from: <https://science.fandom.com/ru/wiki> (accessed 29 June 2022).

7. Boguslavskij M.G., Cejtin Ya.M. (1976) «Pribory i metody tochnyh izmerenij dlin i uglov [Instruments and methods for precise measurements of lengths and angles], Moscow 358s]
  8. Polishuk Ye.S., Dorozhovec M.M., Yacuk V.O. (2003) Metrologiya ta vimiryuvalna tehnika [Metrology and measuring technology] : Pidruchnik / Lviv, vidavnicтво «Beskid Bit».
  9. Artyuhov A.M. Vzayemozaminnist, standartizaciya ta tehniczni vimiryuvannya (posibnik) [Interchangeability, standardization and technical measurements] Retrieved from: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10905/1/VSTV%20LR.pdf> (accessed 29 June 2022).
  10. V.A. Anoshin, V.Ya. Volkov, V.I. Gluhov, V.I. Surkov. (1987) Osnovy konstruivaniya priborov kontrolya geometricheskih velichin. [Fundamentals of designing devices for monitoring geometric quantities] Ucheb. posobie. Omsk: Izd-vo OmPI.
  11. Kuzmenko T.M. (2021) Rol vhidnogo kontrolyu v upravlinni yakistyu produkciji pri vigotovlenni spectehniki.[The role of incoming verification in quality control Management of the production when producing special equipment] «Vcheni zapiski Tavrijskogo universitetu imeni Vernadskogo», seriya «Tehniczni nauki», 2 (71) № 1, part 2.
  12. Kuzmenko T.M. (2021) Ocinyuvannya nevznachenosti vimiryuvan liniynih rozmiriv pri vimiryuvanni detalej tochnoyi mehaniki u viprobuvalnih laboratoriyah [Evaluation of uncertainty of measurements of linear dimensions when measuring details of prece mechanics in testing laboratories] «Vcheni zapiski Tavrijskogo universitetu imeni Vernadskogo», seriya «Tehniczni nauki», 2 (71) №2, part 2.
  13. DSTU RMG 43:2006. (2006) Zastosuvannya «Kerivnictva z ocinki nevznachenosti» [Application of "Guidelines for Uncertainty Assessment"]
  14. Ukrajsnjkyj derzhavnyj khimiko-tekhnologhichnyj universytet (electronic journal) Rozmiri, vidhilenyya rozmiriv, dopuski, kvaliteti tochnosti Retrieved from: <https://studfile.net/preview/5398872/page:2> (accessed 1 June 2022).
-

УДК 004.896

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.2>

## ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ВІБРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ

**Ольховський А. О.** – асистент кафедри Інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу  
ORCID ID: 0000-0001-7174-3627

**Заміховський Л. М.** – доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри Інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу  
ORCID ID: 0000-0002-6374-8580

Scopus-Author ID: 57191729620

**Міркоєва О. Ю.** – асистент кафедри Інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу  
ORCID ID: 0000-0002-7319-2264

**Шатан М. В.** – асистент кафедри Інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу  
ORCID ID: 0000-0001-8866-9558

Газотранспортна система України забезпечує транспортування природного газу від родовищ до споживачів, що розташовані як на території України, так і за її межами. Одним з ключових елементів газотранспортної системи України є компресорні станції, завданням яких є підтримання заданого тиску в системі задля безперервного транспортування природного газу. Головним елементом компресорної станції є газоперекачувальний агрегат (ГПА). Він є складною механічною системою, що складається з багатьох вузлів.

У процесі функціонування ГПА, в його вузлах та агрегатах відбувається процес зношення деталей, що, згодом, може призвести до аварії. Для уникнення таких ситуацій періодично проводяться поточні та капітальні ремонти системи. Для моніторингу технічного стану ГПА між ремонтами, задля оптимізації періодичності їх проведення та завчасного попередження про вихід ГПА з номінального стану, розроблено ряд неруйнівних методів контролю технічного стану. Такі методи поділяються на параметричні, що базуються на аналізі робочих параметрів системи (температура та тиск на різних вузлах ГПА, частота обертання турбін, хімічний склад продуктів згорання), та віброакустичні, що базуються на аналізі вібраційних та акустичних коливань, що генерують вузли ГПА.

В роботі розглянуто сучасний стан методів обробки віброакустичних сигналів, таких як перетворення Фур'є, вейвлет-перетворення, штучні нейронні мережі, дискретне косинусне перетворення та автокореляційні функції. На базі аналізу запропоновано систему діагностування технічного стану ГПА на базі перетворення Фур'є в поєднанні з вейвлет-перетворенням та штучної нейронної мережі з двома прихованими шарами, завданням якої є розпізнавання технічного стану ГПА по результату вейвлет-перетворення, розділеного на окремі зображення в основних кольорах.

**Ключові слова:** газоперекачувальний агрегат, технічний стан, діагностування, перетворення Фур'є, вейвлет-перетворення, штучна нейронна мережа дискретне косинусне перетворення, автокореляційна функція.

**Olkhovskiy A. O., Zamikhovskiy L. M., Mirzoieva O. Y., Shatan M. V. Design of a system for diagnosing the technical condition of a gas pumping unit based on the analysis of existing methods of processing vibroacoustic signals**

The gas transportation system of Ukraine provides transportation of natural gas from deposits to consumers located both on the territory of Ukraine and outside its borders. One of the key elements of the gas transportation system of Ukraine are compressor stations, the task of which is to maintain the specified pressure in the system for uninterrupted transportation of natural gas. The main element of the compressor station is the gas pumping unit (GPU). It is a complex mechanical system consisting of many nodes.

In the process of functioning of the gas pumping unit, in its nodes and units, the process of wear of parts occurs, which, subsequently, can lead to an accident. To avoid such situations, current and capital repairs of the system are periodically carried out. A number of non-destructive technical condition control methods have been developed to monitor the technical condition of the GPU between repairs, to optimize the periodicity of their carrying out and to provide early warning of the GPU leaving the nominal state. Such methods are divided into parametric methods, based on the analysis of the operating parameters of the system (temperature and pressure at various GPU nodes, turbine rotation frequency, chemical composition of combustion products), and vibroacoustic, based on the analysis of vibration and acoustic oscillations generated by the GPU nodes.

The current state of vibroacoustic signal processing methods, such as Fourier transform, wavelet transform, artificial neural networks, discrete cosine transform, and autocorrelation functions are considered in the work. Based on the analysis, a system for diagnosing the technical state of the GPU based on the Fourier transform in combination with the wavelet transformation and an artificial neural network with two hidden layers is proposed, the task of which is to recognize the technical condition of the GPU, based on the result of the wavelet transformation, divided into separate images in primary colors.

**Key words:** gas pumping unit, technical condition, diagnostics, Fourier transform, wavelet transform, artificial neural network, discrete cosine transform, autocorrelation function.

## 1. Вступ

Функціонування будь-яких механізмів пов'язано із ризиками виходу з ладу їх вузлів і елементів. При виході певного агрегату з ладу постає дві основні проблеми. Перша – необхідні фінансові та часові витрати на усунення дефектів, друга – поки механізм не функціонує, не може повноцінно функціонувати уся система, частиною якої він є. Для усунення та мінімізації часових втрат розроблено ряд різноманітних методів неруйнівного контролю технічного стану. Ці методи дозволяють зменшити час ремонту, шляхом визначення конкретного дефекту, що призвів до зменшення працездатності системи, а також завчасно зупинити дефектний агрегат та недопустити аварійну ситуацію, пов'язану із руйнуванням агрегата та супутніми пошкодженнями інших елементів системи. Обидві ці можливості зменшують складність та час проведення ремонтних робіт, що дозволяє зекономити матеріальні та часові ресурси, а також збільшити частку часу, яку система знаходиться у робочому стані.

На даний час розроблена велика кількість методів неруйнівного контролю, базована на різних показниках системи. Для систем із великою кількістю частин, що рухаються обертально, найпопулярнішими є методи, що базуються на аналізі вібраційних та акустичних характеристик. Для аналізу отриманого сигналу, як правило, потрібно спочатку відділити необхідну інформацію від шуму і потім обробити її тим чи іншим методом. Методи обробки сигналів розглянуто у цій роботі.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Розробка системи діагностування технічного стану ГПА потребує вибору оптимального набору методів обробки віброакустичного сигналу. В роботі [1]

наведено розробку апаратного та програмного забезпечення для обробки вібро-акустичного сигналу, що генерується вітровою турбіною. Для аналізу отриманих даних використано автоенкодерну нейромережу, що дозволило чітко відрізнити різні операційні стани турбіни, а саме стаціонарний робочий стан, прискорення при старті турбіни, зупинку турбіни, а також два стани для зупиненої турбіни – у спокійну та вітряну погоду. Через малу тривалість роботи вітрових турбін не було отримано даних про вихід з робочого стану, тому виникають сумніви про можливість визначення дефектів запропонованою системою. Обробка акустичних сигналів вітрової турбіни, отриманих з безпілотного літаючого апарата, наведена у роботі [2]. Використано два види вейвлет-перетворень (Симлет та Дубеші) для отримання точного результату та згортовку нейромережу для обробки результатів перетворень. Отримана система оцінює технічний стан системи з точністю в діапазоні від 75% до 100% в залежності від енергії коливань (в середньому 88.3%). Недоліком роботи є проведення усіх замірів у лабораторних умовах, що може знизити точність системи у реальних умовах, оскільки на отриманий сигнал може впливати рух дрона відносно турбіни, не враховується вплив шуму, що спричинений коливанням лопатей двигунів дрона через вітер. В роботі [3] показано використання короткочасного перетворення Фур'є для обробки нестаціонарного сигналу гідравлічної турбіни, а у роботі [4] показано однакову точність роботи штучної нейромережі та поліноміальних моделей для прогнозування температури у камері згорання турбіни турбореактивного двигуна. У роботі [5] наведено аналіз відеосигналу за допомогою швидкого перетворення Фур'є і вираховано частоту миготіння вихрового пальника, що потім доведено емпірично. У роботі [6] за допомогою швидкого перетворення Фур'є було визначено частоти та амплітуди вібраційних сигналів від пневматично спарених турбін (одна – компресор, друга – вільного ходу) із сигналу від усієї системи, однак подальший аналіз був неможливим, оскільки по номограмі Фельдмана співвідношення частот та амплітуд двох сигналів є таким, що не дозволяє чітко їх розділити, тому остаточний аналіз не було проведено, що є недоліком. За допомогою короткочасного перетворення Фур'є у роботі [7] було показано зміни при переході від робочого до неробочого стану, а саме відбулися зміни, що призвели до того, що найбільшою амплітудою стала володіти не перша гармоніка, а п'ята.

У роботі [8] розроблено програмне забезпечення, за допомогою якого можна аналізувати технічний стан двигунів (в конкретному випадку двигун комбайна) методом аналізу спектру, що формується методом швидкого перетворення Фур'є. Проведено аналіз впливу різних типів палива та їхніх сумішей на технічний стан 4-тактного двигуна. За допомогою швидкого перетворення Фур'є визначено основні гармоніки, по яким потім буде здійснюватися аналіз, однак сам аналіз не проведено, що не дає можливості оцінити ефективність методу для діагностики технічного стану.

У роботі [9] було розроблено метод діагностування стану ГТК-25і, діагностичною ознакою якого є величина норми вейвлет-складової деталізації п'ятого порядку D5, отримана шляхом обробки акустичних процесів, що супроводжують роботу ГТК-25і, і зміна якої в часі описується лінійною залежністю, що дозволяє прогнозувати технічний стан ГТК-25і на подальший період його експлуатації.

У роботі [10] розроблено систему діагностування стану підшипників за допомогою дискретного косинусного перетворення (ДКП) та штучної нейронної мережі. Показано, що завдяки тому, що базовий вектор ДКП не залежить від всього сигналу, то можна провести двовимірне перетворення шляхом двох окремих одновимірних

перетворень. Це сильно зменшує складність розрахунків і їхню тривалість. ДКП дозволяє відокремити коефіцієнти шуму від основного сигналу, але всерівно вплив шуму залишається і його можна прибрати за допомогою високочастотних коефіцієнтів, однак це робиться вручну і високий шанс помилки, спричиненої людським фактором, а також це призведе до втрати частини інформації [11]. Для того, щоб уникнути цього запропоновано обробляти матрицю ДКП за допомогою методу сингулярних значень. У роботі [12] для визначення технічного стану ГТК-25і запропоновано використати штучну нейронну мережу прямого поширення з вхідною розмірністю 12, двома прихованими шарами, що містять 256 і 128 нейронів відповідно та вихідним шаром, що містить 3 нейрони. Мережа пройшла навчання на експериментальних даних – п'яти амплітудних максимумах спектру і їх порядкових індексах по кожній з вибірок, результати якого дозволяють зі значенням метрики F1 не менше 0,8 розрізнити три технічні стани ГТК-25і. У роботі [13] розглянуто видалення шуму з сигналу, отриманого від парової турбіни методом ДКП з циклічним фільтром Вінера, що показало свою ефективність.

В роботі [14] при розробці системи для діагностування технічного стану лопатей вітрових турбін показано, що значення авто кореляційної функції  $\epsilon$  в межах  $[-1;1]$ , тому це дає мало інформації про те, як значення віброакустичного сигналу розподілені.

Аналізуючи наведені роботи, можна зробити висновок, що основними методами для обробки сигналів є перетворення Фур'є (швидке та короткочасне), різні сімейства вейвлет-перетворень, різні типи штучних нейронних мереж, дискретно-косинусне перетворення та автокореляційна функція.

### **3. Аналіз існуючих методів обробки сигналів**

#### **3.1. Перетворення Фур'є**

Перетворення базується на рядах Фур'є. Суть перетворення полягає у тому, що сигнал можна розкласти на скінченну кількість синусоїдальних та косинусоїдальних гармонік – окремих сигналів із різною частотою. Після визначення амплітуд та частот сигналів будується графік, що показує амплітуди сигналів на різних частотах у вигляді, схожому до дельта-функції Дірака (стрибок з амплітудою, що прямує до нескінченності та шириною, що прямує до нуля, площа такого стрибка – одиниця), однак у випадку гармонік висота стрибка рівна амплітуді сигналу, а ширина нульова. Розміщенні ці стрибки відповідно до їхньої частоти.

Маючи вигляд спектра для робочого стану механізму та спектри для різних положень, можна визначити, коли система виходить з робочого стану та конкретний тип поломки.

Однак метод Фур'є в такому вигляді добре підходить для об'єктів, що працюють на одній швидкості, оскільки частота вібрацій є функцією від швидкості, тому в таких випадках використовують додаткову прив'язку до швидкості обертання і для кожного варіанту частотна характеристика буде своя [1]. Для перетворення непостійного сигналу часово-частотний розподіл отримують через Короткочасне перетворення Фур'є.

Головною перевагою методу є відносна простота реалізації за допомогою програмного забезпечення. Недоліком методу є його недостатня інформативність у часовому базисі, оскільки спектр не дає розуміння того, як сигнали пов'язані між собою і чи є певна гармоніка постійною, чи з'являється у окремі моменти часу.

#### **3.2. Вейвлет-перетворення**

Головний недолік перетворення Фур'є – неможливість відобразити зміни частоти сигналу в часі, це перетворення лише показує наявність сигналів певних

частот, але не може свідчити про їх розподіл в часі, тобто з цього перетворення неможливо дізнатись, чи певні гармоніки виникають одночасно, чи в різний час.

Для вирішення цієї проблеми розроблено вейвлет-перетворення. Суть його полягає в тому, аби аналізувати сигнал відносно якоїсь вейвлет-функції. До цієї функції є ряд вимог, а саме: середнє значення функції рівне нулю, функція має бути локалізована в часі та просторі.

Вейвлет перетворення бувають неперервні та дискретні. Найпоширеніші типи неперервних методів – Морзе, Морле і Бамп. Головний недолік цього методу – потреба у великій вичислювальній потужності, що може зробити метод недоречним у випадках, коли потрібна велика швидкість вичислень. Дискретний метод – застосування набору дискретних вейвлет перетворень. Вейвлет перетворення схоже до перетворення Фур'є, але можуть дати результати, визначені відносно і часу і частоти. Тип перетворення обирають відповідно до характеристик сигналу.

Вейвлет-перетворення дозволяють не лише робити висновки про наявність чи відсутність гармоніки в спектрі, але й про її розміщення у часі. Таке перетворення може бути корисним для аналізу нестационарних сигналів, наприклад, коли механізм працює в різних режимах, в кожному з яких задіяні свої агрегати із різною робочою частотою. Тоді наявність певної гармоніки на одному етапі роботи може свідчити про нормальну роботу вузла, а на іншому етапі – про дефект на другому вузлі [1].

Головна складність методу – необхідність вибору правильного вейвлета та коефіцієнтів.

Перевага методу – можливість аналізу сигналу одразу у часовому та частотному вимірі, також існує достатня кількість програмного забезпечення для проведення вейвлет-перетворень (наприклад wavelet toolbox для matlab), недолік – як і у інших перетворень, сам вейвлет не покаже технічний стан об'єкту, для цього необхідно використовувати інші засоби, наприклад штучні нейронні мережі.

### 3.2. Штучні нейронні мережі

Відносно новим методом у обробці різноманітних сигналів є побудова штучних нейронних мереж (ШНМ). ШНМ є об'єднанням нейронів та зв'язків між ними. Графічно ШНМ представляється шарами нейронів, що з'єднані між собою по принципу «усі з усіма». Кількість нейронів першого шару відповідає кількості вхідних параметрів, кількість нейронів останнього шару відповідає кількості можливих станів системи (не лише робочий/не робочий, але й окремі стани для кожної з поломок і навіть стани для комбінованих поломок). Математично ШНМ є функцією, що має 3 основні складові: активацію, вагу та зсув. Активація – значення кожного нейрона для конкретного аналізованого сигналу, як правило, за допомогою сигмоїда (рівн.1) її представляють у вигляді значення від 0 до 1.

Сигмоїд дозволяє стиснути значення в діапазоні  $(-\infty; +\infty)$  у потрібний нам діапазон, великі значення перетворюються на близькі до 1, дуже малі – близькі до 0.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (1)$$

Вага відображає важливість зв'язку між нейронами з двох шарів при визначенні активації нейрона другого шару. Вага може бути як додатна так і від'ємна, якщо для результату важливо, щоб конкретне значення було відсутнім.

Зсув – значення «обмеження» при визначенні активації нейрона для задання додаткового порогу для активності нейрона

Значення активація кожного нейрона – сума добутоків активацій нейронів з попередніх шарів на ваги відповідних зв'язків до яких додається зсув та застосовується сигмоїд(рівн. 2).

$$a_{ij} = \sum_{k=0}^{K-1} a_{k,j-1} * w_k + b_i, \quad (2)$$

де  $a$  – активація нейрона,  
 $i, k$  – номер нейрона в шарі,  
 $j$  – номер шару  
 $w$  – вага зв'язку  
 $b$  – зсув.

Представивши активації, набори ваг та зсуви у вигляді матриці можна описати нейромережу формулою 3:

$$a^{(1)} = \sigma (Wa^{(0)} + b) \quad (3)$$

Перевага методу – при правильному проектуванні та тренуванні система може прямо вказати, в якому із технічних станів знаходиться об'єкт, що дозволяє спростити підготовку оператора системи та інтеграцію нейромережі у більш комплексну систему.

Недоліки методу – необхідність у великій обчислювальній потужності на етапі тренування та пост-тренування, та меншої, але все рівно значній потужності на етапі класифікації. Для вирішення цієї проблеми в [1] запропоновано розділ підсистем класифікації та навчання. Пріоритет має система класифікації, вона використовує більшість потужності процесора, а підсистема навчання, яка підлаштовує коефіцієнти нейромережі відповідно до отриманих даних, працює лише тоді, коли процесор є незайнятим. Це дозволяє отримати максимально швидкий висновок про стан системи, що може бути критичним у випадках наближення системи до неробочого стану.

Для прискорення роботи нейромережі використано плату розширення IntelNeuralComputeStick – NCS2.

#### 3.4. Дискретно-косинусне перетворення

Одним з головних завдань обробки сигналів від реальних джерел є відмежування корисного сигналу від шуму. Одним з популярних методів фільтрування є дискретно-косинусне перетворення. Суть його полягає в ортогональному перетворенні векторів у багатовимірному просторі. Будь-який вектор можна представити у вигляді квадратної матриці розміру  $N \times N$  елементів з коефіцієнтами, що відображатимуть довжину проекції цього вектора на кожну з осей.

Дискретно-косинусне перетворення пропонує базис векторів з напрямками, що визначаються формулою:

$$f_n(\omega) = \cos(\omega(n - 1)). \quad (4)$$

В результаті перетворення вектору зі звичайного базису до косинусного, буде отримано вектор коефіцієнтів, отриманих за формулою:

$$g_{k,n} = C_k \cos\left(\frac{\pi}{n}\left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot k\right), \quad (5)$$

де  $g$  – косинусний коефіцієнт,  
 $k$  – номер перетворення,  
 $n$  – кількість вимірів, для яких здійснюється перетворення,  
 $C$  – нормувальний коефіцієнт, визначається за формулою:

$$C_k = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{n}}, & k = 0 \\ \frac{1}{\sqrt{n/2}}, & k \neq 0 \end{cases}. \quad (6)$$

Здатність цього перетворення до фільтрування шумів полягає у зворотньому перетворенні, можна представити сигнал, як ортогональний вектор розмірності



2<sup>н</sup> а значення амплітуди сигналу – як значення коефіцієнтів. Після чого провести неповне зворотне перетворення. Це дозволить відкинути ту частину матриці, що несе найменшу кількість енергії, а саме там знаходяться шуми.

Це перетворення проходить без втрат, що покращує можливість квантування підмножин.

Перевага методу – за його допомогою (при неповному зворотному перетворенні) можливо відфільтрувати шум та залишити лише корисний сигнал, також метод дозволяє зменшити кількість інформації, що використовується для опису сигналу, що спрощує його збереження та пришвидшує подальшу його обробку.

Недоліки методу – необхідність правильного підбору коефіцієнтів перетворення, що збільшує шанс помилки, спричиненої людським фактором і подальшого відсіювання важливої гармоніки. Також варто зазначити, що це метод попередньої обробки сигналів і він не дозволяє визначити технічний стан об'єкту.

### 3.5. Автокореляційна функція

Автокореляційна функція (АКФ) показує залежність зміни цієї функції від неї самої. Дозволяє побачити періодичність та інші приховані властивості сигналу. Якщо функція є періодичною, то і її автокореляція також буде періодичною. Визначається через визначення кореляції між двома значеннями, відстань між якими є фіксованою. Для можливості визначення автокореляції важливо, щоб сигнал був стаціонарним.

Перевага методу – можливість визначення прихованих властивостей сигналу, наприклад його прихованої періодичності.

Недоліки методу – необхідність підбору затримки, відносно якої буде визначатись автокореляція, а також мала інформативність методу зменшує його користь.

## 4. Розробка функціональної схеми системи діагностування технічного стану ГПА

В результаті проведеного аналізу було зроблено висновок, що жоден з наведених методів не дозволяє самотужки зробити висновок про технічний стан ГПА, що вимагає розробки системи діагностування в якій буде використано декілька методів обробки віброакустичної інфрації.

Для вибору основних гармонік за якими буде проводитись визначення технічного стану, використано швидке перетворення Фур'є (ШПФ). Після його застосування буде обрано 5 найбільш енергоємнісних гармонік.

Після цього сигнал проаналізовано за допомогою вейвлет-перетворення. Як материнський вейвлет обрано симлет. Для спрощення розрахунків отриманий результат буде зменшено до розміру 32\*16 пікселя методом повторної вибірки Гаусса та розділений на 3 зображення по основним кольорам (червоний, зелений та блакитний).

Для аналізу результатів вейвлет-перетворення використано штучну нейромережу. Кожен піксель відповідатиме одному з нейронів першого шару. Також є 5 нейронів, що відповідатимуть значенням частот перших 5 гармонік, отриманих за допомогою ШПФ. Наступним кроком необхідно визначити кількість прихованих шарів та кількість нейронів у кожному з них, після чого визначити коефіцієнти ваг, що відбувається під час навчання нейромережі. Зазвичай, оптимальними є нейромережі з двома прихованими шарами. В останньому шарі знаходяться нейрони, кожен з яких відповідає стану системи. В запропонованій системі варто розглядати 3 стани: номінальний, робочий, неробочий. Відповідно у останньому шарі буде 3 нейрона.

Враховуючи, що неймережа ще не спроектована остаточно, принципова схема системи виглядатиме наступним чином (рис. 1).

Для отримання акустичного сигналу можна використовувати мікрофони, що встановлені біля ключових агрегатів ГПА, а саме зовні камери згорання, компресорів високого та низького тиску.

Для отримання вібраційного сигналу варто використовувати акселерометри, встановлені ззовні камери згорання, на валах турбін високого і низького тиску, а також на валу компресора.

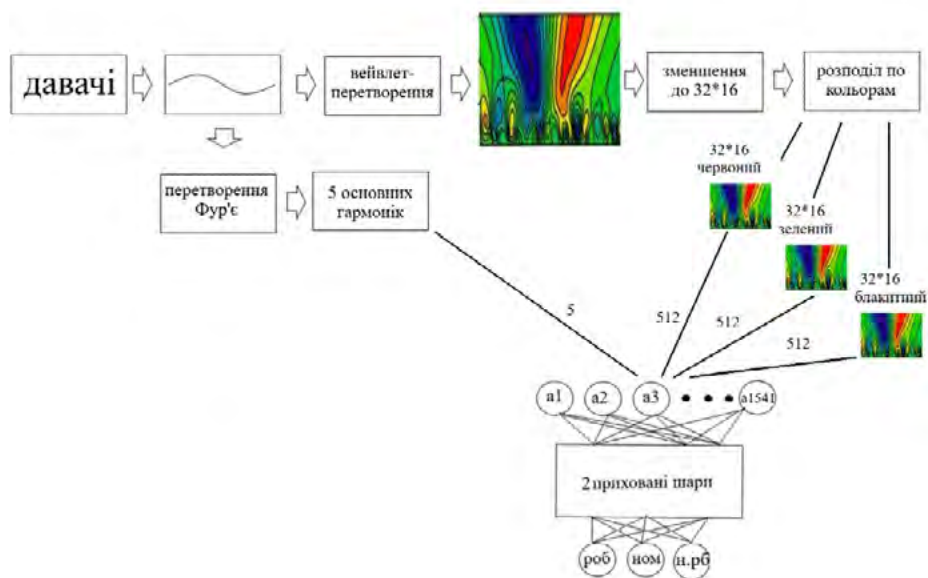


Рис. 1. Функціональна схема системи діагностування ГПА

**Висновки.** В роботі проведено аналіз існуючих методів аналізу та обробки сигналів. Розглянуто такі методи, як перетворення Фур'є, вейвлет – перетворення, штучні нейронні мережі, дискретно-косинусне перетворення та автокореляційні функції. Досліджено можливості кожного з методів, виявлено, що кожен з них може забезпечувати обробку та аналіз на своєму етапі. Показано, що для початкової обробки сигналів можна використовувати ДКП та автокореляційні функції, потім аналізувати їх за допомогою перетворень Фур'є та вейвлетів і остаточний аналіз проводити за допомогою штучних нейронних мереж.

Запропоновано принципову схему системи діагностики технічного стану ГПА, що складається з блоку перетворення Фур'є та штучної неймережі, що аналізує отриманий сигнал у вигляді спектрограми та класифікує його до одного з трьох станів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Czyżewski, A. Remote Health Monitoring of Wind Turbines Employing Vibroacoustic Transducers and Autoencoders(2022) *Frontiers in Energy Research*, 10, art. no. 858958, . DOI: 10.3389/fenrg.2022.858958.
2. García Márquez, F.P., Bernalte Sánchez, P.J., Segovia Ramírez, I. Acoustic inspection system with unmanned aerial vehicles for wind turbines structure health monitoring (2022) *Structural Health Monitoring*, 21 (2), pp. 485-500. DOI: 10.1177/14759217211004822
3. Yu, X., Yang, Y., He, Q., Peng, Z. Time-Frequency Bandpass Filter with Nonstationary Signal Decomposition Application (2021) *Journal of Physics: Conference Series*, 1880 (1), art. no. 012003. DOI: 10.1088/1742-6596/1880/1/012003
4. Rogovskii, I.L., Zapadlovskij, O.S., Voinash, S.A., Maksimovich, K.Y., Sokolova, V.A., Alekseeva, S.V., Taraban, M.V. Research of vibroacoustic signals in diagnostics of technical condition of engines of beet harvesters combines (2020) *Journal of Physics: Conference Series*, 1679 (4), art. no. 042032. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/4/042032
5. Mills, A.R., Kadirkamanathan, V. Sensing for aerospace combustor health monitoring (2020) *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 92 (1), pp. 37-46. DOI: 10.1108/AEAT-11-2018-0283
6. Pang, Y., Jia, L., Liu, Z. Discrete Cosine Transformation and Temporal Adjacent Convolutional Neural Network-Based Remaining Useful Life Estimation of Bearings (2020) *Shock and Vibration*, 2020, art. no. 8240168. DOI: 10.1155/2020/8240168
7. An, G., Song, K., Li, R., Sun, H., Li, H. Degradation feature extraction method for piezoelectric ceramic of ultrasonic motor based on DCT-SV cross entropy (2019) *Journal of Vibroengineering*, 21 (6), pp. 1651-1664. DOI: 10.21595/jve.2019.20525
8. Hoell, S., Omenzetter, P. Sequential projection pursuit for optimised vibration-based damage detection in an experimental wind turbine blade (2018) *Smart Materials and Structures*, 27 (2), art. no. 025007. DOI: 10.1088/1361-665X/aa9f8e
9. Reseach of the characteristics of acoustic processes using wavelet transformation for detecting a diagnostic sign of the technical state of gas pumping units. Zamikhovskiy L., Zamikhovska O., Pavlyk V. *TECHNOLOGY AUDIT AND PRODUCTION RESERVES*, 2021. № 1/2(57).P. 6-12. DOI: 10.15587/2706-5448.2021.224432. Khalil, A.E.E., Gupta, A.K. Acoustic and heat release signatures for swirl assisted distributed combustion (2017) *Applied Energy*, 193, pp. 125-138. DOI: 10.1016/j.apenergy.2017.02.030
10. Jonak, J., Machrowska, A., Podgórski, J., Bęc, J. Identification of the operating parameters for the mechanical system using EMD algorithm (2016) *MATEC Web of Conferences*, 83, art. no. 05001. DOI: 10.1051/mateconf/20168305001
11. Feng, Z., Shangjun, Y., Yantao, H., Xianfeng, S. Cyclic Wiener filtering algorithm in discrete cosine transform domain for vibration signal (2016) *MATEC Web of Conferences*, 61, art. no. 02019, . DOI: 10.1051/mateconf/20166102019
12. Kozlenko, O. Zamikhovska, V. Tkachuk, and L. Zamikhovskiy, "Deep Learning Based Fault Detection of Natural Gas Pumping Unit", 2021. *IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT)*, 2021, pp. 71-75, doi: 10.1109/ELIT53502.2021.9501066Babanin, O., Bulba, V. Designing the technology of express diagnostics of electric train's traction drive by means of fractal analysis (2016) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9-82), pp. 45-54. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.76520

УДК 004.01

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.3>

## АКРЕДИТАЦІЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ В СФЕРІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Топчій Н. В.** – науковий співробітник

Українського науково-дослідного інституту спеціальної техніки

та судових експертиз Служби безпеки України

ORCID ID: 0000-0003-2924-6365

На сьогоднішній день управлінці вимушені враховувати багато різноманітних факторів при прийнятті рішень. Тому виникає потреба у визначенні особливостей моделі управління діяльністю випробувальних лабораторій (далі ВЛ) в системі розроблення, виготовлення та модернізації продукції в сфері науково-технічної діяльності, що базується на об'єднанні управлінських, економічних та технологічних процесах. До наукових досліджень і розробок відносять фундаментальні, прикладні наукові дослідження та науково-технічні (експериментальні) розробки.

В своїй роботі ВЛ повинні керуватись стандартами міжнародного та національного формату. Це передбачає широке використання інформаційних технологій: комп'ютерних систем, електронних записів і видання електронних результатів. Це основний фактор достовірності, точності та надійності результатів, які видає лабораторія. Крім цього, випробувальні інститути впорядковують роботу ВЛ та приводять до єдиної системи стандартів, що забезпечує визнання їх вимірювань усіма учасниками ринку. Тому в Україні проводиться акредитація ВЛ. Адже акредитована лабораторія це компетентний орган і висновки видані нею достовірні та надійні.

У статті розглянуто організаційну структуру ВЛ та фактори, що стосуються управління її діяльністю. До цих факторів відноситься структура та зміст вимог, що висуваються при акредитації, в тому числі вимог до метрологічного забезпечення випробувань.

Стверджено, що головним чинником ВЛ, що засвідчує про її компетентність, є достовірність результатів. Забезпечення цієї вимоги передбачає створення системи управління діяльністю, що регулює всі процеси. Визначено, що до системи управління діяльністю ВЛ відносяться процеси діяльності, що пов'язані з менеджментом, економікою та технологічним процесом, тобто випробуваннями.

**Ключові слова:** акредитація, засоби вимірювальної техніки, випробувальне обладнання, метрологічне забезпечення.

### **Topchii N. V. Accreditation of testing laboratories in the field of scientific and technical activities**

Today, managers are forced to take into account many different factors when making decisions. Therefore, there is a need to determine the features of the model for managing the activities of testing laboratories (hereinafter referred to as TL) in the system for the development, manufacture and modernization of products in the field of scientific and technical activities, which is based on the combination of organizational, economic and technological processes. Scientific research and development includes fundamental, applied scientific research as well as scientific and technical (experimental) development. In their work, TLs should be guided by the standards of the international and state format. This is the main factor in the reliability, accuracy and reliability of the results that the laboratory produces. In addition, testing institutes lead TLs to a unified system of standards, which ensures the recognition of the results of their measurements by all market participants. Therefore, accreditation of testing laboratories is carried out in Ukraine. After all, an accredited laboratory is a competent authority and the conclusions issued by it are reliable and reliable.

The article considers the organizational structure of the TL and the factors that relate to the management of its activities. These factors include the structure and content of the requirements that are put forward during accreditation, including the requirements for the metrological support of tests.

*It is proved that the main factor of TL, which indicates its competence, is the reliability of the results. Ensuring this requirement involves the creation of a quality management system that regulates all processes. It has been determined that the TL activity management system includes processes that are associated with management, economics and the technological process – tests.*

**Key words:** accreditation, measuring equipment, testing equipment, metrological support.

**Постановка проблеми.** ВЛ в сфері науково-технічної діяльності, як правило, створюються на базі випробувальних підрозділів науково-дослідних інститутів (далі НДІ), які розробляють, виготовляють та постачають продукцію (вироби) по державному замовленню або для споживачів цивільного сектора економіки. Такі лабораторії забезпечують проведення різних категорій та видів випробувань, передбачених для контролю якості продукції на різних стадіях її життєвого циклу. І саме акредитація забезпечує їм компетентність щодо виконання певних типів випробувань, вимірювань та калібрування і підтверджує правильність виконання випробувальних та вимірювальних робіт на відповідність стандартам. Акредитація ВЛ не є обов'язковою, але керівництво НДІ зацікавлене мати конкурентоспроможну та незалежну лабораторію. Адже це надає право проводити сертифікаційні випробування і мати успіх на міжнародному ринку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В процесі роботи, пов'язаної з аналізуванням та положеннями, щодо акредитації випробувальних лабораторій, атестацією і перевіркою засобів вимірювальної техніки, розглядалися методики, наукові дослідження і теорії в області метрології, стандартизації та акредитації [8; 11], нормативні документи, настанови та Закони України [4; 7; 10; 13]. Зокрема робота [8] присвячена аналізуванню проблем реалізації метрологічного підтвердження засобів вимірювальної техніки ( далі ЗВТ) відповідно до міжнародних вимог, а саме, стандарту ISO 10012 [9], необхідність застосування якого регламентована STANAG 4107 [10]. В роботі [11] детально розглянуті вимірювання, хімічна метрологія, врахування систематичних і випадкових похибок, основи стандартизації, системи стандартів, сертифікації та акредитації в Україні, управління якістю продукції та ін. Багато уваги приділено питанням акредитації освітніх програм, сфері здоров'я та медицини, харчовій та легкій промисловості. А публікацій, для ознайомлення з акредитацією в сфері науково-технічної діяльності обмаль. Тому, цей матеріал є цікавим та актуальним.

**Постановка завдання.** Метою діяльності з акредитації є забезпечення єдиної технічної політики у сфері оцінки відповідності та довіри споживачів до результатів цієї діяльності, а також необхідність створення умов для взаємного визнання результатів діяльності акредитованих органів на міжнародному рівні. В Україні прийняті нормативні акти, згідно яким відбувається акредитація випробувальних лабораторій. ДСТУ ISO 17025 – є базовим для оцінки їх діяльності. До подачі заявки на проведення акредитації випробувальна лабораторія НДІ повинна впровадити цей стандарт в свою діяльність, привести у відповідність всю документальну базу, провести навчання співробітників.

**Мета** даної роботи – навчити персонал лабораторії особливостям системи роботи в умовах акредитації. Тобто на належному рівні отримати знання державних та Міжнародних стандартів, оцінки придатності методик вимірювання та аналізу результатів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для реалізації заходів щодо досягнення лабораторією відповідності ДСТУ ISO/IEC 17025 передбачають наступні етапи:

- розробка Положення про лабораторію, посадових інструкцій персоналу;

- розробка документів системи якості та впровадження системи якості в діяльність лабораторії;
- навчання персоналу, організація стажування, набуття практичних навичок;
- підготовка приміщень та організація робочих місць;
- погодження паспорту лабораторії .

Детально розглянемо по порядку всі етапи.

**1 етап. «Положення про випробувальну лабораторію»** має встановити:

**опис юридичного статусу** ВЛ (адміністративна підпорядкованість, структурна схема ВЛ); **загальну мету та задачі ВЛ** (функції, права, обов'язки, відповідальність); **організаційну структуру ВЛ** (опис схеми управління підрозділами ВЛ, підпорядкованість структурних одиниць (підрозділів) ВЛ, порядок взаємодії ВЛ з іншими підрозділами підприємства; відомості про персонал ВЛ, про випробувальне обладнання ВЛ, про засоби вимірювальної техніки ВЛ, про приміщення ВЛ);

- створити **перелік закріплених за лабораторією методів** (неруйнівного та руйнівного контролю, технічного діагностування, інших випробувань, видів об'єктів випробувань);

- визначити **взаємодію зі сторонніми організаціями** (можливе посилення на «Паспорт» ВЛ).

**Організаційна структура лабораторії** повинна забезпечувати для кожного співробітника конкретну сферу діяльності та межі його повноважень (обов'язків та відповідальності). Типова структура ВЛ представлена на рисунку 1.

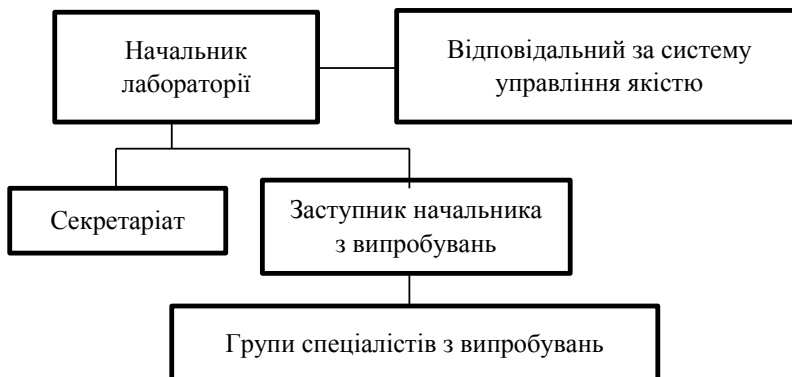


Рис. 1. Типова структура ВЛ

Начальник лабораторії здійснює загальне керівництво та формує політику її діяльності. Відповідальний за систему управління якістю розробляє та контролює виконання положень Настанови з якості лабораторії. Заступник начальника з випробувань несе відповідальність за виконання усіх технічних задач, пов'язаних з проведенням випробувань. Секретаріат виконує функції з документообігу, здійснює приймання та реєстрацію замовлень на випробування, архівує робочу документацію та ін. Спеціалісти груп з випробувань безпосередньо проводять випробування продукції та оформлюють протоколи випробувань в певній області.

**Технічна компетентність** випробувальної лабораторії визначається наявністю в ній кваліфікованого персоналу, необхідних засобів вимірювань, випробувань та контролю, приміщень з відповідними умовами оточуючого середовища, документованих робочих процесів, нормативно-методичних документів на методи та засоби вимірювань, системи забезпечення якості вимірювань.

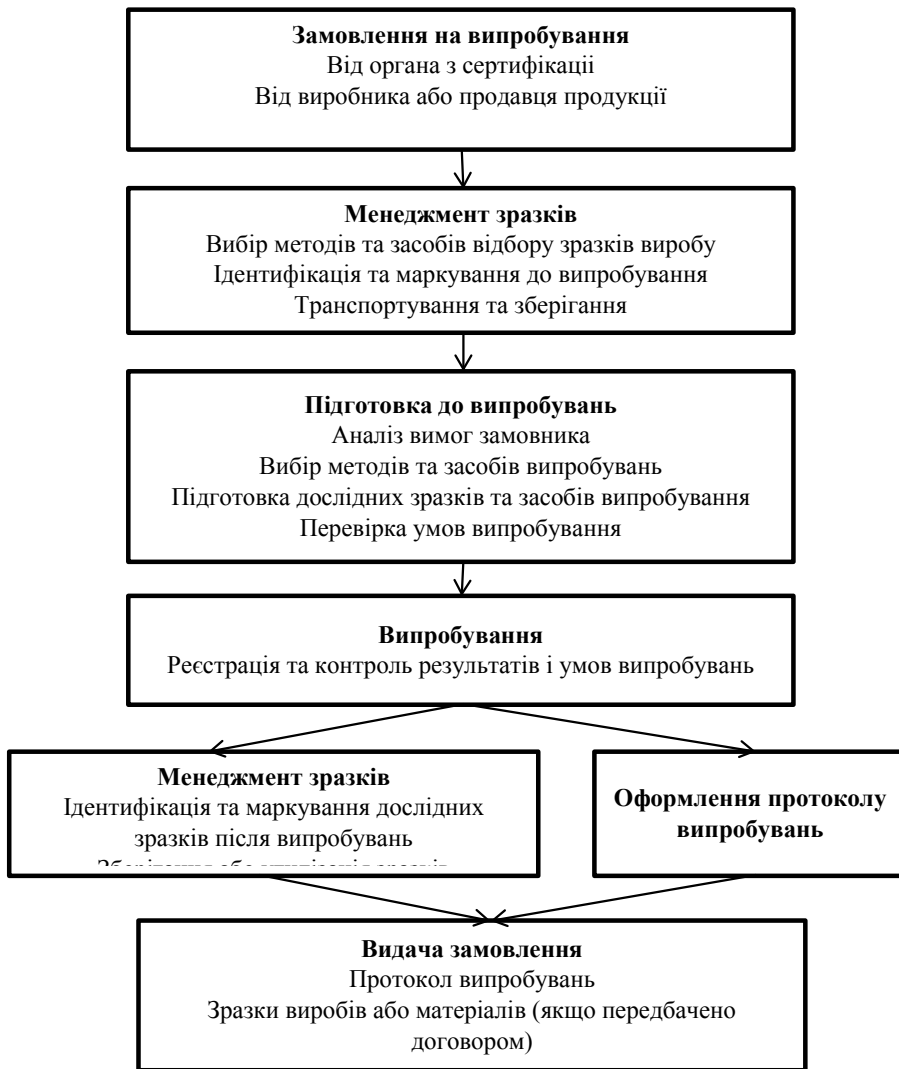


Рис. 2. Структура процесу сертифікаційних випробувань в лабораторії

**2 етап. Розробка документів системи якості** – включає розробку таких документів, як настанови з якості, процедури, методики, інструкції, протоколи та форми документів.

Лабораторія повинна розробити систему управління якістю (СУЯ) ДСТУ 9000 (п. 2.2.2) [2], та бути забезпеченою необхідною документацією і відомостями, що стосуються кваліфікації, практичного досвіду та підготовки кадрів. Ці дані приводяться в Настанові з якості\*. *Настанова з якості* повинна відповідати всім вимогам стандарту ДСТУ ISO 9001 [3]. Вона не повинна бути деталізована. Її мета полягає

\* **Примітка.** «Настанова з якості» є основним документом системи якості де міститься опис системи якості, структура її документації, методики або посилання на них. Вказівки по розробці «Настанови з якості» містяться в ISO 10013 [5].

в тому, щоб переконати споживача, що робота НДІ щодо організації в питаннях якості дійсно відповідає вимогам належного елементу ISO та функціональному процесу з подальшою деталізацією цих критеріїв на нижчих рівнях піраміди [4].

Велике значення для забезпечення якості випробувань мають *процедури*, які пов'язані з експлуатуванням ЗВТ, випробувань та контролю. Тут важливо передбачити такі особливі моменти, як – ведення реєстру ЗВТ та контролю якості із вказанням необхідних технічних та метрологічних характеристик, маркування та зберігання обладнання, наявність методики виконання вимірювань, випробувань та контролю на кожному робочому місці, дотримання зовнішніх умов експлуатації, наявність графіків технічного обслуговування та ремонту, а також документації щодо перевірки та калібрування, призначення відповідального за стан та експлуатацію ЗВТ, випробувань і контролю якості, та, як правило, інженера метролога.

Отже ВЛ повинна мати чітко відрегульовані та документально оформлені *робочі процедури*, які супроводжують весь випробувальний процес від приймання замовлення до видачі протоколу випробувань (рисунок 2). Саме таким чином досягається однозначність у виконанні технологічних операцій в лабораторії. В стандарті на вимоги до ВЛ [12] процедурам, які суттєво впливають на результати випробувань, приділена особлива увага.

ВЛ повинна мати в наявності обов'язкові задокументовані *методики системи управління якістю* згідно ДСТУ 9001 [3], а саме: контроль задокументованої інформації (п.7.5.3); контроль невідповідних виходів (п.8.7); внутрішній аудит (п.9.2); невідповідність і коригувальні дії (п.10.2) та запобіжні дії\*

Робота, яка проводиться в лабораторії відображається в *протоколах*, які точно та чітко показують результати випробувань, та іншу інформацію. Протокол випробувань в Україні – це документ, що містить необхідні відомості про об'єкт випробувань, методи, що застосовуються, засоби й умови випробувань, результати випробувань, а також висновок за результатами випробувань, оформлений в установленому порядку. Протоколи по кожному виду випробувань можуть відрізнятися за змістом, але форма повинна бути стандартизована.. Виправлення або доповнення в протоколах випробувань після його затвердження оформлюються тільки у вигляді окремого документа (наприклад додаток до протоколу).

**3 етап. Персонал** ВЛ повинен мати достатню освіту та кваліфікацію. Міжнародна організація EUROLAB, яка об'єднує випробувальні лабораторії різних країн Європи, встановила чотири рівня кваліфікації персоналу, який проводить випробування, а саме: *елементарний, базовий, підвищений та найвищий*. Кожний із чотирьох рівнів передбачає три градації кваліфікації – достатню, хорошу та відмінну. За допомогою цих критеріїв оцінюється персонал при акредитації випробувальних лабораторій на відповідність ДСТУ ISO 45001 [6]. Тому для кожного спеціаліста передбачена посадова інструкція, яка встановлює функції, обов'язки, права та відповідальність. Фахівці, спеціалісти та експерти повинні бути атестовані у встановленому порядку. Щодо конфіденціальності, то персонал повинен мати зобов'язання по нерозголошенню професійних таємниць, що стосуються третіх осіб (особи, які не є персоналом ВЛ). Велика увага приділяється заходам з підвищення кваліфікації персоналу (участь у конференціях, семінарах, навчання на курсах, самопідготовка, обговорення співробітниками лабораторії проблем, пов'язаних із кваліфікацією та ін.).

**4 етап. Підготовка приміщення та робочих місць тобто оснащення ВЛ**, тобто.умови що поширюються на приміщення, навколишнє середовище проведення випробувань, зберігання та застосування випробувального устаткування, об'єктів випробувань.



Випробувальна лабораторія повинна бути оснащена випробувальним обладнанням, ЗВТ, та контролю, а також витратними матеріалами (хімічними реактивами, речовинами та ін.) для правильного проведення випробувань та вимірювань, що вимагаються для визнання її компетентності. Існують виключення, коли можна на договірних умовах застосовувати обладнання, яке не належить лабораторії (при умові, що це обладнання атестоване), а засоби вимірювальної техніки перевірені в установленому порядку.

Приміщення повинно забезпечувати умови, які не можуть негативно впливати на точність та достовірність випробувань. Тобто випробування повинні бути захищені від дії таких факторів, як підвищена температура, пил, вологість, пар, шум, вібрація, електромагнітні коливання та відповідати вимогам відповідної методики випробування, санітарних норм і правил, а також безпеки праці та охорони оточуючого середовища. Повинні бути також визначені певні умови допуску осіб, які не є персоналом даної лабораторії. Це ще одна умова забезпечення конфіденційності інформації щодо діяльності лабораторії для третіх осіб.

Велика увага приділена *організації робочих місць*. Конструювання робочого місця є процесом визначення завдань, котрі мають виконуватися працівником, носієм конкретних знань, навичок і здібностей. Основна мета організації робочого місця у ВЛ є досягнення високоякісного й економічно ефективного виконання вимірювань у встановлений термін на основі повного використання устаткування та обладнання (ЗВТ), робочого часу, застосування передових методів праці з найменшими фізичними зусиллями та створення для цього безпечних і сприятливих умов.

Обов'язковою умовою є *калібрування або перевірка* ЗВТ та випробувального обладнання. З'ясуємо яка ж різниця між калібруванням та перевіркою. При *калібруванні* ми встановлюємо дійсні параметри показників, притаманних тому чи іншому виду вимірювальної техніки. *Перевірка* ж – це технічна процедура, в результаті якої визначають і підтверджують відповідність вимірювальної техніки встановленим вимогам на підставі результатів контролю їхніх метрологічних характеристик. Обладнання лабораторії, в тому числі і ЗВТ, повинні використовуватись за призначенням. Документація щодо їх експлуатування та технічного обслуговування повинна бути доступною. Кожна одиниця обладнання для випробувань повинна мати реєстраційну картку, яка містить наступні відомості: найменування обладнання; найменування виробника (підприємство), тип (марка), заводський та інвентарний номери; дати отримання та введення в експлуатацію; місце розташування на даний момент (в разі необхідності); стан на момент отримання (нове, зношене, з подовженим строком дії і т.п.); відомості щодо ремонту та обслуговування; опис усіх пошкоджень або відмов, переробок або ремонту.

Калібрування або перевірка ЗВТ та випробувального обладнання, при необхідності, проводиться перед введенням його в експлуатацію, і далі у відповідності зі встановленою програмою. Загальна програма калібрування обладнання повинна забезпечувати простежуваність вимірювань, що проводяться лабораторією на відповідність національним та міжнародним зразкам (еталонам) ЗВТ, якщо такі існують. Якщо подібну простежуваність здійснити неможливо, то випробувальна лабораторія повинна надати переконливі докази кореляції або точності результатів випробувань (наприклад, участь у відповідній програмі міжлабораторних випробувань).

**5 етап. Перелік закріплених за лабораторією методів контролю** відноситься до сфери державного регулювання забезпечення єдності вимірювань і в даній області визначає орган виконавчої влади, який здійснює нормативно-правове регулювання в області забезпечення єдності вимірювань. Ця вимога обумовлена

Законом «Про метрологію та метрологічну діяльність» [13], в частині забезпечення єдності вимірювань, згідно якої діяльність в області виготовлення та модернізації продукції в сфері науково-технічної діяльності, та виконання робіт з оцінки відповідності продукції обов'язковим вимогам, відноситься до сфери державного регулювання забезпечення єдності вимірювань.

Область акредитації ВЛ включає всі види випробувань, в проведенні яких вона визнана компетентною та чітко визначає перелік випробувань, що проводяться, а саме: *функціональні* (кліматичні, механічні); *кількісні та (або) якісні характеристики* (стійкість до механічних та кліматичних факторів); *діапазон вимірювань*; *похибка вимірювань*; *нормативна документація* на методи випробувань, включаючи *технічні умови* на вироби або нормативний документ на дослідний зразок.

Погодження “*Паспорту випробувальної лабораторії*”, який необхідний для взаємодії зі сторонніми організаціями.

*Зміст паспорту ВЛ*: загальні дані; номенклатура продукції, що випробовується ВЛ; види випробувань, що проводяться ВЛ; оснащення випробувальним обладнанням; відомості про ЗВТ для випробувань продукції; оснащення стандартними зразками для проведення випробувань; перелік нормативних документів; персонал (кадровий склад співробітників) що проводить випробування; стан виробничих приміщень.

Отже для проведення акредитації необхідно мати необхідні стандарти та нормативну документацію, а також документацію на систему забезпечення якістю, документацію на випробувальне обладнання та ЗВТ, документацію на вироби або дослідні зразки, архівну документацію (робочі журнали, розрахункові дані, протоколи, акти, звіти, супровідні документи на вироби чи дослідні зразки).

Якщо ВЛ задовольняє всі вищеперераховані вимоги згідно ДСТУ ISO 17025, то вона може подавати в Національне агентство з акредитації України (НААУ) заявку щодо акредитації в установленому порядку. Одночасно із заявкою в орган з акредитації направляються всі необхідні документи, які підтверджують незалежність, недоторканість та технічну компетенцію ВЛ.

**Висновок.** На підставі вищевикладеного чітко видно, що процес діяльності ВЛ зовсім не творчий, а навпаки, дуже суворо та жорстко регламентований. Але саме цей жорсткий регламент і дає замовникам впевненість в надійності продукції (виробів) та сприяє конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

При проведенні сертифікації ВЛ повинна забезпечувати неупередженість в роботі із замовником, незалежність при прийнятті рішень, мати недоторканість зі сторони вищих керівників (якщо вона є частиною фірми впливових клієнтів) а також мати технічну компетентність.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних лабораторій.
2. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
3. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги.
4. Документування системи управління якістю. URL:<https://studfile.net/preview/5433265/page:5/>
5. ДСТУ ISO/TR 10013:2003 Настанови з розроблення системи управління якістю.
6. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування

7. ГОСТ 24555-81 Система государственных испытаний продукции. Порядок аттестации испытательного оборудования. Основные положения.

8. Мотало В.П. Аналіз методик верифікації та калібрування засобів вимірювальної техніки. *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2019. Том 80, вип. 1. С. 51–66.

9. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання.

10. ДСТУ STANAG 4107:2018 Вимоги НАТО щодо проектування, розроблення та виготовлення

11. «Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація». URL: <https://www.yakaboo.ua/metrologija-standartizacija-sertifikacija-ta-akreditacija.html>

12. ДСТУ 3412-96. Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації.

13. Закон України: Про метрологію та метрологічну діяльність «Про забезпечення єдності вимірювань».

### REFERENCES:

1. DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 (2019) Conformity assessment. Requirements for bodies certifying products, processes and services [General requirements for the competence of testing laboratories].

2. DSTU ISO 9000:2015 (2015) Sistemi upravlinnya yakistyu. Osnovni polozheniya ta slovník terminiv [Quality management systems. Basic provisions and glossary of terms].

3. DSTU ISO 9001:2015 (2015) Sistemi upravlinnya yakistyu. Vimogi. [Quality management systems. Requirements].

4. Dokumentuvannya sistemi upravlinnya yakistyu [Documentation of the quality management system]. Retrieved from: <https://studfile.net/preview/5433265/page:5/> (accessed 7 August 2022).

5. DSTU ISO/TR 10013:2003 (2003) Nastanovi z rozroblyannya sistemi upravlinnya yakistyu. [Guidelines for the development of a quality management system].

6. DSTU ISO 45001:2019 (2019) Sistemi upravlinnya okhoronoyu zdorov'ya ta bezpekoyu pratsi. Vimogi ta nastanovi shchodo zastosuvannya [Occupational health and safety management systems. Requirements and instructions for use].

7. GOST 24555-81 (1981) Sistema gosudarstvennykh ispytaniy produktsii. Poryadok attestatsii ispytatel'nogo oborudovaniya. Osnovnye polozheniya [The system of state testing of products. The procedure for certification of test equipment. Key points].

8. Motalo V.P. (2019) Analiz metodik verifikatsii ta kalibruvannya zasobiv vimiryuval'noї tekhniki [Analysis of methods of verification and calibration of measuring equipment], *Vimiryuval'na tekhnika ta metrologiya*. Tom 80, vip. 1. S. 51–66. [in Ukrainian].

9. DSTU ISO 10012:2005 (2005) Sistemi keruvannya vimiryuvanniam. Vimogi do protsesiv vimiryuvannya ta vimiryuval'nogo obladnannya [Measurement control systems. Requirements for measuring processes and measuring equipment].

10. DSTU STANAG 4107:2018 (2018) Vimogi NATO shchodo proektuvannya, rozroblennya ta vigotvlennya [NATO design, development and manufacturing requirements].

11. “Metrologiya, standartizatsiya, sertifikatsiya ta akreditatsiya” [“Metrology, standardization, certification and accreditation”] Retrieved from <https://www.yakaboo.ua/metrologija-standartizacija-sertifikacija-ta-akreditacija.html> (accessed 3 August 2022).

12. DSTU 3412-96 (1996) Sistema sertifikatsii UkrSEPRO. Vimogi do viprobuval'nikh laboratoriy ta poryadok ikh akreditatsii [UkrSEPRO certification system. Requirements for testing laboratories and their accreditation procedure].

13. Zakon Ukrainy: Pro metrologiyu ta metrologichnu diyal'nist' «Pro zabezpechennya ednosti vimiryuvan'» [The Law of Ukraine «On metrology and metrological activity "On ensuring the unity of measurements""] Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text> (accessed 1 August 2022).

УДК 004.056

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.4>

## АСПЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В СУЧАСНИХ CRM-СИСТЕМАХ В ЕПОХУ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ ТА БІЗНЕСУ

**Янко А. С.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем  
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
ORCID ID: 0000-0003-2876-9316

**Шахно В. О.** – магістр спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки»  
кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем  
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
ORCID ID: 0000-0003-1827-8281

*Предметом статті є застосування систем класу CRM у сучасній економіці. В умовах інформатизації економічних даних всіх підприємств, не залежно від форм власності, значущість застосування CRM-систем стрімко зростає. Сучасні CRM-системи дозволяють бізнесу приймати якісні та своєчасні управлінські рішення на основі отриманих даних із систем класу CRM. Звичайно не потрібно забувати про інформаційну безпеку, що полягає у захищеності даних від несанкціонованого доступу. Захист даних є один із головних параметрів, за яким варто вибирати CRM-систему. Тому, як наслідок, виникає проблема систем CRM, що полягає у пошуку компромісу між характеристиками безпеки та зручності використання, тому ціллю даної статті є саме досягнення необхідної захищеності інформації при максимальному комфорті користувачів даної системи. У статті досліджено особливості діджиталізації економічного сектору шляхом поєднання CRM-систем з сучасними фреймворками та технологіями IT-безпеки. Проаналізовано особливості функціонування сучасного цифрового ринку, CRM-систем та технологій безпеки. Розглянуто основні сучасні технології, стандарти та протоколи безпеки в умовах діджиталізації. Виділено принципи безпеки та зручності, на які повинні спиратися CRM-системи. В даному дослідженні перевагу в ефективності, зручності, безпеці та захищеності було надано протоколу OAuth2 та технології, що його реалізує Keycloak. Безпека даних у запропонованій CRM-системі забезпечується гнучкими налаштуваннями доступу. Ці два потужні інструменти дозволяють захистити будь-який ресурс від неавторизованого доступу, не передаючи важливі дані користувача іншій стороні та надають досить зручні можливості та альтернативи для авторизації. Використання цих технологій при розробці власних CRM або їх інтеграція до вже готової системи є чи не найкращим безпековим рішенням.*

**Ключові слова:** діджиталізація економіки, інформаційна безпека, неавторизований доступ, протокол авторизації, CRM-платформа, CRM-система.

**Yanko A. S., Shakhno V. O. The aspect of information security in modern CRM-systems in the era of digitalization of the economy and business**

*The subject of the article is the application of CRM class systems in the modern economy. In the conditions of informatization of economic data of all enterprises, regardless of the forms of ownership, the importance of using CRM-systems is growing rapidly. Modern CRM-systems allow businesses to make high-quality and timely management decisions based on data received from CRM-class systems. Of course, one should not forget about information security, which consists in the protection of data from unauthorized access. Data protection is one of the main parameters for choosing a CRM-system. Therefore, as a result, the problem of CRM-systems arises, which consists in finding a compromise between security characteristics and ease of use, so the goal of this article is precisely to achieve the necessary information security with the maximum comfort of users of this system. The article examines the peculiarities of digitalization of the economic sector by combining CRM-systems with modern frameworks and IT-security technologies. The features of the functioning of the modern digital market, CRM-systems and secu-*

*... rity technologies are analyzed. The main modern technologies, standards and security protocols in the conditions of digitization are considered. The principles of security and convenience, on which CRM-systems should be based, are highlighted. In this study, the advantage in terms of efficiency, convenience, safety and security was given to the OAuth2 protocol and the technology implemented by Keycloak. Data security in the proposed CRM-system is ensured by flexible access settings. These two powerful tools allow you to protect any resource from unauthorized access without transferring important user data to another party and provide quite convenient options and alternatives for authorization. Using these technologies when developing your own CRM or integrating them into an already ready system is almost the best security solution.*

**Key words:** digitalization of the economy, information security, unauthorized access, authorization protocol, CRM-platform, CRM-system.

**Вступ.** Перехід до цифрової економіки – це необхідна вимога сьогодення. Діджиталізація економіки дає можливість людині полегшити вирішення багатьох завдань, пов'язаних з роботою, з пошуком інформації, буденними справами з якими він неодноразово стикається. Діджиталізація відкриває для людини широкі можливості в розвитку бізнесу. Особливе значення тут набувають комунікативні можливості цифрових каналів. Велика швидкість, зручність, безпечність, перспективність, досконалість, захищеність цифрового середовища, дозволило з'явитися сотням нових видів давно вже відомих напрямків бізнесу. Бізнес, який зараз не дивиться в сторону інформатизації неминуче рано чи пізно або все ж таки звернеться до послуг ІТ сектору, або втратить клієнтів, прибуток та будь-яку перспективу для розвитку У світі, де люди вже давно звикли отримувати товари та послуги в декілька “кліків миші”, зменшуючи до мінімуму спілкування з іншими людьми та економлячи свій час. У світі, де інформаційні технології вже давно диктують світовий розвиток людства, розвиток всіх світових ринків, будь-яких галузей. Тому, ідеальною моделлю цифрової економіки є модель, при якій бізнес прагне відповідати сучасним вимогам цієї економіки та рівням надання онлайн послуг шляхом інформатизації, діджиталізації, захищеності даних, звертається до ІТ сектору за отриманням послуг та рішень, які зможуть достатньо мірою «оцифрувати» та вивести їхнє підприємство чи організацію на новий рівень бізнес стосунків та надання якісних, сучасних, безпечних та зручних послуг. І тут отримуємо таку собі синергію, ІТ сектор прагне задовольнити клієнта, збільшити йому прибуток, кількість клієнтів, масштабність, охоплення, а клієнт своєю чергою виступає, як рушійна сила економіки, одночасно інвестує як в ІТ сектор, рішення та послуги якого пропорційно інвестиціям та капіталізації збільшують його привабливість так і в економіку держави, адже створює вже власні послуги, товари та робочі місця.

**Місце безпеки в сучасних CRM-системах.** Та що є одним із найважливіших аспектів при переході в інформаційно технологічний світ? Безпека... Саме безпека та захищеність викликає найбільше запитань, адже будь-хто, може запропонувати своє рішення тієї чи іншої бізнес задачі, але чи буде воно достатньо безпечним та відповідати всім нормам та стандартам інформаційної безпеки та захищеності даних? Щоб відповісти на це питання потрібно добре розумітися в ІТ безпеці, основних вразливостях ІТ систем, баз даних, веб-ресурсів та в багато чому іншому. Це своєю чергою породжує ненадійність таких рішень та вимагає чималих ресурсів при розробці програмного забезпечення «з нуля», покликаною стати надійним, відмовостійким та безпечним. Проте, ІТ ринок за десятиліття свого існування, створив десятки тисяч готових рішень [1, с. 42–45]. Ці рішення пройшли тестування на десятках клієнтів і багато з них, можливо, і не принесли належної користі та потрібних рішень своїм бізнесам та врешті решт і самі створили для них проблеми. Та саме це дозволило ринку шляхом спроб та невдач,

накопичити достатньо досвіду, щоб створити та перевірити найдієвіші рішення, технології, фреймворки. Одним з таких рішень є CRM-платформа (Customer Relationship Management – управління відносинами з клієнтами).

Під CRM-платформою потрібно розуміти саме веб-додаток, адже сьогодні веб має набагато більше переваг перед звичайними додатками для тієї чи іншої операційної системи. Така платформа не є зараз чимось новим, навпаки такі галузі як маркетинг, фінанси, продажі, логістика та багато інших вже давно успішно використовують це рішення. Вона об'єднує різні відділи, від маркетингу до продажу та обслуговування клієнтів, та поєднує їх нотатки, дії та показники в єдину зв'язкову систему. Кожен користувач має простий доступ до потрібних клієнтських даних в режимі реального часу [2, с. 203–207]. Це не тільки забезпечує безпрецедентну координацію між командами та відділами, а й дозволяє компанії надавати своїм клієнтам щось екстраординарне: персоналізовані індивідуальні взаємодії з клієнтом. Якщо порівняти це з обмеженою функціональністю старих аналогових та застарілих систем, то отримаємо щось здатне революціонізувати спосіб зв'язку з клієнтами. Також неможливо використовувати CRM, не беручи до уваги SaaS та хмарні обчислення, які працюють разом, щоб платформи CRM були доступні скрізь, де користувач має Інтернет.

Понад 39% компаній, які впровадили CRM-платформи, називають свої дані конкурентною перевагою або стратегічним активом. CRM-система дозволяє більшості компаній значно збільшити кількість потенційних клієнтів, виторг від продажу та утримання клієнтів [3, с. 1–3].

**Сучасні безпекові рішення для інтеграції з CRM-системами.** Повертаючись до питань безпеки та захищеності потрібно сказати, що є достатньо велика кількість фреймворків та технологій захисту даних, які використовуються при розробці CRM-систем або інтегруються з ними уже на етапі користування. Візьмемо для прикладу одну з найпопулярніших на сьогодні мов програмування Java. Ця мова програмування теж пройшла десятиліття розвитку, спроб та невдач. Був накопичений неоціненний досвід розробки «ентерпрайз» проєктів, тобто великих проєктів, де кінцевим користувачем є корпоративний клієнт. Саме через це досить велика кількість банківських там CRM-систем написані на Java та підтримуються довгі роки. Java має досить велику кількість фреймворків, але в рамках цього дослідження потрібно виділити такий потужний фреймворк, як “Spring Security”, який забезпечує аутентифікацію, авторизацію та інші функції безпеки для корпоративних програм. Spring підтримує сучасний та популярний стандарт захисту – JWT [4, с. 2–4]. Розглянемо спрощену схему роботи наведену на рис. 1, авторизації клієнта з використанням JWT.

На схемі можемо побачити наступні етапи авторизації:

- 1) користувач POST запитом відправляє на сервер свій логін та пароль;
- 2) сервер авторизації, яким виступає Spring, перевіряє отримані дані, та якщо вони вірні надає та повертає користувачеві токен доступу (закодований рядок символів, що створюється сервером і підписується секретним ключем);
- 3) користувач відправляє GET запит на отримання профілю своєї сторінки з вже отриманим JWT в хедері запиту;
- 4) сервер авторизації тепер вже перевіряє лише раніше випадний токен доступу;
- 5) якщо токен доступу вірний та дійсний, користувач отримує запитану сторінку з інформацією.

Навіть на такому простому прикладі видно, що цей стандарт надає значно більшу захищеність ніж звичайний логін та пароль, але на реальних проєктах ніхто

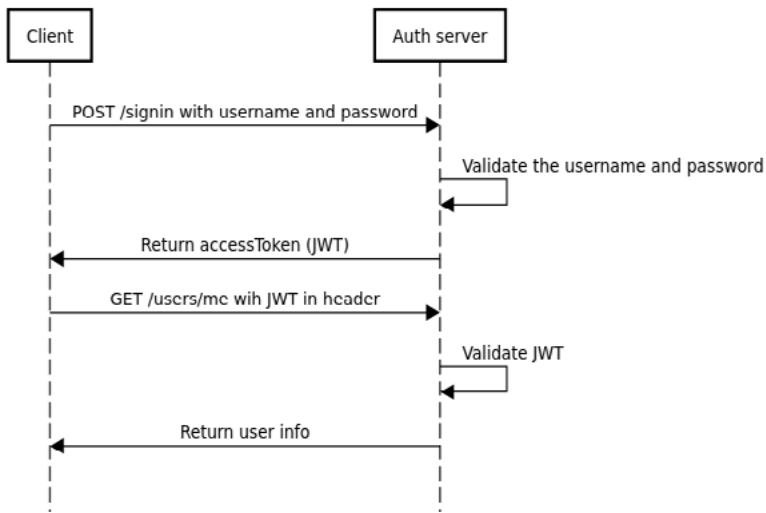


Рис. 1. Схема процесу авторизації клієнта з використанням JWT

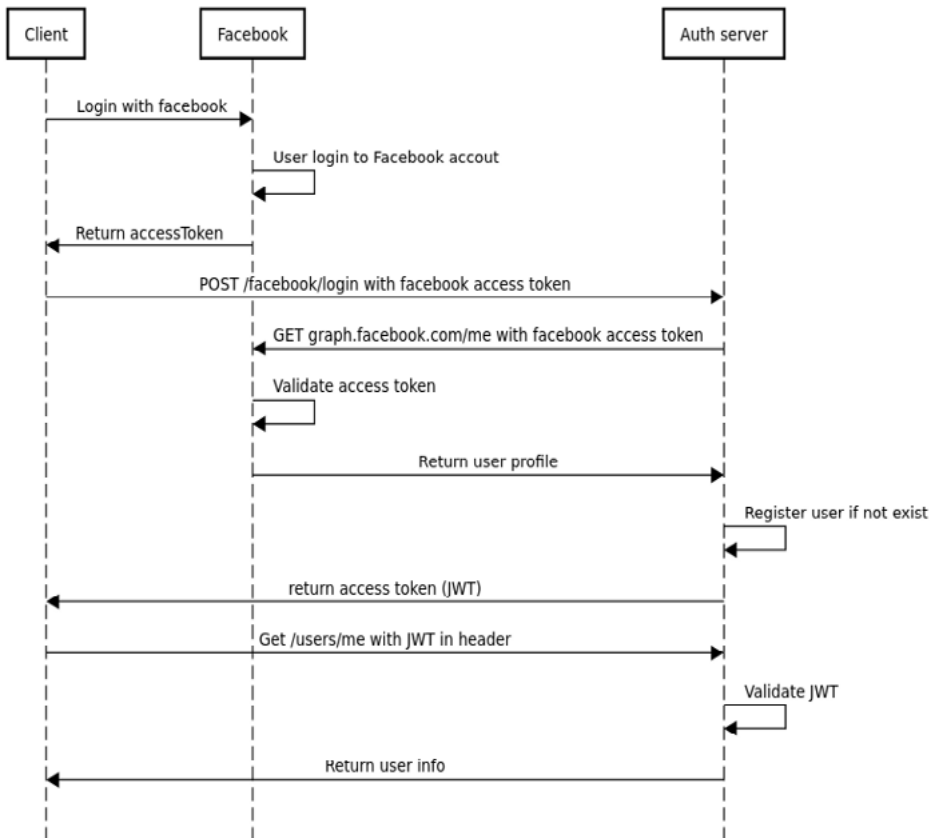


Рис. 2. Схема процесу авторизації з використанням протоколу OAuth

в «чистому» вигляді не використовує JWT. Тут потрібно розуміти, що часто один стандарт використовує або розширює інший, а вже отриманий новий стандарт реалізує якась технологія. Так і вийшло з протоколом авторизації OAuth та його реалізацією Keycloak. Останньою версією є OAuth2 і саме ця версія була взята для дослідження. OAuth – забезпечує надання третій стороні обмежений доступ до захищених ресурсів користувача без передачі їй (третій стороні) логіна та пароля [5, с. 3–8]. Тобто зараз це зручний та один з найбезпечніших засобів авторизації та аутентифікації. Зручний в тому, що користувачеві не обов'язково проходити процес реєстрації, OAuth дає можливість використати будь-яку соціальну мережу для підтвердження даних та і більшість сучасних CRM-систем мають або за замовчуванням OAuth авторизацію або дозволяють її інтегрувати, тобто використати, як сервер авторизації [6, с. 18–23].

Безпековий же аспект полягає в тому, що авторизуючись через соціальну мережу або через Keycloak, що реалізує даний протокол, не передається третій стороні (ресурсу до якого хочемо отримати доступ) ніякої інформації крім вже розглянутого токена доступу [7, с. 4–7]. Розглянемо схему процесу авторизації з використанням протоколу OAuth через соціальну мережу Facebook (рис. 2).

На схемі можемо побачити алгоритм схожий до звичайної JWT авторизації, за виключенням того, що користувач спершу проходить авторизацію Facebook, який і надає токен доступу, який потім проходить перевірку як Facebook, так і даного сервера авторизації, яким може виступати Keycloak.

**Висновок.** Однією з найбільших проблем CRM-систем є компроміс між безпекою та зручністю. І якщо зручності приділяється багато уваги як від розробника, так і від користувача, то безпековий аспект часто схований від користувача. Тут потрібно розуміти, що будь-яка система має свої вразливості, які рано чи пізно знаходяться, але використання останніх протоколів, стандартів, реалізацій цих стандартів, дозволяє посилити захист, як самого програмного продукту, так і персональних даних користувача. В даному дослідженні перевагу в ефективності, зручності, безпеці та захищеності було надано протоколу OAuth2 та технології, що його реалізує Keycloak. Ці два потужні інструменти дозволяють захистити будь-який ресурс від неавторизованого доступу, не передаючи важливі дані користувача іншій стороні та надають досить зручні можливості та альтернативи для авторизації. Використання цих технологій при розробці власних CRM або їх інтеграція до вже готової системи є чи не найкращим безпековим рішенням. CRM-системи, що використовують протокол OAuth2 та технологію Keycloak, здатні забезпечити істотно вищий рівень безпеки. За рахунок того, що CRM поставляється безлічі користувачів по всьому світу, якісний захист робочих документів обходиться значно дешевше, ніж самостійне індивідуальне забезпечення безпеки кожного робочого місця. Протокол OAuth2 відповідає світовим стандартам безпеки, тому йому з упевненістю можна довірити клієнтську базу, фінансову інформацію та інші робочі дані.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. De Capitani di Vimercati S., Foresti S., Samarati P. In Security, Privacy, and Trust in Modern Data Management. Authorization and Access Control / Petković M, Jonker W (eds.), *Springer Berlin Heidelberg*, 2007. P. 39–53. ISBN: 978-3-540-69860-9. DOI: 10.1007/978-3-540-69861-6 4.
2. Nuñez D., Agudo I. BlindIdM: A privacy-preserving approach for identity management as a service. *International Journal of Information Security*, Apr. 2014, Vol.13(2). P. 199–215. DOI: 10.1007/s10207-014-0230-4



3. What is CRM Software? A Comprehensive Guide and Historical Overview of CRM (Customer Relationship Management) software. *SalesForce* : веб-сайт. URL: [www.salesforce.com/crm/what-is-crm-infographic](http://www.salesforce.com/crm/what-is-crm-infographic) (дата звернення: 20.05.2021).

4. JWT and Social Authentication using Spring Boot. *Medium* : веб-сайт. URL: <https://medium.com/javarevisited/jwt-and-social-authentication-using-spring-boot-90e4faaa9204> (дата звернення: 18.08.2020).

5. Campbell B., Mortimore C., Jones M. RFC 7522: Security Assertion Markup Language (SAML) 2.0 Profile for OAuth 2.0 Client Authentication and Authorization Grants. *Technical Report, Internet Engineering Task Force (IETF)*, May 2015. 15 p. <https://tools.ietf.org/html/rfc7522>.

6. Maler E., Machulak M., Richer J., Hardjono T. User Managed Access (UMA) 2.0 Grant for OAuth 2.0 Authorization. *Technical Report (Draft, work in Progress), Internet Engineering Task Force (IETF)*, February 2019. 37 p. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/draft-maler-oauth-umagrants-00>.

7. Jones M., Campbell B., Mortimore C. RFC 7523: JSON Web Token (JWT) Profile for OAuth 2.0 Client Authentication and Authorization Grants. *Technical Report, Internet Engineering Task Force (IETF)*, May 2015. 11 p. <https://tools.ietf.org/html/rfc7523>.

---

# ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

## FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.682

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.5>

### ТЕХНОЛОГІЯ ЖЕЛЬОВАНИХ ДЕСЕРТІВ З ДІЄТИЧНИМИ ДОБАВКАМИ

---

**Антоненко А. В.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу  
ПВНЗ «Київський університет культури»  
ORCID ID: 0000-0001-9397-1209

**Бровенко Т. В.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу  
Київського національного університету культури і мистецтва  
ORCID ID: 0000-0003-1552-2103

**Криворучко М. Ю.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри дизайну та інжинірингу  
Державного торговельно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-7378-1050

**Стукальська Н. М.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технології ресторанної та аюрведичної продукції  
Національного університету харчових технологій  
ORCID ID: 0000-0001-6590-7170

**Толок Г. А.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технології м'ясних рибних та морепродуктів  
Національного університету біоресурсів і природокористування України  
ORCID ID: 0000-0002-2971-1645

**Перепелиця В. В.** – магістр  
Київського національного університету культури і мистецтва  
ORCID ID: 0000-0002-7605-3980

У статті наведено технологію виробництва, рецептурний десерт «Пташине молоко» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою. Обґрунтовано доцільність використання у розробленій технології біологічно-активної сировини. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розробленої страви, доведено її високу харчову цінність. На підставі досліджень органолептичних показників розроблених зразків визначено раціональну концентрацію дієтичних добавок у рецептурі десерту, що дає розробленій харчовій продукції покращення смакових властивостей та консистенції порівняно з контролем за рахунок використання біологічно-активної сировини. Розроблена технологія десерту «Пташине молоко» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою має підвищений вміст харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин у порівнянні з традиційною технологією. Експериментально підтверджено оптимальне співвідношення компонентів у рецептурі розробленого десерту «Пташине молоко». За органолептичними показниками отримане «Пташине молоко» відповідає за якістю встановленим нормам. Запропонований спосіб виробництва десерту «Пташине молоко» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою дозволяє отримати вироби вищої харчової цінності у порівнянні з традиційною технологією. Якість готової кулінарної продукції характеризують органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники, а для однозначної оцінки якості використовували комплексний показник якості. Соціальний ефект впровадження розробленого десерту «Пташине молоко» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою полягає у розширенні асортименту страв для харчування дорослих та дітей з підвищеним вмістом есенційних нутрієнтів, покращеними споживчими властивостями продукції, що сприятиме збереженню здоров'я населення, захисту організму від негативного впливу навколишнього середовища. Розроблена кулінарна продукція може бути рекомендована для харчування у повсякденних раціонах людей, що працюють на виробництвах важкої промисловості, проживають на екологічно забруднених територіях та всіх верств населення.

**Ключові слова:** харчова цінність, десерт, харчова технологія, низькоетерифікований пектин, цитрат кальцію, полідекстроза, вітаміни, мінеральні речовини.

**Antonenko A. V., Brovenko T. V., Kryvoruchko M. Yu., Stukalska N. M., Tolok G. A., Perepelytsia V. V. Technology of desired desserts with diet supplements**

The article presents the production technology, recipe for dessert "Bird's milk" with low-esterified pectin, calcium citrate and polydextrose. The expediency of using biologically active raw materials in the developed technology is substantiated. A set of data characterizing the quality of the developed dish is obtained, its high nutritional value is proved. Based on studies of organoleptic parameters of the developed samples, the rational concentration of dietary supplements in the dessert recipe was determined, which gives the developed food products improved taste and consistency compared to control through the use of biologically active raw materials. Developed technology of dessert "Bird's milk" with low esterified pectin, calcium citrate and polydextrose has a high content of dietary fiber, vitamins and minerals compared to traditional technology. The optimal ratio of components in the recipe of the developed dessert "Bird's milk" has been experimentally confirmed. According to organoleptic indicators, the obtained "Bird's milk" meets the quality standards. The proposed method of production of dessert "Bird's milk" with low esterified pectin, calcium citrate and polydextrose allows to obtain products of higher nutritional value compared to traditional technology. The quality of finished culinary products is characterized by organoleptic, physicochemical, biochemical and microbiological indicators, and a comprehensive quality indicator was used to unambiguously assess the quality. The social effect of the implementation of the developed dessert "Bird's milk" with low esterified pectin, calcium citrate and polydextrose is to expand the range of foods for adults and children with high content of essential nutrients, improved consumer properties, which will help protect the health of the population from the negative impact of the environment. Developed culinary products can be recommended for nutrition in the daily diets of people working in heavy industry, living in environmentally contaminated areas and all segments of the population.

**Key words:** nutritional value, dessert, food technology, low-esterified pectin, calcium citrate, polydextrose, vitamins, minerals.

**Вступ.** На сьогодні велика увага приділяється розробленню нових технологій виробництва продуктів харчування та вдосконаленню існуючих технологій, шляхом збагачення цих продуктів речовинами, які б надали виробам функціональних якостей.

Багато вчених: Разенков І.П., Покровський О.О., Уголев О.М., Ванханген В. В., Ванханген В.Д. та інші, приділяють велику увагу створенню харчових продуктів, спрямованих на вирішення конкретно поставлених завдань. Вони стверджують, що вирішити проблему оптимізації харчування можуть збагачені біологічно активними речовинами функціональні продукти, що є джерелом дефіцитних у харчуванні речовин, у тому числі регуляторів функцій органів і систем організму [1]. Відомо, що в процесі кулінарної обробки втрачається в середньому 10% енергетичної цінності продуктів, до 60% вітаміну С, 20-30% вітамінів групи В, до 49% вітаміну А, втрата кальцію досягає 15%, заліза 20% [2]. Для вирішення цієї проблеми пропонується до споживання десерти з додаванням функціональних інгредієнтів.

Привертає увагу дефіцит харчових волокон у раціонах харчування – сумарне споживання клітковини і пектинових речовин становить менше 14 г на добу, що майже у двічі нижче за рекомендовану кількість [3].

**Постановка проблеми.** За сучасними рекомендаціями нутриціології норма харчових волокон для людини на добу становить 25-30 г, яку можна забезпечити вживанням нерафінованої рослинної їжі, а також внаслідок споживання харчових продуктів, до складу яких внесено додаткову кількість харчових волокон з дієтичними добавками і продуктами переробки рослинної сировини [4].

Сучасні умови розвитку ресторанного господарства ставлять перед працівниками сфери масового харчування завдання розробки та впровадження конкурентоздатних та економічно вигідних технологій кулінарних продукцій при одночасному поліпшенні її смакових характеристик, споживчих властивостей, підвищенні якості, харчовій цінності та розширенні асортименту.

Солодкі жельовані десерти користуються високим попитом у закладах ресторанного господарства. До складу таких страв входить натуральна фруктова сировина, що зумовлює їхню високу цінність та корисність для організму людини. Порівняно з іншими десертами желе відрізняється низькою енергетичною цінністю. Використання розчинних харчових волокон у технології жельованих десертів як гелеутворювача сприятиме підвищенню харчової цінності десертів [5-7].

**Мета дослідження.** Метою роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології жельованих десертів з використанням низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрози, як джерел харчових волокон та нутрієнтів. Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- науково обґрунтувати та експериментально підтвердити можливість використання дієтичних добавок у технологіях десертів;
- дослідити фізико-хімічні та технологічні властивості дієтичних добавок;
- розробити технологічну схему виробництва жельованих десертів із заданими показниками поживної цінності, визначити основні органолептичні, фізико-хімічні, структурно-технологічні та мікробіологічні показники якості;
- провести комплексну оцінку якості розроблених десертів.

Об'єкт дослідження – технологія жельованих десертів підвищеної харчової цінності з використанням композиційної суміші з низькоетерифікованого яблучного пектину, цитрату кальцію та полідекстрози.

Предмет дослідження – низькоетерифікований яблучний пектин, цитрат кальцію, полідекстроза, жельовані десерти, десерт «Пташине молоко», модельні системи тощо.

Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, математична обробка результатів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукове обґрунтування та розроблення конкурентоспроможної технології продукції складного сировинного складу є актуальним завданням, розв'язання якого дозволить розширити асортимент комбінованих страв з підвищеною харчовою і біологічною цінністю та одержати продукцію з заданими функціональними властивостями.

Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення харчових продуктів складного сировинного складу як засобу профілактики та ліквідації дефіциту мікронутрієнтів надали дослідження таких вітчизняних та зарубіжних вчених: О.О. Грінченко, А.Б. Горальчука, А.М. Дорохович, І.Ю. Жигаленко, А.В. Зіolkовської, П.О. Карпенка, М.Б. Колесникової, В.Н. Корзуна, М.В. Кравченка, Г.М. Лисюк, Л.П. Малюк, Л.М. Мостової, Н.Я. Орлової, М.І. Пересічного, П.П. Пивоварова, Н.В. Притульської, Г.Б. Рудавської, М.Р. Ennis, J.C.F. Murrey, G.O. Phillips, W.C. Weling, P.A. Williams та ін. [6-12].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Жельовані десерти популярні у населення всіх країн світу. Їх недоліком є вміст незначної кількості біологічно активних речовин та висока енергетична цінність. Для підвищення вмісту нутрієнтів та харчових волокон пропонується використовувати низькоетерифікований яблучний пектин, цитрат кальцію та полідекстрозу.

Пектин відноситься до групи полісахаридів, являє собою порошок від білого до сіро-коричневого кольору, який добувають із різних рослинних продуктів (яблук, цитрусових, кавуну тощо). Ефективним є застосування пектинів при цукровому діабеті, шлунково-кишкових захворюваннях, захворюваннях печінки, підшлункової залози, ожирінні. Пектинові речовини здатні адсорбувати різні сполуки, у тому числі екзо- та ендотоксини, важкі метали [13].

Крім лікувально-профілактичних властивостей пектини мають численні технологічні переваги: здатність до гелеутворення, гарну розчинність і термостійкість, що дозволяє отримати продукт із необхідними текстурними та органолептичними показниками. Пектин може мати різний ступінь етерифікації. Якщо понад 50% карбоксильних груп містять залишки метилового спирту, то це високоетерифіковані пектини, якщо ступінь етерифікації нижче 50% – низькоетерифіковані. Для желювання низькоетерифікованим пектином необхідна наявність двовалентних катіонів металів, наприклад кальцію чи магнію. Тому в технологію рекомендуємо додати цитрат кальцію [14; 15].

До харчових волокон відносять полідекстрозу – це полісахарид, який отримують з глюкози. Він є пребіотиком та позитивно впливає на фізіологію людини: зменшує вміст глюкози та холестерину в крові; стимулює мікрофлору; бере участь у регулюванні енергетичного метаболізму клітин. [16; 17].

За контроль обрано жельований десерт «Пташине молоко», виготовлений за традиційною технологією. У традиційній рецептурі десерту «Пташине молоко» желатин було замінено на низькоетерифікований яблучний пектин, а також додано цитрат кальцію та полідекстрозу. При розробці нової технології жельованих десертів було досліджено та вивчено хімічний склад функціональних інгредієнтів, які використовуються при їх виготовленні (табл. 1).

За результатами технологічних досліджень і математичних розрахунків нами було визначено раціональну кількість дієтичних добавок і розроблено технологію десертів з використанням композиційної суміші з низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрози у співвідношенні як 2:1:6 (рис. 1).

Проведено органолептичну оцінку десерту «Пташине молоко» з використанням композиційної суміші з низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрози за 5-бальною шкалою (табл. 2).

Таблиця 1

**Хімічний склад низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрози, на 100 г, [18-20]**

Нутрієнти	Низькоетерифікований пектин	Цитрат кальцію	Полідекстроза
Білки, г	3,5	-	-
Вуглеводи, г	9,3	-	-
Харчові волокна, г	74,4	-	82
Макроелементи, мг			
Калій, К	108	-	-
Кальцій, Са	40	1300	-
Магній, Mg	14	-	-
Фосфор, Р	25	-	-
Мікроелементи, мг			
Залізо, Fe	1,9	-	-
Енергетична цінність, кКал	42	1	1

Таблиця 2

**Органолептичні показники жельованих десертів**

Кількість композиційної суміші, %	Органолептична оцінка показників, бали					Загальна органолептична оцінка
	Зовнішній вигляд	Запах	Колір	Смак	Консистенція	
	<i>Коефіцієнт вагомості</i>					
	2	1,5	1,5	3	2	
Контроль (0%)	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Дослід 1 (5%)	4,7	4,9	4,9	4,5	4,5	4,7
Дослід 2(10%)	4,8	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8
Дослід 3(15%)	4,6	4,9	4,9	4,6	4,6	4,7

Таблиця 3

**Хімічний склад «Пташиного молока» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою (на 100 г), [5; 6]**

Нутрієнти	Добова потреба, г	Вміст харчових речовин у 100 г				Різниця +/-	Відхилення, %
		Контроль (Пташине молоко)	% від добової потреби (контроль)	Дослід (Пташине молоко з пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою)	% від добової потреби (дослід)		
Білки, г	8,2	15,5	5,7	10,7	-2,5	-30,9	8,2
Жири, г	25,2	39,4	25,2	39,4	0,0	0,0	25,2
Вуглеводи, г	13,9	27,9	14,1	28,2	0,2	1,2	13,9

Продовження таблиці 3

Харчові волокна, г	20	0,0	0,0	5,6	27,9	5,6	100
Мінеральні речовини							
Натрій, мг	400	57,0	14,3	56,7	14,2	-0,3	-0,6
Калій, мг	2500	76,7	3,1	78,8	3,2	2,1	2,8
Кальцій, мг	1250	57,8	4,6	427,5	34,2	369,7	639
Магній, мг	400	9,2	2,3	7,1	1,8	-2,1	-23,2
Фосфор, мг	800	98,1	12,3	89,6	11,2	-8,5	-8,7
Залізо, мг	10	1,1	11,0	1,1	10,8	0,0	-2,0
Енерг. цінність, кКал	2300	326,9	14,2	317,1	13,8	-9,8	-3,0

При збільшенні концентрації композиційної суміші до 5% спостерігається погіршення таких органолептичних показників як: зовнішній вигляд, смак та консистенція. При подальшому збільшенні концентрації до 10% спостерігається поліпшення цих показників.

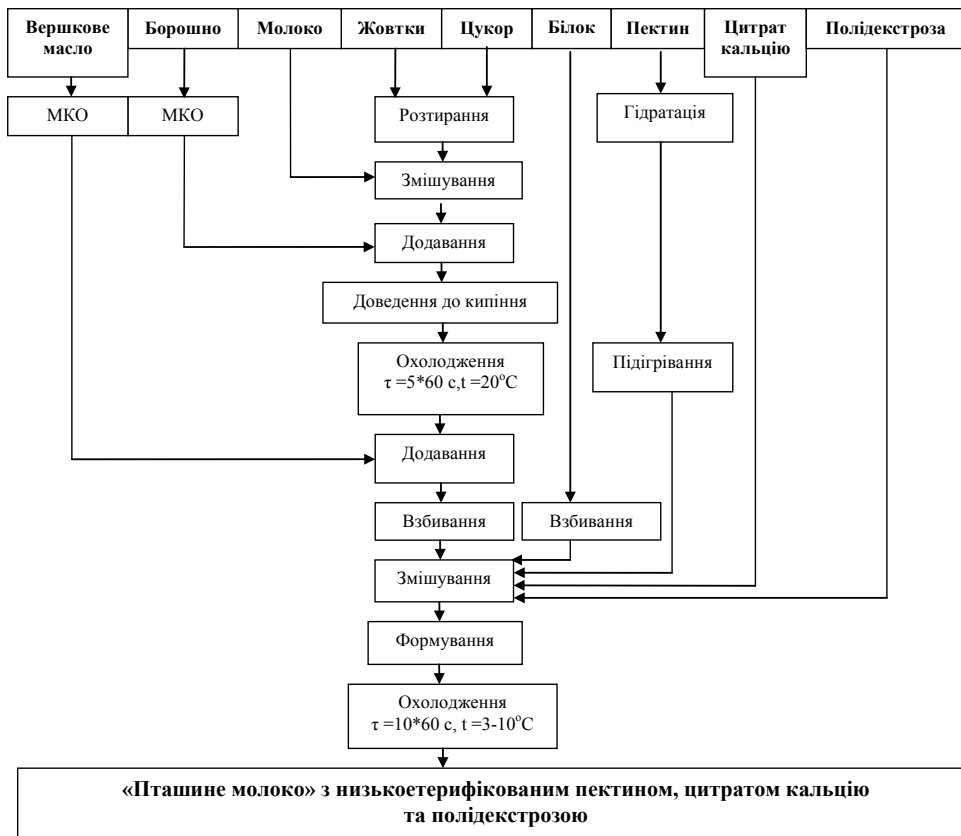


Рис. 1. Технологічна схема виробництва десерту «Пташине молоко» з використанням композиційної суміші

Виходячи з даних розрахунків можемо стверджувати, що оптимальною концентрацією композиційної суміші є 10% від загальної маси десерту.

Досліджено хімічний склад нових жельованих десертів стосовно впливу використаної рослинної сировини (табл. 3).

Результати досліджень, що наведені в таблиці 3 показують на певне підвищення харчової цінності десерту «Пташине молоко» з композиційною сумішшю з низькоестерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрази, а саме: вміст харчових волокон збільшився на 5,6 г та складає 27,9% від добової потреби людини, за рахунок повної заміни желатину на композиційну суміш. Вміст вуглеводів збільшився на 0,2 г та складає 28,2% від добової потреби. Також збільшився вміст деяких мінеральних речовин, таких як: натрію – на 0,3мг та складає 14.2% від добової потреби, Калію – на 2,1мг та складає 3,2% від добової потреби людини, Кальцію – на 369,7мг (34,2% від добової потреби). Зменшилась енергетична цінність виготовленої страви на 9,8 кКал і складає 13,8% від добової потреби.

Для оцінки якості жельованих десертів, виготовлених за розробленою технологією, проведено розрахунок комплексного показника якості (табл. 4) та побудовано модель якості (рис. 2). Для побудови моделі якості використані наступні показники: органолептична оцінка, вміст вуглеводів, харчових волокон, кальцію, калію та енергетична цінність.

Таблиця 4

#### Результати розрахунку комплексного показника якості

Показник якості	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід
<b>Абсолютні показники</b>			
Органолептична оцінка, бали	0,2	4,9	4,8
Вуглеводи, г	0,1	13,9	14,1
Харчові волокна, г	0,3	1	5,6
Кальцій, Са, г	0,2	0,06	0,4
Калій, К, г	0,1	0,07	0,1
Енерг.цінність, кКал	0,1	326,9	317,1
<b>Відносні показники</b>			
Органолептична оцінка, бали	0,2	1	0,98
Вуглеводи, г	0,1	1	1,01
Харчові волокна, г	0,3	1	5,6
Кальцій, Са, г	0,2	1	7,17
Калій, К, г	0,1	1	1,14
Енерг.цінність, кКал	0,1	1	0,97
<b>Одиничні показники якості</b>			
Органолептична оцінка, бали	0,2	0,2	0,19
Вуглеводи, г	0,1	0,1	0,101
Харчові волокна, г	0,3	0,3	1,68
Кальцій, Са, г	0,2	0,2	1,43
Калій, К, г	0,1	0,1	0,11
Енерг.цінність, кКал	0,1	0,1	0,097
Комплексний показник якості		1,0	3,6



Досліджено, що комплексний показник якості десерту «Пташине молоко» з композиційною сумішшю з низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрози становить 3,6, що майже у 4 рази вище ніж у контрольному зразку.

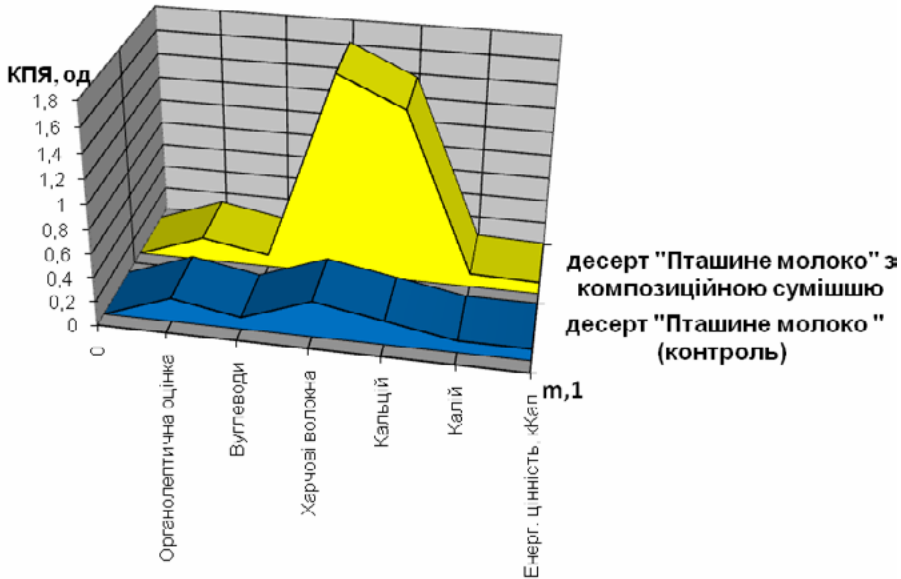


Рис. 2. Комплексна модель якості «Пташиного молока» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою

Проведені експериментальні дослідження свідчать про доцільність використання дієтичних добавок під час виробництва десертів. Збагачення дієтичними добавками дозволяє знизити енергетичну цінність десертів, покращити мінеральний і вітамінний склад, збагатити вироби харчовими волокнами, у тому числі пектинами. Використання запропонованих дієтичних добавок дозволяє значно розширити асортимент десертів оздоровчого призначення. Десерт «Пташине молоко» з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою буде реалізовувати не тільки в закладах ресторанного господарства, але й в магазинах для загального вжитку споживачів.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що розроблений десерт має підвищений вміст білків, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин у порівнянні з традиційною технологією. Експериментально підтверджено оптимальне співвідношення компонентів у рецептурі розробленого десерту «Пташине молоко». За органолептичними показниками дослідний зразок відповідає за якістю встановленими нормам. Соціальний ефект впровадження розробленого десерту з низькоетерифікованим пектином, цитратом кальцію та полідекстрозою полягає у розширенні асортименту страв для харчування дорослих та дітей з підвищеним вмістом есенційних нутрієнтів, покращеними споживчими властивостями продукції, що сприятиме збереженню здоров'я населення, захисту організму від негативного впливу навколишнього середовища. Розроблена кулінарна продукція може бути рекомендована для харчування у повсякденних раціонах людей, що працюють на виробництвах важкої промисловості, проживають на екологічно забруднених територіях та всіх верств населення.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Мазаракі А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. Київ : КНТЕУ. 2012. 1116 с.
2. Львович И.Я. Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. Одеса : КУПРИЕНКО СВ. 2016. 197 с.
3. Корзун В. Н., Гаркуша С. Л. Заходи профілактики та лікування метаболічного синдрому у населення. *Довкілля та здоров'я*. 2016. №. 1. С. 9–13
4. Черевко О.І. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків : ХДУХТ. 2017. 591 с.
5. Yatsenko V.M. Financial-economic and innovative support of entrepreneurship development in the spheres of economy, tourism and hotel-restaurant business. Agenda Publishing House, Coventry, United Kingdom. 2017. 619 с.
6. Русавська В.А. Теоретико-практичні підходи до ефективного функціонування ринку готельно-ресторанних послуг: стан, проблеми, тенденції. Київ : Видавництво Ліра. 2018. 420с.
7. Преображенский А.П. Уровень развития техники и технологии в XXI веке. Одеса : КУПРИЕНКО С.В. 2019. 227с.
8. Гамаюнова В.В. Инновационные технологии в жизни современного человека. Одесса : КУПРИЕНКО СВ. 2020. 209с.
9. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под. ред. член-корр. МАИ, И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М. : ДеЛи принт, 2002. 236 с.
10. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Издательство: «Экономика», Москва, 1982. 495 с.
11. Мазаракі А.А. Збірник рецептур кулінарної продукції і напоїв функціонального призначення. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. 772 с.
12. Brovenko T. Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*: наук. журнал, 2018. № 2. С. 91-94.
13. Земліна Ю.В. Технологія борошняних страв на основі нетрадиційної сировини. Науковий журнал «Вчені записки» ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки». Том 30 (69). 2019. №4. С. 77-82.
14. Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». 2012. № 1. С. 82–88.
15. Михайлик В.С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. *Харчова наука і технологія*: науково-виробничий журнал. 2016. № 1. С. 72–77.
16. Кравченко М.Ф., Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. *Товари і ринки* : міжнародний науково-практичний журнал. 2012. № 1. С. 82–88.
17. Антоненко А.В. Борошно з пророщеного зерна вівса як основа для борошняних кондитерських виробів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2014. № 46 (1). С. 149–153.
18. Журавська А.А. Новітні технології кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. *Научные труды SWorld*. 2013. № 1. С. 73–77.
19. Довга О.О., Ліфіренко О.С. Удосконалення технології борошняних кулінарних виробів для харчування дітей. *Научный взгляд в будущее* : международное периодическое научное издание. 2016. № 3. С. 4–11.
20. Кравченко М.Ф. Наукове обґрунтування і розроблення фруктових систем як основи для солодких соусів. Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». 2009. № 2. С. 76–82.

## REFERENCES:

1. Mazaraki A.A. (2012). Tekhnologiya harchovih produktiv funkcional'nogo pryznachennya. Kiiv: KNTEU. 1116 s. [in Ukrainian].
2. L'vovich I.YA. (2016) Perspektivnye trendy razvitiya nauki: tekhnika i tekhnologii. Odesa: KUPRIENKO SV. 197 s. [in Ukrainian].
3. Korzun V. N., Harkusha S. L. (2016). Zakhody profilaktyky ta likuvannia metabolicznego syndromu u naselennia. Dovkillia ta zdorovia. №1. 9–13
4. Cherevko O.I. (2017). Innovacijni tekhnologii harchovoї produkcii funkcional'nogo pryznachennya. Harkiv: HDUHT. 591 s. [in Ukrainian].
5. Yatsenko V.M. (2017). Financial-economic and innovative support of entrepreneurship development in the spheres of economy, tourism and hotel-restaurant business. Agenda Publishing House, Coventry, United Kingdom. 619 s. [in United Kingdom].
6. Rusavs'ka V.A. (2018). Teoretiko-praktichni pidhodi do efektyvnogo funkcionuvannya rinku gotel'no-restorannih poslug: stan, problemi, tendencii. Kiiv: Vidavnicтво Lira. 420 s. [in Ukrainian].
7. Preobrazhenskij A.P. (2019) Uroven' razvitiya tekhniki i tekhnologii v HKHI veke. Odesa: KUPRIENKO S.V. 227 s. [in Ukrainian].
8. Gamayunova V.V. (2020) Innovacionnye tekhnologii v zhizni sovremennoho cheloveka. Odesa: KUPRIENKO SV. 209 s. [in Ukrainian].
9. Skurykhyn Y.M. (2002). Khymicheskyi sostav rossyiskykh pishchevyykh produktov: Spravochnyk. M:DeLy prynt. 236 s.
10. Sbornyk retseptur bliud y kulynarnyykh yzdelyi dlia predpriyati obshchestvennoho pytanya. (1982). «Ekonomyka». 495 s.
11. Mazaraki A.A. (2013). Zbirnyk retseptur kulinarnoi produktsii i napoiv funktsionalnoho pryznachennia. Kyiv : Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t. 772 s.
12. Brovenko T. (2018). Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. Visnyk Natsionalnoi akademii kerivnykh kadrov kultury i mystetstv: nauk. zhurnal. №2, 91-94.
13. Zemlina U.V. (2019) Tekhnologiya boroshnyanih strav na osnovi netradicijnoi sirovini. Naukovij zhurnal «Vcheni zapiski» TNU im.V.I.Vernads'kogo. Seriya «Tekhnichni nauki». Tom 30 (69). №4. 77-82
14. Kryvoruchko M.Iu. (2012). Strukturno-mekhanichni vlastyvoli prisnoho tista z boroshna proroshchenoho zerna pshenytsi. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. «Tovary i rynky». № 1. 82–88.
15. Mykhailyk V.S. (2016). Tekhnolohiia ta yakist pechyva zi shrotamy oliinykh kultur. Kharchova nauka i tekhnolohiia: naukovy-vyrobnychy zhurnal. № 1. 72–77.
16. Kravchenko M.F., Kryvoruchko M.Iu. (2012). Strukturno-mekhanichni vlastyvoli prisnoho tista z boroshna proroshchenoho zerna pshenytsi. Tovary i rynky: mizhnarodnyi naukovy-praktychnyi zhurnal. № 1.. 82–88.
17. Antonenko A.V. (2014). Boroshno z proroshchenoho zerna vivsa yak osnova dlia boroshnianskykh kondyterskykh vyrobiv. Naukovi pratsi Odeskoї natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii. № 46 (1). 149–153.
18. Zhuravska A.A. (2013). Novitni tekhnolohii kondyterskykh vyrobiv pidvyshchenoi kharchovoї tsinnosti. Nauchnye trudy SWorld. № 1. 73–77.
19. Dovha O.O., Lifirenko O.S. (2016). Udoskonalennia tekhnolohii boroshnianskykh kulynarnykh vyrobiv dlia kharchuvannia ditei. Nauchnyi vzgliad v budushchee: mezhunarodnoe peryodicheskoe nauchnoe yzdanie. № 3. 4–11.
20. Kravchenko M.F. (2009). Naukove obhruntuvannia i rozroblennia fruktovykh system yak osnovy dlia solodkykh sousiv. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. «Tovary i rynky». № 2. 76–82.

УДК 664.665

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.6>

## ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗДРІЖДЖОВОГО ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗГЛЮТЕНОВОЇ СИРОВИНИ

**Васьківська А. О.** – аспірантка кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу  
ПВНЗ «Київський університет культури»  
ORCID ID: 0000-0001-5177-1161

**Пересічна С. М.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу  
Київського національного університету культури і мистецтва  
ORCID ID: 0000-0003-2023-558X  
Researcher ID: AAZ-3319-2021

Серед харчових продуктів для спеціального дієтичного споживання особливе місце посідає продукція, що розробляється для категорії людей із захворюваннями, за яких має місце непереносимість певних компонентів їжі (цукровий діабет, целиакія, фенілкетонурія тощо). За оцінкою Всесвітньої асоціації гастроентерологів (WOG-OMGE) на целиакію страждає близько 1% населення Землі, які мають підвищений ризик смерті в порівнянні з загальною популяцією населення. У зв'язку з цим, проведено аналіз виробництва харчових продуктів для населення, яке хворіє на целиакію. В Україні асортимент безглютенових хлібобулочних виробів на вітчизняному ринку сьогодні є недостатнім для все зростаючих потреб населення з різними видами харчових алергій та глютенною ентеропатією, саме тому доцільно розробляти технологію безглютенового хліба. Вивчено різні види борошнаної сировини, зернової, насіння олійних культур та досліджено теоретичні аспекти для обґрунтування технології хліба з використанням безглютенової сировини. Розроблено технологію хліба з використанням зеленої гречки та насіння кунжуту, досліджено їх вплив на органолептичні показники якості виробу. На основі узагальнених експертних оцінок встановлено, що органолептичні показники розробленого хліба з використанням безглютенової сировини знаходяться на рівні контролю (4,4 бали), а по запаху та смаку перевищує контрольний зразок. Розроблений бездріжджовий хліб з використанням зеленої гречки та насіння кунжуту можна рекомендувати для безглютенової дієти, використовувати в раціоні харчування людей як для дієтичного харчування, так і для загальної профілактики захворювання. Соціальний ефект від впровадження розробленої технології бездріжджового хліба з використанням безглютенової сировини, а саме зеленої гречки та насінням кунжуту, у виробництво полягає у розширенні асортименту хлібних виробів для харчування населення хворих на целиакію.

**Ключові слова:** целиакія, технологія безглютенового хліба, зелена гречка, насіння кунжуту.

### **Vaskivska A. O., Peresichna S. M. Technology of yeast-free bread using gluten-free raw materials**

Among food products for special dietary consumption, a special place is occupied by products developed for the category of people with diseases in which there is an intolerance to certain food components (diabetes, celiac disease, phenylketonuria, etc.). According to the World Association of Gastroenterologists (WOG-OMGE), about 1% of the world's population suffers from celiac disease, which has an increased risk of death compared to the general population. In this regard, an analysis of the production of food products for the population suffering from celiac disease was carried out. In Ukraine, the assortment of gluten-free bakery products on the domestic market today is insufficient for the growing needs of the population with various types of food allergies and gluten enteropathy, which is why it is advisable to develop gluten-free bread technology. Different types of raw flour, grain, and oilseeds were studied and theoretical aspects for substantiation of bread technology using gluten-free raw materials were studied. The technology of bread using green buckwheat and sesame seeds was developed, and their influ-

*ence on the organoleptic quality indicators of the product was investigated. On the basis of generalized expert evaluations, it was established that the organoleptic indicators of the developed bread using gluten-free raw materials are at the control level (4.4 points), and in terms of smell and taste, it exceeds the control sample. The developed yeast-free bread with the use of green buckwheat and sesame seeds can be recommended for a gluten-free diet, used in the diet of people both for dietary nutrition and for general disease prevention. The social effect of the introduction of the developed technology of yeast-free bread using gluten-free raw materials, namely green buckwheat and sesame seeds, into the production is the expansion of the range of bread products for the nutrition of the population suffering from celiac disease.*

**Key words:** celiac disease, gluten-free bread technology, green buckwheat, sesame seeds.

**Вступ.** Асортимент харчових продуктів для осіб, які страждають на генетично зумовлені й алергічні захворювання, в нашій країні недостатньо широкий і становить близько 2%. Це говорить про те, що питання розроблення технологій продуктів спеціального призначення, в тому числі і хлібобулочних виробів для харчування людей, хворих на целиацію, в Україні стоїть досить гостро і є актуальним.

Світова статистика демонструє, що за останні пів сторіччя поширилось захворювання населення на целиацію. У Швеції щороку реєструється один випадок захворювання на целиацію на 270 осіб, в Австрії – на 476, у Франції – на 200 осіб [1]. Згідно із дослідженнями Асоціації європейських спілок хворих на целиацію (Association of European Coeliac Societies, AO ECS), частота проявів целиакії в представників індоєвропейської раси складає близько 1%. Число людей, які страждають на целиацію та несприйнятливості глютену, в Україні, за даними вітчизняних дослідників, наближається до 400 тис. осіб, з яких діагноз встановлено лише у 2500 пацієнтів [2]. За підрахунками Всеукраїнського товариства целиакії, лише в столиці нашої країни Києві проживає близько 30 тис. хворих на целиацію. Частково це пов'язано з тим, що покращилися методи діагностики. У деяких джерелах причиною також називають використовуваний технологічний процес обробки культур [3]. Захворювання на глютеніву ентеропатію пов'язане з ураженням тонкої кишки через несприйняття деяких компонентів білка злакових – проламіна та глютеніна, із загальною поширеною назвою «глютен».

Під терміном «глютен» мається на увазі білкова фракція таких злаків, як пшениця (гліадин), ячмінь (гордеїн), жито (секалін) та їхніх гібридів, а також похідні цієї білкової фракції, вони не розчинні у воді і 0,5% розчині хлориду натрію. Для хворих токсичними є гліадинові фракції, провідна роль у патогенезі захворювання належить  $\alpha$ -гліадину.

Целиакія вражає тонку кишку, що відповідає в організмі за функцію всмоктування поживних речовин. В результаті генетичного відхилення в тонкій кишці перестав утворюватися фермент, який відповідає за розщеплення гліадину (один з компонентів глютену). В результаті чого не засвоюються вітаміни, мінерали та інші корисні речовини, а сам нерозщеплений гліадин стає майже отрутою і запускає в слизовій оболонці імунні реакції. Целиакія – це аутоімунний розлад, що «змушує імунну систему напасти на її власний кишечник», коли клейковина (глютен) потрапляє в організм [4]. Сучасні дослідження науковців показали, що ген, який відповідає за генетичну схильність до целиакії зустрічається досить часто. Лікування целиакії можливе лише в дотриманні суворого, дієтичного харчування з виключенням глютену з раціону харчування.

Значну частку в харчовому раціоні населення нашої країни займають хлібобулочні вироби, які споживається практично всіма верствами населення, не залежно від віку, способу життя, стану здоров'я. Це обумовлено, в першу чергу, традиціями харчування. Хлібобулочні вироби із пшеничного сортового борошна є досить

незбалансованим продуктом за амінокислотним складом, даний продукт містить глютен і, як правило виготовляється з використанням дріжджів. Тому набуває особливої актуальності розроблення технології хліба на основі безглютенової рослинної сировини та вивчення їх показників якості.

**Постановка проблеми.** Асортимент хлібобулочних виробів, що виготовляються в Україні, досить широкий. Проте оскільки хлібні вироби належать до основних харчових продуктів, необхідно постійно розширювати їх асортимент, задовольняючи потреби населення в оздоровчих і дієтичних výroбах. На сьогодні виробляється не велика кількість хлібобулочних виробів безглютенового призначення, зокрема для харчування осіб, які не споживають традиційний хліб. Оскільки медикаментозно целіакіювилікувати неможливо, людям з відповідним захворюванням, рекомендовано дотримуватися аглютенової дієти, виключивши з харчового раціону продукти, що містять глютен, а саме пшеничне борошно, овес, жито і ячмінь.

Поряд з традиційними хлібобулочними výroбами, в Україні поширюється виробництво хліба цілеспрямованої функціональної дії, в тому числі і дієтичних, що рекомендовані для споживання людям з певним видом захворювання. До таких виробів відносять безглютенові вироби, які призначені хворим на целіакію [5].

В хлібобулочному виробництві, в якості альтернативної сировини, використовують: зернові (рис, кукурудза, пшоно, сорго та ін.), продукти переробки бобових (квасоля, горох, соя, люпин та ін.), насіння і продукти перероблення олійних культур (соняшник, ріпак, льон, кунжут), плодів та овочів, лікарські рослини тощо. Перспективною сировиною для хлібобулочного виробництва є зернові та насіння олійних культур, оскільки не містять у своєму складі глютену, тому страви або вироби з їх використанням можуть споживатися хворими на целіакію.

**Метою роботи** є наукове обґрунтування сировини, за основу якої взято зелену гречку, та розроблення технології хліба з використанням безглютенової сировини.

Об'єктом дослідження обрано технологію хліба з використанням безглютенової сировини.

**Предметом дослідження** обрано зелену гречку (ДСТУ 7697:2015) – виготовляє ТМ «Сквирянка», насіння кунжуту (ТУ У 15.8-36440506-003:2010), виробник ТОВ «Айварис» (м. Дніпро, Україна), хліб з безглютеновою сировиною.

**Методи дослідження:** статистичні, аналітично-теоретичного аналізу, органолептичні, фізико-хімічні, математична обробка результатів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Виробництво харчових продуктів для населення, яке хворіє на целіакію, в Україні розвинене слабо. Основну частину на ринку безглютенового харчування в країні займають продукти виробництва таких фірм: Biovegan, Pauly (Німеччина), Balviten, Bezgluten (Польща), Proven (Фінляндія), Candy Tree (Нідерланди), Dr. Schar, Fiorentini (Італія), Amylon (Чехія) та ін. Вони пропонують такий асортимент харчових продуктів для хворих на целіакію: соуси, макаронні вироби, хліб, печиво, цукерки, тістові основи для піци [6].

На українському ринку безглютенова харчова продукція представлена також торговими марками: «Жменька», «World'srice», «Ms. Tally», «Добродія Фудз», що пропонують борошно, макаронні, хлібобулочні вироби, вівсяні пластівці, сніки та сніданки. Підприємство ТМ «Сквирянка» виробляє лінійку безглютенової продукції: гречана і кукурудзяна крупа, гречані та кукурудзяні пластівці, гречане та кукурудзяне борошно, суміш трьох видів пластівців без глютену [7].

У національному університеті харчових технологій розроблено асортимент борошняних кондитерських виробів на основі різних видів аглютенового борошна

та їх комбінацій: печиво пісочне, цукрове, здобне, білково-збивне, мафіни, бісквіти, кекси, пряники, вафлі [8].

Проблематиці розроблення технологій безглютенових хлібобулочних виробів присвячено роботи вітчизняних і закордонних вчених: В.І. Дробот, Л.А. Михонік, А.М. Грищенко [9], М.І. Пересічного, С.М. Пересічної [10], О.І. Черевко [11], О.М. Шаніна, І.В. Галясий, Н.Л. Лобачева [12] та ін.

Науковцями Національного університету харчових технологій розроблено технології безглютенового хліба, до складу яких включено рисове і кукурудзяне борошно. Встановлено, що борошно круп'яних культур доцільно вносити в кількості 20–30% замість маси крохмалю, оскільки збільшення борошна призводить до погіршення органолептичних показників: зменшення об'єму виробів та погіршення стану м'якушки [13].

У Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка вченими розроблено технологію безглютенових бездріжджових хлібних виробів з кукурудзяного та рисового борошна у співвідношенні від 50:50 до 30:70 відповідно, з використанням розпушувача тіста гідрокarbonату натрію [14]. Також науковцями цього закладу розроблена технологія хлібобулочних виробів на основі безглютенових борошняних сумішей з використанням в якості структуроутворювачів колагеновмісних білків та фермента трансглютамінази.

В Інституті продовольчих ресурсів НААН науковцями розроблено технологію хліба для хворих на целіакію з використанням борошняних сумішей, до складу яких входили: крохмаль картопляний, кукурудзяний, борошно пшоняне, кукурудзяне і нутове. Крім того, для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста додавали камеді ксантану, гуару та гідроксипропілметилцелюлозу [15].

В основі розроблення технології виробництва парового безглютенового хліба О.М. Шаніна та С.М. Мінченко використали комбінації борошняної сировини, а саме: сумішей кукурудзяного та лляного, рисового та соргового, кукурудзяного та соргового, рисового борошна та соняшникового шроту. Для збагачення виробів повноцінним білком та як коректор структури застосовували меланж яєчний у кількості 10-12% до маси борошняної сировини [16].

Класичні технології безглютенового хліба ґрунтуються на використанні кукурудзяного, гречаного та рисового борошна, хімічний склад якого характеризується підвищеним вмістом крохмалю, та незначною кількістю харчових волокон, незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів, що знижує харчову цінність виробів.

Серед існуючих науково обґрунтованих технологій хлібобулочних виробів для хворих на целіакію широкого використання набули структуроутворювачі, до яких належать гідроколоїди, а саме: крохмалі, гідроксипропілметилцелюлоза, ксантанова та гуарова камеді. Проте, більшість гідроколоїдів є баластними речовинами, які не засвоюються організмом і не задовольняють добову потребу людини в мікронутрієнтах. Тривале споживання такого хліба може стати причиною дефіциту макро- та мікронутрієнтів, у зв'язку із чим доцільно приділяти увагу сировині, що сприяє підвищенню харчової цінності хлібобулочних виробів. До такої сировини можна віднести безглютенову: зелену гречку з високою водо- та жирозв'язуючою здатністю та насіння кунжуту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Використання без клейковинної сировини у виробництві хлібобулочних виробів створює низку технологічних проблем і потребує різноманітних допоміжних складових для виконання функцій глютену. Оскільки заміна пшеничного, житнього борошна на цілком безглютенову

сировину у співвідношенні «один до одного» без застосування різних видів білків, нативних крохмалів, безглютенового борошна і гідроколоїдів, ферментних препаратів неможлива, нами був проведений пошук сировини при роботі з якою, в наслідок певних технологічних процесів, буде отриманий хліб з високими якісними органолептичними показниками та харчової цінністю.

Наразі у світі розвивається тенденція до здорового харчування, яка надає можливості для створення та популяризації зеленої гречки та насіння кужуту при приготуванні з них каш, супів, мусів, смузі, салатів, десертів, борошняних страв, хлібобулочних виробів.

Люди які дотримуються безглютенової дієти, або ж мають неперетравлення глютену, алергію на нього, можуть сміливо вживати у своєму раціоні харчування зелену гречку та насіння кужуту, оскільки в них відсутній глютен.

З метою створення безглютенового хліба, вивчено хімічний склад різних видів зернової, борошняної сировини, насіння олійних культур та вибрано найбільш поживні за харчовою цінністю (зелена гречка, насіння кунжуту) та проведено порівняльний аналіз з борошном пшеничним, житнім (табл. 1), що є основною сировиною при приготуванні житнього хліба (контрольний зразок).

Таблиця 1

**Порівняльний хімічний склад досліджуваної рослинної сировини,  
в 100 г продукту**

Найменування речовин	Борошно пшеничне першого сорту	Борошно житнє	Крупа гречана	Зелена гречка	Насіння кунжуту
Білки, г	10,6	6,9	10,8	12,6	19,4
Жири, г	1,3	1,4	3,2	2,6	48,7
Вуглеводи, г	69,0	66,3	56,0	68,0	12,2
Харчові волокна, г	4,4	10,8	11,0	14,0	5,6
<b>Мінеральні речовини</b>					
Калій, мг	178,0	200,0	325,0	380,0	497,0
Кальцій, мг	24,0	19,0	70,0	20,0	1474,0
Магній, мг	44,0	25,0	258,0	200,0	540,0
Фосфор, мг	115,0	139,0	334,0	298,0	720,0
Залізо, мг	2,1	2,9	8,3	6,7	16,0
<b>Вітаміни</b>					
Тіамін (В <sub>1</sub> ), мг	0,25	0,17	0,30	0,43	1,27
Рибофлавін (В <sub>2</sub> ), мг	0,08	0,04	0,14	0,2	0,36
Ніацин (РР), мг	2,2	1,0	3,9	4,2	4,0
Токоферол (Е), мг	1,5	2,2	2,5	6,65	5,0
<b>Енергетична цінність, Ккал</b>	<b>330</b>	<b>305</b>	<b>296</b>	<b>329</b>	<b>565</b>

Відомо, що гречка має високу харчову цінність, а зелена гречка зберегла весь комплекс корисних речовин, закладених в ній самою природою (табл. 1).

У складі зеленої гречки присутні всі 8 незамінних амінокислот у значній кількості, і найголовніше – вони збалансовані та легко засвоюються, на відміну від продуктів тваринного походження. Зелена гречка також багата лізином, який повністю



відсутній в інших рослинах. В зеленій гречці порівняно з звичайною гречкою, більше білків (на 16,7%) і клітковини (на 27,3%), міститься до 155 мг/100 г антиоксидантів. В крупі зеленої гречки містяться вітаміни групи В, ніацин, токоферол, особливо цінним є вітамін Р—рутин, його міститься в 16-17 разів більше ніж у звичайній крупі. Рутин поліпшує процеси кровообігу, зміцнює капіляри і підсилює здатність організму засвоювати йод [17].

Зелена гречка не містить глютену, а це означає, що її можуть вживати люди, що дотримуються безглютенової дієти та мають алергію на глютен.

Насіння кунжуту містить білки, жири, не значну кількість вуглеводів (12,2%). Так, 100 г насіння забезпечує організм 19 г білку, що становить 35% від добової рекомендованої норми. Кунжут—лідер серед рослин за вмістом кальцію (1474мг%). В насінні присутній цілий комплекс вітамінів групи В: ніотинова кислота (В3) — 4,515 мг (28% щоденної норми), фолієва кислота (В9) — 97 мкг (25% рекомендованої норми на добу), тіамін (В1) — 1,27 мг, піридоксин (В6) — 0,79 мг, рибофлавін (В2) — 0,36 мг. Є джерелом антиоксидантів, флавоноїдів, фенолів, жирних кислот Омега-6, клітковини — 5,6% [18].

Пошук сировини для виготовлення безглютенового хлібу проводився на підставі розуміння фундаментального механізму утворення безглютенового тіста. Шляхом присутності в зеленій гречці гідратованої клейковинної мережі, що формує просторову структуру тіста, а в майбутньому готового виробу, одним з важливих чинників оптимізації та стабілізації процесу бродіння, є достатня кількість води в зерні, що необхідна для гідратації біополімерів майбутнього тіста, а саме для набуття його потрібної в'язкості, гречана крупа замочувалася у воді. В процесі експериментальних досліджень при приготуванні тіста встановлено, що тісто не потребує додаткового підвищення гідратаційної здатності, додавання білкових речовин із вираженими драглеутворювальними властивостями, адже в технологічному процесі його утворюється достатньо.

Шляхом експериментальних досліджень нами розроблено технологію безглютенового хліба, в рецептурі якого як основну сировину використовували зелену гречку замість борошна пшеничного та житнього і насіння кунжуту (замість соняшникової олії). В першому варіанті рецептури дослідного зразку замінено пшеничне та житнє борошно на зелену гречку, у другому варіанті для покращення стану м'якучки та смаку борошно замінено на 20% зеленої гречки та на 2,5% насіння кунжуту від маси тіста.

При приготуванні дослідних зразків хліба зі складу рецептури було виключено дріжджі, оскільки дріжджі вирощені штучним шляхом і не являються корисним продуктом. Оскільки при потрапінні дріжджів в організм людини термофільні дріжджі розмножуються в організмі в геометричній прогресії й дозволяють патогенній мікрофлорі активно жити й розмножуватися, пригноблюючи нормальну мікрофлору, завдяки якій в кишківнику можуть вироблятися при правильному харчуванні й вітаміни групи В, і незамінні амінокислоти. Крім того порушується діяльність всіх органів травлення: шлунка, підшлункової залози, жовчного міхура, печінки, кишківника. При проведенні досліджень технології хліба на основі зеленої гречки з рецептури було вилучено дріжджі, оскільки в крупі містяться від кількох тисяч до кількох мільйонів мікроорганізмів: близько 5...9 видів дріжджів і 50...80 видів молочнокислих бактерій. Таким чином, при замішуванні тіста з використанням подрібненої зеленої гречки та води, через 60 хв можна спостерігати процес бродіння: маса збільшується в об'ємі, набуває кислуватого смаку й аромату. На цьому принципі «спонтанного бродіння» з давніх часів ґрунтувалось

хлібопечення. Технологія спонтанного бродіння, що використана для виготовлення дослідних зразків хліба, являється актуальною, оскільки кожен етап технологічного процесу привносить нові види мікроорганізмів, кількісний і якісний склад початкової суспензії змінюється, що збільшує ймовірність отримання непередбачуваного смаку й аромату готових виробів. Але, нестабільність, а також значна трудозатратність процесу культивування обмежують виробництво подібного хліба за технологією спонтанного бродіння.

З метою визначення об'єктивної якості хліба проведена дегустація, в наслідок якої отримані результати органолептичних показників якості виробів наведені в табл. 2 за 5 бальною шкалою, а їх зовнішній вигляд – на рис. 1.

Готовий виріб дослідного зразка хлібу № 1 мав на поверхні тріщину, стан м'якушки пропечений, пористість – незначна. Тоді як дослідний зразок № 2 мав поодинокі тріщини, колір – світло-коричневий з вкрапленнями насіння кунжуту, виріб зберіг свою форму, стан м'якушки – еластичний, пропечений, пористість – не досить розвинена, смак і запах властивий даному виробу з присмаком та ароматом гречки.



*Хліб житній  
(контрольний зразок)*



*Хліб гречаний безглютеновий  
(дослідний зразок)*

*Рис. 1. Зовнішній вигляд хліба та їх переріз із використанням різних видів сировини*

Таблиця 2

### Органолептична оцінка хліба гречаного безглютенового, балів

Варіанти хліба	Оцінка за показниками якості				Загальна органолептична оцінка з урахуванням коефіцієнта вагомості
	Стан поверхні	Колір	Стан м'якушки	Смак та запах	
	Коефіцієнти вагомості				
	2	1	3	4	
Хліб житньо-пшеничний (контроль)	4,56	4,60	4,80	4,25	4,55
Хліб гречаний безглютеновий (дослід)					
варіант I (22,5% зеленої гречки)	4,00	4,27	4,45	4,32	4,26
варіант II (20,0% зеленої гречки, 2,5% насіння кунжуту)	4,45	4,57	4,75	4,60	4,59

Як видно з таблиці 2, бальна оцінка досліджуваного варіанту № 2 хлібу гречаного безглютенового є на рівні контрольного зразка за кольором, станом м'якушки, а за запахом та смаком перевищує контрольний зразок. Загальна органолептична оцінка хліба з зеленою гречкою та насінням кунжуту становила 4,59 бала.

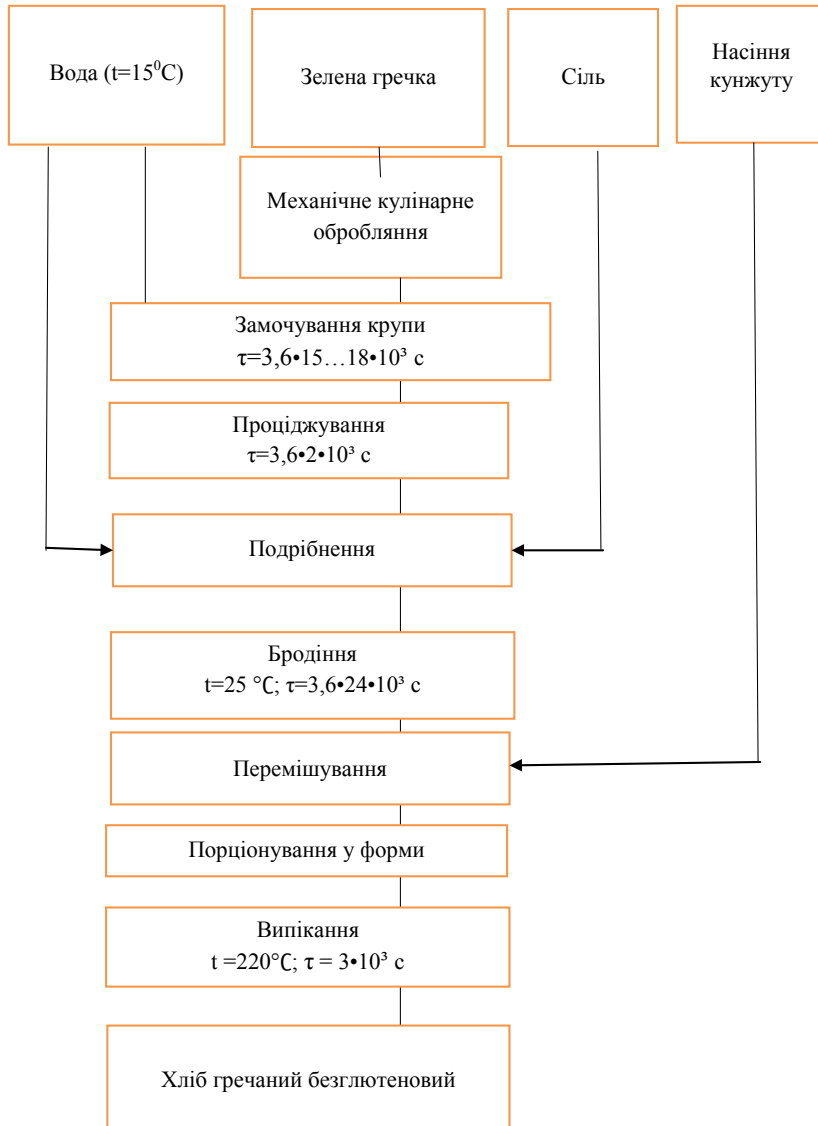


Рис. 2. Технологічна схема приготування хліба гречаного безглютенового

При порівнянні досліджуваних зразків хліба зрозуміло, що контрольний зразок з використанням борошна першого ґатунку має покращену пористість та збільшений питомий об'єм хліба. Проте, очевидним є той факт, що сама технологія виготовлення безглютенового та без дріжджового хліба із зеленої гречки з насінням кунжуту, відповідає очікуванням при виготовленні безглютенового хлібу.

Технологічна схема виробництва запропонованого гречаного безглютенового хліба складається із наступних операцій (рис. 2), а саме: механічної кулінарної обробки сировини, замочування зеленої гречки у воді на 15...18 годин для набухання при температурі води 15°C, зливання розчину, проціджування крупи крізь сито протягом 2 годин для відокремлення зайвої вологи. Закладання гречки в блендер та подрібнення, додавання солі та води. Бродіння однорідної суміші при температурі 25°C протягом 24 години, додавання насіння кунжуту, перемішування, порціонування тіста, формування, випікання при температурі 220°C 50 хвилин, охолодження виробів та контроль їх якості.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що відсутність у складі зеленої гречки та насіння кунжуту глютену робить його перспективною сировиною для виробництва безглютенового хліба.

Шляхом попереднього експерименту та розрахунково встановлено обмеження за кількісним складом інгредієнтів для хліба гречаного безглютенового та отримано варіант рецептури з раціональною кількістю зеленої гречки (20%) та насіння кунжуту (2,5%). Застосування при виробництві хліба розробленої технології дозволяє отримати виріб, що за органолептичними показниками: за станом м'якушки, кольором, смаком та запахом відрізняється від контрольного зразка, а бальна оцінка розробленого хлібу гречаного безглютенового становить 4,59 бали і відповідає за якістю встановленими нормами.

Розроблена технологія дозволяє виготовляти хліб без термофільних дріжджів, а використовувати потенціал природних, що знаходяться в зеленій гречці, котрі не впливають негативно на організм людини. Хліб гречаний безглютеновий може бути рекомендований для населення хворих на целиацію та у повсякденному харчовому раціоні всіх верств населення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ventura A. Coeliac disease / Changing features of coeliac disease. Tampere, 2011. P. 67–72.
2. Депутатський запит щодо впровадження виробництва безглютенових продуктів в Україні [Вих. №16/зп від 19.05.2016 р.]. URL: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/wcadfr\\_document?DOCUMENT\\_ID=78054&DOCUMENT\\_TYPE=1](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/wcadfr_document?DOCUMENT_ID=78054&DOCUMENT_TYPE=1). (дата звернення 9.08.2022)
3. Свідло С., Гавриш Т., Даниленко О., Красовський С. Вплив борошняних безглютенових композицій на якісні показники капкейків із бісквітного тіста. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації* : Науковий журнал. Київ : КНУКіМ, 2021. Том 4 № 1. С. 122-136.
4. Yolanda Sanz. Effects of a gluten-free diet on gut microbiota and immune function in healthy adult humans // *Gut Microbes*. 2010. Т. 1, вып. 3. С. 135–137. doi:10.4161/gmic.1.3.11868.
5. Дробот В.І., Михонік Л.А., Грищенко А.М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба з суміші рисового та кукурудзяного борошна. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31061/1/Sgamvsnbyhirsrtkb.pdf> (дата звернення 9.08. 2022).
6. Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф., Федоренко Ю.О. Перспективи розширення асортименту хлібобулочних виробів для хворих на целиацію. URL: [http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/25897/1/СТАТТЯ\\_Перспективи.pdf](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/25897/1/СТАТТЯ_Перспективи.pdf) (дата звернення 17.08. 2022).
7. Ринок безглютенових продуктів: великий потенціал поки ще сплячої потреби. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi> (дата звернення 17.08. 2022).

8. Бабіч О.В., Віхоть М.М. Проблематика забезпечення спеціальними продуктами харчування хворих на целиакию в Україні. *Проблеми старіння і довголіття*. № 2. Т. 25. 2016. С. 230-234.
9. Дробот В.І., Михонік Л.А., Грищенко А.М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба з суміші рисового та кукурудзяного борошна. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/31061/1/Sgamvsnybhisrtkb.pdf> (дата звернення 9.08. 2022).
10. Пересічний М.І., Пересічна С.М. Науково-практичні основи конструювання харчової продукції функціонального призначення. *Modern scientific researches*, № 7. Part 1. Minsk : Yolnat PE, Belarus. 2019. С. 9-20.
11. Черевко, О.І., Пересічний, М.І., Пересічна, С.М., Свідло, К.В., Грищенко, І.М., Тюрікова, І.С. ... Ліфіренко, О.С. (2017). *Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення* [Монографія] (Ч. 1). Харків : ХДУХТ.
12. Шаніна О.М., Галясний І.В., Лобачова Н.Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. URL: [http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ\\_4\\_21.pdf](http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf) (дата звернення 9.08. 2022).
13. Дробот В.І., Михонік Л.А., Грищенко А.М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба з суміші рисового та кукурудзяного борошна. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31061/1/Sgamvsnybhisrtkb.pdf> (дата звернення 9.08. 2022).
14. Шаніна О.М., Галясний І.В., Лобачова Н.Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. URL: [http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ\\_4\\_21.pdf](http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf) (дата звернення 9.08. 2022).
15. Бела Н.І. Целиакия та хліб без глютену. *Хлібний и кондитерский бизнес: Науковий журнал*. Київ. 2016. № 2. С. 38.
16. Патент 107391 UA, МПК А21D 8/02 (2006.01). Спосіб виробництва парового безглютенового хліба / Шаніна О.М., Мінченко С.М.; заявник О.М. Шаніна, С.М. Мінченко. № u 2015 08626; заявл. 17.09.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 11.
17. Чим відрізняється зелена гречка від звичайної. URL : <https://ukr.media/food/426195/> (дата звернення 10.08. 2022).
18. Корисні властивості кунжута. URL : <http://vitaportal.ru/print/58244> (дата звернення 10.08. 2022).

#### REFERENCES:

1. Ventura A. Coeliac disease / Changing features of coeliac disease. Tampere, 1998. R. 67–72.
2. Deputats'kij zapit shhodo vprovadzhennja virobnictva bezgljutenovih produktiv v Ukraini [Vih. №16/zp vid 19.05.2016 r.]. Retrieved from: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/wcadr\\_document?DOCUMENT\\_ID=78054&DOCUMENT\\_TYPE=1](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/wcadr_document?DOCUMENT_ID=78054&DOCUMENT_TYPE=1). (data zvernennja 9.08.2022).
3. Svidlo S., Gavrish T., Danilenko O., Krasovs'kij S. (2021) Vpliv boroshnjanih bezgljutenovih kompozicij na jakisni pokazniki kapkejkiv iz biskvitnogo tista. Restorannij i gotel'nij konsalting. Innovacii : Naukovij zhurnal. Kiiv. KNUKiM. Tom 4 № 1. S. 122-136. (in Ukrainian)
4. Yolanda Sanz (2010) Effects of a gluten-free diet on gut microbiota and immune function in healthy adult humans // *Gut Microbes*. Т. 1, вып. 3. С. 135–137. doi:10.4161/gmic.1.3.11868. (in Spein)
5. Drobot V.I., Mihonik L.A., Grishhenko A.M. Vpliv strukturoutvorjuvachiv na jakist' bezgljutenovogo hliba z sumishi risovogo ta kukurudzjanogo boroshna. Retrieved from: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31061/1/Sgamvsnybhisrtkb.pdf> (data zvernennja 9.08. 2022).
6. Medvid' I.M., Shidlovs'ka O.B., Docenko V.F., Fedorenko Ju.O. Perspektivi rozshirennja asortimentu hlibobulochnih virobiv dlja hvorih na celiakiju. Retrieved from:

[http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/25897/1/STATTJa\\_Perspektivi.pdf](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/25897/1/STATTJa_Perspektivi.pdf) (data zvernennja 17.08. 2022).

7. Rynok bezgljutenovih produktiv: velikij potencial poki shhe spljachoï potrebi. Retrieved from: <https://agravery.com/uk/posts/show/rynok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi> (data zvernennja 17.08. 2022).

8. Babich O.V., Vihot' M.M. (2016) Problematika zabezpechennja special'nimi produktami harchuvannja hvorih na celiakiju v Ukraïni. Problemi starinnja i dovgolittja. № 2. T. 25. S. 230-234. (in Ukrainian)

9. Drobot V.I., Mihonik L.A., Grishhenko A.M. Vpliv strukturoutvorjuvachiv na jakist' bezgljutenovogo hliba z sumishi risovogo ta kukurudzjanogo boroshna. Retrieved from: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/31061/1/Sgamvsnybhisrtkb.pdf> (data zvernennja 9.08. 2022).

10. Peresichnij M.I., Peresichna S.M. (2019) Naukovo-praktichni osnovi konstruivannja harchovoï produkciï funkcional'nogo priznachennja. Modern scientific researches, № 7. Part 1. S. 9-20. Minsk : Yolnat PE. (in Belarus)

11. Cherevko, O.I., Peresichnij, M.I., Peresichna, S.M., Svidlo, K.V., Grishhenko, I.M., Tjurikova, I.S. ... Lifirenko, O.S. (2017). Innovacijni tehnologii harchovoï produkciï funkcional'nogo priznachennja [Monografija] (Ch. 1). Harkiv: HDUHT. (in Ukrainian)

12. Shanina O.M., Galjasnij I.V., Lobachova N.L. Obruntuvannja skladu boroshn-janoï sirovini v tehnologii bezgljutenovogo bezdrizhdzhovogo hliba. Retrieved from: [http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ\\_4\\_21.pdf](http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf) (data zvernennja 9.08. 2022).

13. Drobot V.I., Mihonik L.A., Grishhenko A.M. Vpliv strukturoutvorjuvachiv na jakist' bezgljutenovogo hliba z sumishi risovogo ta kukurudzjanogo boroshna. Retrieved from: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31061/1/Sgamvsnybhisrtkb.pdf> (data zvernennja 9.08. 2022).

14. Shanina O.M., Galjasnij I.V., Lobachova N.L. Obruntuvannja skladu boroshn-janoï sirovini v tehnologii bezgljutenovogo bezdrizhdzhovogo hliba. Retrieved from: [http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ\\_4\\_21.pdf](http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf) (data zvernennja 9.08. 2022).

15. Bela N.I. (2016) Celiakija ta hlib bez gljutenu. Hlebnyj i konditerskij biznes: Naukovij zhurnal. № 2. S. 38. Kïiv. (in Ukrainian)

16. Patent 107391 UA, MPK A21D 8/02 (2006.01). Sposib virobnictva parovogo bezgljutenovogo hliba / Shanina O.M., Minchenko S.M.; zajavnik O.M. Shanina, S.M. Minchenko. – № u 2015 08626; zajavl. 17.09.2015; opubl. 10.06.2016, Bjul. №11.

17. Chim vidriznjaet'sja zelena grechka vid zwichajnoï. Retrieved from: <https://ukr.media/food/426195/> (data zvernennja 10.08. 2022).

18. Korisni vlastivosti kunzhuta. Retrieved from: <http://vitaportal.ru/print/58244> (data zvernennja 10.08. 2022).

УДК 664

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.7>

## СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ БЕЗГЛУТЕНОВОЇ ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Дзюндзя О. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1996-7065  
Scopus-Author ID: 57200823212

**Резніченко А. В.** – магістрант I курсу біолого-технологічного факультету  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1141-9339

Стаття присвячена актуальному питанню сучасності, а саме якості продовольчої продукції без вмісту глютену у рамках міжнародних стандартів. Такий пріоритетний напрямок вивчення якісних характеристик хлібобулочних безглютенових виробів цікавило вітчизняних науковців, проте аналіз зразків у більшій ступені проводився з використанням сучасних пакетів прикладних програм та не висвітлювався міжнародний досвід. Тому для стабільного розвитку галузі необхідно провести порівняльну характеристику існуючих нормативних документів.

Узагальнено, що ринок безглютенової продукції щорічно зростає та має стабільну тенденцію розвитку в Україні та за кордоном. На основі доступних джерел визначено, що серед п'яти існуючих вітчизняних виробників лише дві крафтові пекарні (пекарні «Inaksha» та «Bezgrishna bakery»), що локалізовані у м. Київ) сертифікували власні розробки, інші ж три працюють без відповідного сертифікату відповідності. Оскільки наявність такого підтвердження безпечності продукції гарантує їх високу якість, зроблено висновок про необхідність розвитку галузі у аглютенівому напрямку.

Проаналізовано базові європейські стандарти на харчову продукцію без глютену, а саме АЕОС, ВРСГ та технічні регламенти ЄС. Узагальнені характеристики нормативних документів, а також наведено їх особливості. Наведено сучасні вимоги до аглютенівної хлібобулочної продукції, показники якості та методи контролю. Як результат теоретичних досліджень, приведено узагальнену таблицю щодо вимог розглянутих стандартів до виробництва та власне хлібобулочної безглютенової продукції. Перспективами подальших досліджень визначено співвідношення якісних показників розробленої продукції крафтового виробництва з вимогами стандартів у лабораторних умовах для підтвердження її безпечності та можливості сертифікації.

**Ключові слова:** хлібобулочні вироби, якісні показники, міжнародні стандарти, безглютенове виробництво.

### **Dzyundzja O. V., Reznichenko A. V. Modern quality requirements for gluten-free bread products**

The article is devoted to the topical issue of our time, namely the quality of gluten-free food products within the framework of international standards. This priority direction of studying the quality characteristics of gluten-free bakery products was of interest to domestic scientists, but the analysis of samples was mostly carried out using modern application software packages and international experience was not covered. Therefore, for the stable development of the industry, it is necessary to conduct a comparative characterization of the existing regulatory documents.

It is summarized that the market of gluten-free products grows annually and has a stable trend of development in Ukraine and abroad. Based on available sources, it was determined that among the five existing domestic manufacturers, only two craft bakeries (bakeries «Inaksha» and «Bezgrishna bakery»), which are located in Kyiv) certified their own developments, while the other three operate without a corresponding certificate of conformity. Since the presence of such confirmation of the safety of products guarantees their high quality, a conclusion was made about the need to develop the industry in the gluten direction.

*The basic European standards for gluten-free food products, namely AEOCS, BRCGS and EU technical regulations, were analyzed. The characteristics of regulatory documents are summarized, and their features are also given. Modern requirements for gluten-free bakery products, quality indicators and control methods are presented. As a result of theoretical studies, a generalized table is given regarding the requirements of the considered standards for the production and actual gluten-free bakery products. Prospects for further research determine the ratio of quality indicators of the developed products of craft production with the requirements of standards in laboratory conditions to confirm their safety and the possibility of certification.*

**Key words:** baked goods, high quality, international standards, gluten-free production.

**Вступ.** Якість готової харчової продукції завжди є пріоритетним напрямком при виробництві, розробці нових асортиментів, дослідженні зразків та впровадженні інновацій. Не оминило це питання і безглютенову продукцію, оскільки її якісні показники мають бути особливо ретельно проаналізовані для доведення безпечності вразливим групам споживачів. Найгостріше це питання стоїть у виробленні хліба, оскільки галузь наразі потерпає значний щорічний спад. Це відбувається зокрема через постачання альтернативної імпоротної продукції [1]. Тому збереження органолептичних показників такого виду виробів як хлібобулочних та сертифікація щодо відсутності глютену відповідно норм міжнародних організацій є ключовим шляхом до отримання високого попиту, а отже і прибутку місцевими крафтовими виробництвами.

**Постановка проблеми.** Хліб традиційно вважають базовим харчовим продуктом, тому науковці звертають увагу на «оздоровлення» асортименту хлібобулочних виробів з метою найповнішого задоволення потреби людини в нутрієнтах [1]. Це також стосується хворих на целиакію, які є вразливими до проламінів пшениці (гліадин), жита (секалін) та ячменю (гордеїн), проте потребують наявності у харчуванні хліба та його похідних. Тому постає питання своєчасного забезпечення безглютеновою продукцією цього сегменту споживачів.

Наразі в країні великі виробники не продукують такі асортименти, а попит перекривається вартісною імпоротною продукцією, в ціноутворення якої входять вартісні транспортні та логістичні послуги, та декількома невеликими пекарнями, що нещодавно відкриті у м. Київ (пекарні «Inaksha», «Bezgrishna bakery», «Джонатан Лівінгстон») та м. Тернопіль (пекарні «Амарант» та «Crust»). Вказані крафтові заклади не можуть задовольнити потребу у свіжому хлібі споживачів всієї країни, тому виникає необхідність розширення товарних одиниць кожного регіону окрему на базі існуючих закладів або використання технологічних прийомів та рецептур для пролонгованого зберігання. Проте корекція строків зберігання не замінить підвищене сенсорне задоволення від споживання теплого, хрусткого виробу.

Незважаючи на обсяги виробництва, головним його завданням є випуск якісної продукції. Аби довести її аглютенівість необхідна міжнародна сертифікація, оскільки державними стандартами такі специфічні показники не передбачені.

Таким чином, зважаючи на необхідність розвитку крафтових пекарень у напрямку виробництва безглютенової хлібобулочної продукції для забезпечення нею хворих на целиакію постає питання у систематизації міжнародних вимог з метою сертифікації продукції.

**Метою статті** є вивчення існуючих європейських вимог до якості сучасної безглютенової хлібної та булочної продукції для забезпечення стабільної роботи крафтового виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання вивчення якісних характеристики хлібобулочних безглютенових виробів цікавило вітчизняних науковців. Наприклад, Боровікова Н.О. та Шаніна О.М. проводили кваліметричну оцінку



якості безглютенового хліба [2]. Руденко Є.О. проводив порівняльну оцінку сировини для виробництва безглютенового прісного тіста [3]. Велика кількість вчених приділяла увагу впливу тих чи інших компонентів у рецептурі на якість готових безглютенових виробів, зокрема Бишовець Л.Г. [4], Грищенко А.М. [5], Лобачова Н. [6], Михонік Л.А. та Гетьман І.А. [7]. Проте, базуючись на доступних нам джерелах, варто зазначити, що аналіз проводився з використанням сучасних пакетів прикладних програм та не висвітлювався досвід міжнародних стандартів безглютенового виробництва.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Очікується, що ринок продуктів без глютену до 2025 року становитиме 8,3 мільярда доларів США, зростаючи з загальним річним темпом зростання на 8,1% між 2020 і 2025 роками. Споживачі стають все більш обізнаними та обережними щодо глютену у своєму раціоні, і кожен третій зараз уникає або зменшує його споживання [8].

Необхідно подолати низку проблем, щоб виробляти безпечні, надійні продукти без глютену, які викликають довіру споживачів. Вони існують у всьому ланцюжку постачання, від запобігання перехресному забрудненню в процесі виробництва до маркування продуктів безглютеновою торговою маркою, якій роздрібні продавці та, що найважливіше, споживачі справді довіряють [8].

Сертифікація безглютенової продукції – відповідальний крок для кожного промислового та крафтового виробництва. В Україні процес аудиту відбувається шляхом співпраці з ВГО «Українська Спілка целиакії», яка допомагає пройти процедури відповідності та контролює в подальшому підприємства.

У європейському просторі еталоном вважається стандарт АЕОС (Асоціація Європейських Спілок Целиакії), які регулярно оновлюються у відповідності до трендів сучасного часу. До того ж нова редакція документу розроблена таким чином, щоб задовольнити всі вимоги поточного стандарту АЕОС у поєднанні з еталоном стандарту безпеки харчових продуктів GFSI. Ці стандарти сертифікації включають BRCGS, IFS, FSSC 22000 і SQF. Ось чому переважна кількість виробників обирають АЕОС стандарт. Ще одним важливим фактором є те, що річна плата за ліцензію змінюється залежно від обороту та експорту безглютенових продуктів, зазначених у сертифікаті [9]. В Україні пекарня «Bezgrishna bakery» (м. Київ) перша і поки єдина ліцензована міжнародним знаком якості відповідно до стандартів АЕОС кондитерська, де виробляють корисну святкову випічку, солодощі та хлібобулочні вироби.

У результаті аналізу документу стає зрозумілим, що існує три різних типи ліцензій, залежно від того, чи розташовані харчові компанії у Великій Британії, Європі чи в усьому світі. Тим не менш вимоги до продукції сталі та змінюється тільки тип маркування. Серед означених показників якості виділимо найголовніший: продукти, позначені символом перехрещених зерен, і всі інгредієнти, що використовуються в цих продуктах, повинні містити 20 мг/кг або менше глютену. Лише продукти з кількома інгредієнтами або оброблені продукти, такі як фруктові батончики, можуть бути сертифіковані. Продукти, які складаються з одного інгредієнта або є необробленими за своєю природою, наприклад свіжі фрукти, не можуть бути сертифіковані. Виробничі потужності, що виробляють продукцію, сертифіковану АЕОС, повинні щорічно проходити аудит і перевіряти готову продукцію в акредитованих лабораторіях. Аудити АЕОС можуть проводитися окремо або в поєднанні з визнаним аудитом безпеки харчових продуктів, включаючи будь-який із стандартів аудиту GFSI [9].

Зважаючи на складність, а іноді і неможливість, впровадження такої сертифікації AOECs ще одним шляхом підтвердження та визнання безглютенового асортименту є ліцензування відповідно BRC 12 Additional Modul Gluten-free Manufacture, що є частиною стандартів AOECs. Прикладом є пекарня «Inaksha» (м. Київ) – перша в Україні, яка працює за стандартами вищевказаного безглютенового виробництва.

Програма сертифікації безглютенової продукції BRCGS використовує науково перевіреним підхід систем управління, заснований на оцінці ризику, для ефективного контролю глютену та перехресного забруднення глютенем від вхідних інгредієнтів до кінцевого продукту. Це виходить далі, ніж просто тестування кінцевого продукту, і його можна легко поєднати з аудитом безпеки харчових продуктів. Цей міжнародний стандарт розроблений Британським консорціумом підприємств роздрібною торгівлі та застосовується в Англії та у Європі. Його визнають провідні організації, що займаються целиацією, у всьому світі, що охоплює Європу, США, Канаду та Мексику, а це означає, що сайти, сертифіковані BRGCS, також можуть включати ці надійні знаки на свою продукцію [8].

Ще одним шляхом до сертифікації безглютенової хлібобулочної продукції та розширення ринків збуту є дотримання ряду регламентів Європейської комісії, які регулюють вимоги та надають дозвіл на маркування підтвердженим виробникам. Імплементативний регламент Комісії (ЄС) № 828/2014 встановлює узгоджені вимоги щодо надання інформації споживачам про відсутність або знижений вміст глютену в їжі. Зокрема, це законодавство встановлює умови, за яких харчові продукти можуть бути позначені як «без глютену» або «з дуже низьким вмістом глютену». Імплементативний регламент набув чинності 20 липня 2016 року [10].

Регламент (ЄС) № 828/2014 не змінив основних правил використання заяв про «без глютену» та «з дуже низьким вмістом глютену», які раніше були встановлені в Регламенті (ЄС) № 41/2009. Однак нові правила також застосовуються до нерозфасованих харчових продуктів, наприклад тих, що подаються в ресторанах (поза сферою дії старих правил). Крім того, новий регламент також пояснює, як оператори можуть інформувати споживачів з непереносимістю глютену про різницю між харчовими продуктами, які природно не містять глютену, та продуктами, розробленими спеціально для них [10].

З метою забезпечення ясності та узгодженості було прийнято рішення про те, що всі правила, які застосовуються до глютену, повинні бути встановлені одним і тим же законодавчим актом, і з цієї причини Регламент (ЄС) № 609/2013 встановив, що Регламент (ЄС) № 1169/2011 рік також має стати основою для правил, пов'язаних з інформацією про відсутність глютену в їжі. При цьому наразі Регламент (ЄС) № 1169/2011 встановлює правила, що вимагають обов'язкового маркування для всіх харчових продуктів інгредієнтів, таких як інгредієнти, що містять глютен, з науково підтвердженим алергенним ефектом або ефектом непереносимості [10].

Таким чином у результаті теоретичних досліджень наведемо узагальнену таблицю щодо вимог до виробництва та власне хлібобулочної безглютенової продукції у таблиці 1.

Аналізуючи табл. 1 приходимо до висновку, що для сучасних крафтових пекарень найскладнішим є створення продукту, який задовольнив би сенсорні потреби споживачів. Цей висновок базується на тому, що зазвичай контроль виробництва відповідно системи НАССР на підприємстві вже впроваджено, а акредитовані лабораторії виконують дослідження зразків продукції за попередньою домовленістю.

Таблиця 1

## Вимоги до хлібобулочної безглютенної продукції

Показники, що регулюються	Вид стандарту			Стандарт BRCGS
	Імплементаційний регламент Комісії (ЄС) № 828/2014 та Регламент (ЄС) № 1169/2011	2	Сукупність стандартів AOECS	
Обов'язкові вимоги	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Продукт «без глютену» містить не більше 20 мг/кг глютену.</li> <li>• Продукт «з дуже низьким вмістом глютену» не містить більше 100 мг/кг глютену.</li> <li>• Овес повинен бути спеціально виготовлений, підготовлений та/або оброблений таким чином, щоб уникнути забруднення пшеницею, житом, ячменем або їх гібридними сортами, і вміст глютену в такому вівсі не може перевищувати 20 мг/кг</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Готові вироби складаються з одного або декількох інгредієнтів, що не містять пшениці (усі різновиди), жита, ячменю, вівса або їх гібридних сортів.</li> <li>• Готові вироби можуть містити спеціально оброблені вищевказані культури.</li> <li>• Рівень глютену не перевищує 20 мг/кг.</li> <li>• Готовий виріб має мати приблизно вміст ну-трієнтів як оригінальний продукт харчування</li> </ul>	Рівень глютену не перевищує 20 мг/кг.	
Маркування	Терміни «з дуже низьким вмістом глютену» або «без глютену» повинні стояти поруч із назвою, під якою продається харчовий продукт.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• маркуватися написом «Без глютену».</li> <li>• Реєстраційний номер мас бути чітким, знаходитися під символом ТМ «Перекреслений колосок»®, мати код країни – код компанії – код продукту</li> <li>• Слово «ОВЕС» повинно бути чітко відображено під символом ТМ «Перекреслений колосок»</li> <li>• Можуть супроводжуватися написами «Придатний для людей з непереносимістю глютену».</li> </ul>	Чітко визначаються місце, розміри, колір маркування в залежності від країни.	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Аналітичні методи та перевірки	Не нормуються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторна сертифікація продукту надається Ліцензіару (ВГО «Українська Спілка целюляків», уповноважена відповідно до Хартії АОЕCS дяти від імені АОЕCS) принаймні один раз на рік.</li> <li>• Лабораторне дослідження повинна проводити акредитована та незалежна лабораторія, яка офіційно застосує методи, визначені у стандарті. Жоден інший метод не дозволено. Перелік лабораторій може надаватися.</li> <li>• При наявності лабораторії, персонал повинен бути навчений методикою роботи з R5-ELISA та працювати відповідно до принципів та вимог ISO 17025: 2005.</li> <li>• Для визначення глютену використовується R5-сендвич-ELISA (метод Мендес).</li> <li>• Метод ІФА R5-сендвич-ELISA не застосовується для продуктів, що складаються або містять ферментований або частково гідролізований глютен.</li> <li>• Для термічно оброблених продуктів завжди використовують екстракцію «Коктейль».</li> <li>• Для калібрування тест-систем обов'язково використовується тільки стандартний зразок глюдину.</li> <li>• Перевірки ефективності процедур очищення виробничого обладнання може бути використаний метод імунохроматографічного аналізу на тест-смужках (lateral flow test).</li> <li>• Запроваджений контроль НАССР.</li> <li>• Продукти з високим ризиком контамінації глютенном мають бути перевірені і засвідчені однією з незалежних та акредитованих за певним значенням методом лабораторій або мати відповідний власний контроль.</li> </ul>	Не нормуються
Технічні вимоги до виробництва харчових продуктів	Не нормуються		Не нормуються

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Технічні вимоги до виробництва харчових продуктів	Не нормуються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Для продуктів з низьким ризиком контамінації глютенем виробник або постачальник цих інгредієнтів повинен гарантувати, що його продукція не містить глютену, надаючи всі необхідні для цього доказові документи.</li> <li>• Умови транспортування інгредієнтів мають бути погоджені щоб уникнути будь-якого випадкової контамінації глютенем.</li> <li>• Виробництво харчових продуктів, що не містять глютен, повинно бути відокремлене місцем і/або часом.</li> <li>• Процедури очищення, які гарантують, що не може бути жодного змішування або будь-якого виду перехресної контамінації; належний відбір та дослідження зразків повинні виконуватися, щоб оцінити вплив небезпечних факторів.</li> <li>• Персонал, який бере участь у виробництві, повинен пройти навчання щодо безпеки контамінації глютенем; одяг персоналу повинен бути чистим і замінятися згідно з оцінкою ризиків</li> <li>• Аналіз ризику контамінації глютену має проводитись згідно затверженому графіку, регулярно, на підставі плану відбору та дослідження зразків продукції, яка продається або поширюється для споживачів.</li> <li>• Компанія повинна мати контролюючу/моніторингову систему, яка включає простежуваність і процедуру невідповідності і корективальні дії.</li> </ul>	Не нормуються

Отже, для підвищення прибутку шляхом залучення нового сегменту споживачів необхідно з попередньо підготовленої сировини створити кулінарний шедевр, пильно контролювати технологічний процес аби виключити потрапляння глютену у безглютенову сировину та вчасно проводити аналітичні дослідження, що у сукупності дозволить сертифікувати продукцію на відповідність стандартам. Хоча слід зауважити, що 91% споживачів заявляють, що на їхні рішення про покупку впливає стороння перевірка, а 76% віддають перевагу продуктам, сертифікованим визнаною асоціацією з целиакії [8]. Тому тільки дегустація та соціальне опитування споживачів може допомогти крафтовому підприємству віддати перевагу на користь одного з багатьох стандартів.

**Висновки і пропозиції.** Розглянуті та систематизовані міжнародні вимоги до хлібобулочних безглютенових виробів, зокрема відповідно стандарту безглютенового виробництва BRCGS, AOECs та регламентів ЄС. Зроблений висновок щодо доцільності застосування сертифікації такого асортименту малих крафтових виробництв для забезпечення високоякісною продукцією споживача. Перспективами подальших досліджень є визначення відповідності розроблених аглутенових хлібобулочних виробів вищевказаним вимогам безпеки та якості.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Новойтенко, І. В., Малиновський, В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*, 2020. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11\\_2020/54.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2020/54.pdf)
2. Боровікова, Н. О.; Шанина, О. М. Кваліметрична оцінка якості безглютенового хліба. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 25-26 листопада 2021 р. Харків, 2021. С. 425-426.
3. Дзюндзя, О. В.; Руденко, Є. О.; Куришко, А. П. Порівняльна оцінка сировини для виробництва безглютенового прісного тіста. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, 2021, 6. С. 100-106.
4. Бишовець, Л. Г. Особливості використання безглютенової сировини у хлібопекарському виробництві. *Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Черкаси, 21-22 березня 2019 р. Черкаси, 2019. С. 189.
5. Грищенко, А. М. Різні види крохмалю в технології безбілкового та безглютенового хліба. *Інноваційні напрями розвитку харчових технологій*: колективна монографія / за загальн. ред. канд. техн. наук, доц. Н. А. Нагурної. Черкаси: ЧДТУ, 2020. С. 51-56.
6. Лобачова, Н. Л. Використання добавок регуляторів структури безглютенового тіста та готових виробів. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. Серія: *Нові рішення у сучасних технологіях*, 2018, 9. С. 207-211.
7. Михонік, Л. А., Гетьман, І. А. Ефективність використання структуроутворювачів в технології безглютенового хліба. *Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні* : матеріали I міжнар. наук.-практ. конф., 30 листопада 2021 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2021. С. 95-97.
8. An official website of the BRCGS. A trusted route to market. URL: <https://www.brcgs.com/product/global-standard-food-safety-issue-8-additional-voluntary-module-12-aoecs-gluten-free-foods/p-677/>
9. An official website of the SGS group. Crossed grain symbol gluten-free product certification. URL: <https://www.sgsgroup.it/en/agriculture-food/food/food-certification/gluten-free-certification-services/crossed-grain-symbol-gluten-free-product-certification>

10. An official website of the European Union. About the Regulation. URL: [https://food.ec.europa.eu/safety/labelling-and-nutrition/specific-groups/gluten-free-food\\_en](https://food.ec.europa.eu/safety/labelling-and-nutrition/specific-groups/gluten-free-food_en)

#### REFERENCES:

1. Novoytenko, I.V., Malinovskiy, V.V. (2020) Status and main trends of the development of the Ukrainian bakery industry. *Effective economy*. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11\\_2020/54.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2020/54.pdf) [in Ukrainian]
2. Borovikova, N. O.; Shanina, O. M. (2021) Qualimetric assessment of the quality of gluten-free bread. *Modern engineering of agro-industrial and food production: materials of the international. science and practice conference, Kharkiv, November 25-26, 2021*. Kharkiv. P. 425-426. [in Ukrainian]
3. Dzyundzia, O. V.; Rudenko, E. O.; Kuryshko, A.P. (2021) Comparative evaluation of raw materials for the production of gluten-free unleavened dough. *Taurian Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, 6. P. 100-106. [in Ukrainian]
4. Byshovets, L. G. (2019) Peculiarities of using gluten-free raw materials in bakery production. *Tourism and hotel and restaurant business in Ukraine: problems of development and regulation: materials of the international science and practice conference, Cherkasy, March 21-22, 2019*. Cherkasy. P. 189. [in Ukrainian]
5. Hryshchenko, A. M. (2020) Different types of starch in the technology of protein-free and gluten-free bread. *Innovative trends in the development of food technologies: a collective monograph / for general. ed. Ph.D. technical of Science, Assoc. N. A. Nagurnoi*. Cherkasy: ChDTU. P. 51-56. [in Ukrainian]
6. Lobachova, N. L. (2018) The use of additives to regulate the structure of gluten-free dough and ready-made products. *Bulletin of the National Technical University «KhPI»*. Series: *New solutions in modern technologies*, 9. P. 207-211. [in Ukrainian]
7. Mykhonik, L. A., Hetman, I. A. (2021) Effectiveness of the use of structure formers in the technology of gluten-free bread. *Problems and practical approaches to the production and regulation of the use of food additives in the countries of the European Union and in Ukraine: materials of the 1st international science and practice conference, November 30, 2021, Kyiv*. Kyiv: NUHT. P. 95-97. [in Ukrainian]
8. An official website of the BRCGS. A trusted route to market. URL: <https://www.brcgs.com/product/global-standard-food-safety-issue-8-additional-voluntary-module-12-aoecs-gluten-free-foods/p-677/> [in English]
9. An official website of the SGS group. Crossed grain symbol gluten-free product certification. URL: <https://www.sgsgroup.it/en/agriculture-food/food/food-certification/gluten-free-certification-services/crossed-grain-symbol-gluten-free-product-certification> [in English]
10. An official website of the European Union. About the Regulation. URL: [https://food.ec.europa.eu/safety/labelling-and-nutrition/specific-groups/gluten-free-food\\_en](https://food.ec.europa.eu/safety/labelling-and-nutrition/specific-groups/gluten-free-food_en) [in English]

УДК 006.83:640.432  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.8>

## СИСТЕМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

**Колеснікова М. Б.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-6223-7105

**Гринченко О. О.** – доктор технічних наук,  
професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-9867-5502

**Юрченко С. Л.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-1286-081X

**Андрєєва С. С.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-2981-481X

**Черемська Т. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0001-6518-3889

Одним з найважливіших завдань соціальної політики держави є поліпшення структури харчування та забезпечення населення високоякісною харчовою продукцією. Розуміння важливості безпеки та якості харчових продуктів набуває дедалі більшого значення у світі і, зокрема, в Україні. Заклади ресторанного господарства (ЗРГ) – найважливіша ланка ланцюга, за яким продукція переробних і харчових галузей доставляється безпосередньо до столу споживачів. Тому актуальною проблемою для ЗРГ України є випуск якісної та безпечної кулінарної продукції, що дозволить їм бути більш конкурентними на ринку ресторанного господарства. Проблема забезпечення випуску якісної та безпечної продукції в ЗРГ в порівнянні з промисловими харчовими підприємствами, викликана наступними чинниками: великий асортимент сировини, напівфабрикатів та готової продукції, що реалізується в ЗРГ; наявність страв з тепловою обробкою та страв без теплової обробки; одночасне приготування великої кількості страв з сировини рослинного та тваринного походження; обмеженість площ приміщень, необхідних для зберігання, приготування і реалізації, зазвичай на одній спільній території; граничні терміни зберігання, як сировини, так і готової продукції з подальшою реалізацією.

Зазначені чинники викликають появу багатьох ризиків при виробництві кулінарної продукції в ЗРГ, які необхідно ідентифікувати та розробити заходи щодо їх усунення.

Якість та безпека харчових продуктів є пріоритетним завданням на всіх стадіях харчового ланцюга – від вирощування та первинної переробки сировини до реалізації і споживання готової продукції, включаючи оптову та роздрібну торгівлю. Відповідальність за безпеку продуктів харчування, у першу чергу, покладається саме на виробників продукції, які повинні враховувати всі ризики не тільки на своєму виробництві, а й на попередніх стадіях.



У статті надано узагальнені результати методології системного забезпечення харчової безпеки в закладах ресторанного господарства, дієвість яких було підтверджено авторами при впровадженні у реальних підприємствах м. Харкова.

**Ключові слова:** харчова безпека, заклади ресторанного господарства, кулінарна продукція, Hazard Analysis and Critical Control Point

**Kolesnikova M. B., Grynchenko O. O., Iurchenko S. L., Andreeva S. S., Cheremskaya T. V. Systematic ensuring of food safety products of restaurant institutions**

One of the most important goal of the state social policy is enhancement the nutrition structure and provide high-quality food products to the population. Understanding the importance of safety and quality of food products is gaining more and more importance in the world and particularly in Ukraine. Restaurant business establishments (RBE) is the most important link in the chain between the products of the processing and food industries are delivered directly to the consumer's. Therefore, the production of high-quality and safe culinary products, which will allow them to be more competitive in the restaurant market, is an actual problem for the Ukrainian food industry. The problem of ensuring the production of high-quality and safe products in RBE in comparison with industrial food enterprises is caused by the following factors: a large assortment of raw materials, half-stuff products and finished products sold in RBE; presence of dishes with heat treatment and dishes without heat treatment; simultaneous preparation of a large number of dishes from raw materials of plant and animal origin; limited areas of premises necessary for storage, preparation and sale, usually in one common area; maximum storage terms of both raw materials and finished products with subsequent sale.

The mentioned factors cause the appearance of many risks in the production of culinary products in the RBE, which must be identified and measures to eliminate them must be created.

The quality and safety of food products is a priority task at all stages of the food chain – from the cultivation and primary processing of raw materials to the sale and consumption of finished products, including wholesale and retail trade. The responsibility for the safety of food products, first of all, lies with the product manufacturers, who must take into account all risks not only in their production, but also in the previous stages.

The article presents the generalized results of the methodology of system food safety in restaurant establishments, the effectiveness of which was confirmed by the authors during implementation in real enterprises of the city of Kharkiv.

**Key words:** food safety, restaurants, culinary products, Hazard Analysis and Critical Control Point.

**Постановка проблеми.** Функціонування закладів ресторанного господарства в економічному та соціальному прояві спрямовано на забезпечення якості життя населення через задоволення фізіологічних потреб у їжі. Динамічний розвиток галузі сприяє появі ЗРГ різних типів та цінкових категорій. Це дає можливість споживачам обирати послуги з харчування відповідно до своїх потреб та можливостей.

В умовах сьогодення розвиток ЗРГ лежить в площині реалізації різних концепцій (збалансоване, адекватне, функціональне, спеціальне, антиейдінг тощо) та видів (вегетаріанське, роздільне, органічне, за групою крові та ін.) харчування, запровадження інноваційних технологій виробництва кулінарної продукції (фірмові страви, авторські та ф'южен-кухні, молекулярні технології), появи нових форматів (клубний, етнічні кухні, родинний, «StreetFood», «FastFood», «FreeFlow») та ін.

На думку фахівців галузі, ефективність діяльності будь-якого ЗРГ залежить від багатьох чинників: конкурентне позиціонування на ринку, наявність бренду, що забезпечує високу лояльність споживачів, визначення стратегічних перспектив розвитку діяльності, впровадження систем менеджменту якістю та безпекою харчової продукції, диверсифікація виробництва тощо.

Проте за багатовекторності розвитку ЗРГ безпека харчових продуктів є важливим питанням, нерозривно пов'язаним зі здоров'ям нації у всіх країнах світу. Умовами забезпечення випуску безпечної та якісної продукції є впровадження, адаптація та виконання принципів систем менеджменту безпеки під

час виробництва харчової продукції. Діючі системи більшою мірою адаптовані та апробовані в підприємствах харчової промисловості. Складність впровадження систем менеджменту безпечності в ЗРГ пов'язана з широким асортиментом продукції та його змінами протягом дня, тижня, місяця, кварталу; нетривалими термінами зберігання, функціонуванням ланцюга «виробництво – реалізація – організація споживання» та ін. [1, с. 188].

З огляду на зазначене, системне забезпечення харчової безпечності продукції в закладах ресторанного господарства є актуальним та своєчасним завданням.

*Об'єктом дослідження є управління системою забезпечення харчової безпечності продукції закладів ресторанного господарства.*

**Аналіз останніх досліджень.** Локальне впровадження елементів системи харчової безпечності в практику роботи ЗРГ України розпочалося з 2010 року. Проте ще в 1995 року цей процес було розпочато мережею ресторанів Макдональдс відповідно до директиви ЄС з гігієни харчових продуктів 93/43 / ЄС [2].

До основи нормативної бази України покладено 2 стандарти ДСТУ 4161-2003 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» та ДСТУ ISO 22000:2018 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга [3; 4].

У даний час у світі серед ресторанів, які вже впровадили систему НАССР, більшість тих, які знаходяться при 4 і 5 зіркових готелях. Як приклади можна привести готелі Туреччини – HotelBabaylon (Чешме, Ізмір), RoyalAsarlıkBeach (Бодрум), Sentido Sultan (Бельдібі, Анталія), Shangri-LaHotel (Guilin, Китай), ресторан «Тритон» (Прага, Чехія), Al Bostan (Шарм Ель Шейх) та багато інших [5].

У роботах [6, с. 57-58] для виявлення переваг НАССР як системи управління безпечністю в ЗРГ досліджено їх практичне застосування в сучасних ресторанах (на прикладі мережі ресторанів японської кухні «Сушия», яка об'єднує 37 ресторанів в 12 містах України). Розроблено формальні стандарти, здійснено їх впровадження на всіх етапах технологічного процесу. Серед нововведень, які вже діють в ресторанах мережі та знаходяться на етапі активного впровадження є:

- контрольні листи для систематизованого контролю умов роботи (дозволяють діагностувати невідповідності на етапі їх виникнення, а не ліквідації наслідків);
- кольоровий поділ робочого кухонного інвентарю (запобігає перехресному забрудненню різних груп продуктів);
- професійні миючі засоби, що дозволені для використання в харчовій галузі, нові чіткі, яскраві та наочні інструкції з миття рук, уніфіковане робоче взуття та ін;
- зміна підрядника, який здійснює контроль за шкідниками згідно принципів НАССР.

На думку авторів [1, с.189, 7, с. 80,], дослідження з упровадження НАССР у ЗРГ насамперед, передбачає розроблення базових санітарних програм відповідно до вимог чинного законодавства, які мають охоплювати необхідні заходи щодо особистої гігієни персоналу, прибирання приміщень, миття та дезінфекції кухонного обладнання, інвентарю та посуду, боротьби зі шкідниками, зберігання сировини та інгредієнтів, утилізації відходів тощо. Наступний етап включає в себе опис усіх технологічних процесів, що стосуються виробництва, зберігання та реалізації страв, а також ідентифікацію та оцінку потенційних небезпек і вибір критичних точок контролю (КТК). Наприклад, таких, як приймання та зберігання сировини, термічна обробка продуктів, температура, умови зберігання та термін придатності готових страв, пакування або подача готової продукції тощо [8, с. 652].

Автором [9, с. 377] наголошується про низку проблем щодо впровадження системи менеджменту безпечності в закладах ресторанної індустрії та пропонується більшу увагу приділяти біологічно небезпечним факторам. Також мають бути визначені процедури моніторингу, коригувальні дії у разі перевищення граничних значень у точках контролю, процедури верифікації, а також особи, відповідальні за процедури НАССР під час виробництва та обігу харчової продукції.

Але для ЗРГ характерно системне оновлення асортименту продукції і, як наслідок, зміна сировини, що тягне за собою зміни в технологічних процесах. Значні труднощі виникають і під час контролю за перехресними алергенними забрудненнями.

Інша складність, полягає в тому, що на відміну від виробничих підприємств, у ЗРГ немає оснащених лабораторій, а контроль показників безпечності сировини та готової продукції проводиться в сторонніх акредитованих лабораторіях тільки в рамках виробничого контролю.

Діагностика впровадження системи виявила основні тенденції щодо ефективності функціонування [10, с.16, с. 17], основними з яких є дотримання особистої та виробничої гігієни, умов приймання та зберігання сировини та матеріалів та їх переробку у напівфабрикат та готову продукцію.

Дослідниками [11, с. 215] запропоновано елементи системи моніторингу КТК для страв з курчати (на прикладі компанії «KFC»), з визначенням основних елементів системи НАССР та коригувальних заходів.

У результаті проведеного аналізу визначено, що проблема забезпечення випуску якісної та безпечної продукції в ЗРГ порівняно з промисловими харчовими підприємствами, викликана наступними чинниками:

- широкий асортимент кулінарної продукції, що реалізується в ЗРГ;
- широкий асортимент різноманітної за видом, походженням сировини, що використовується для приготування напівфабрикатів та готової продукції;
- приготування страв за різними технологічними схемами (з тепловою обробкою, без теплової обробки тощо);
- одночасне приготування великої кількості страв з сировини рослинного та тваринного походження;
- обмеженість площ приміщень, необхідних для зберігання, приготування та реалізації (зазвичай багато процесів здійснюється на одній спільній території);
- різні та граничні терміни зберігання (для сировини, напівфабрикатів, готової продукції) та реалізації готової продукції.

*Метою дослідження є визначення методологічних основ системного забезпечення харчової безпечності продукції ЗРГ. Це дасть можливість адаптувати елементи системи безпечності в практику роботи закладів ресторанного господарства.*

**Основна частина.** Відповідно до вимог Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», який введено в дію 20.08.2021 р., всі оператори ринку харчових продуктів повинні обов'язково запровадити програми-передумови (ПП) системи НАССР протягом наступних 3 років. В умовах розповсюдження коронавірусної інфекції COVID-19 необхідність та важливість впровадження елементів системи харчової безпечності стала вкрай важливою. У відповідь на ці виклики фахівці ЗРГ шукають оптимальні рішення, які спрямовано на розробку та упровадження системних рішень у сфері управління безпечністю харчових продуктів.

Розглянемо бізнес-процеси ЗРГ з огляду на впровадження системи харчової безпечності більш докладно. Відомо, що виробничо-технологічна діяльність ЗРГ

включає у себе прийом сировини, її зберігання; механічну обробку й виготовлення напівфабрикатів; теплову обробку продуктів; оформлення страв; організацію споживання.

Забезпечення виробничо-технологічної діяльності базується на принципах системного підходу, а саме, підприємство (заклад) розглядається як складна ієрархічна цілісна система, яка має свої характерні ознаки структури, організації, функціонування (рис. 1).

Ієрархічність побудови системи обумовлено тим, що кожному з підсистем необхідно діагностувати, аналізувати та розвивати далі, а класичні підходи щодо функцій ЗРГ «виробництво-реалізація-організація споживання» треба пов'язувати з системою менеджменту безпечності. ПП є основою системи харчової безпечності, яка базується на аналізі ризиків і критичних точок контролю (НАССР).

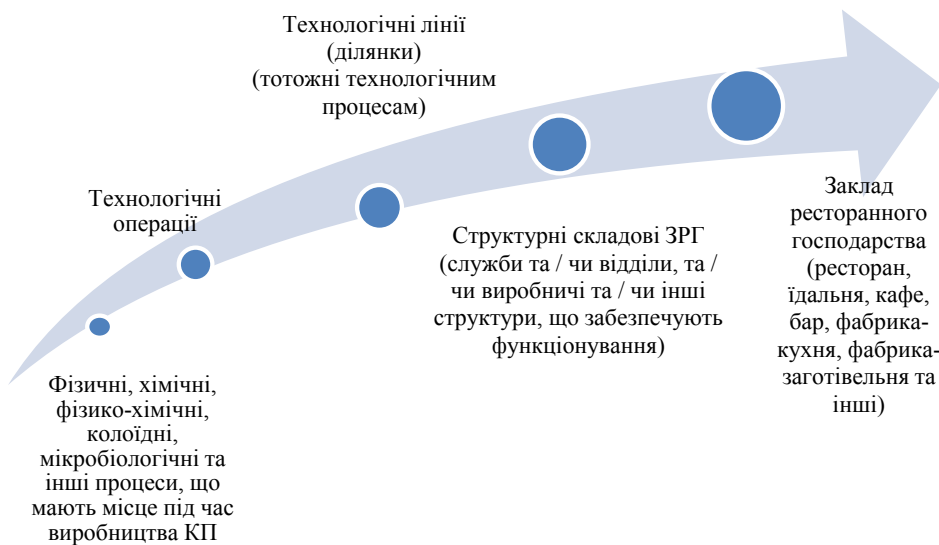


Рис 1. Ієрархічна структура системи «Заклад ресторанного господарства»

Однак у реальних умовах спроби впровадження елементів системи менеджменту безпечності стикаються з нерозумінням, що таке ПП та як їх інтегрувати у практику роботи ЗРГ. Діяльність ЗРГ пов'язана з обов'язковим дотриманням санітарно-гігієнічних вимог до організації виробничо-технологічних процесів (товарне сусідство, виключення перехрещування потоків сировини, напівфабрикатів, готової продукції і т. ін.). Для виконання усіх цих операцій на підприємстві повинно бути кілька груп приміщень, а саме: складські, виробничі, торговельні, побутово-адміністративні, технічні. Все це викликає необхідність організації роботи усіх підрозділів підприємства з чітким взаємозв'язком між ними.

Для системного забезпечення харчової безпечності в ЗРГ здійснено синхронізацію процесів циклу ПП, починаючи з визначення асортиментного переліку продукції та закінчуючи процесами її реалізації та підготовки до наступного повтору циклу (табл. 1).

Особливість організації діяльності ЗРГ полягає в тому, що процеси виробництва, реалізації та організації споживання пов'язані між собою, співпадають за часом і визначають основні функції. У поєднанні цих функцій полягає специфічна

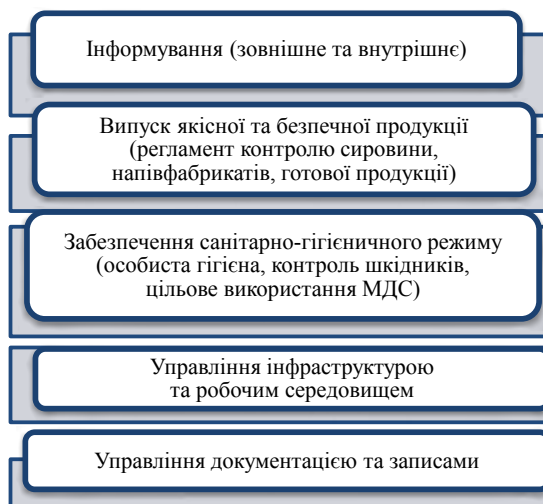
Таблиця 1

**Синхронізація процесів циклу роботи ЗРГ з урахуванням  
заходів безпеки та ПП**

<b>Найменування основних етапів</b>	<b>Заходи з безпеки</b>	<b>Програми-передумови</b>
Експертна оцінка організаційно-технологічної структури ЗРГ	Планування та стан: – комунікацій; – архітектурно-будівельних рішень виробничих та допоміжних приміщень; – території, обладнання та технічного обслуговування	
Складання асортиментного переліку продукції	Виключення можливості використання потенційно небезпечної сировини та матеріалів	Безпечність матеріалів для переробки харчових продуктів
Формування переліку сировини та матеріалів та визначення вимог	Визначення вимог нормативної документації щодо безпеки та якості сировини	Обрання та контроль постачальників
Приймання та зберігання сировини	Визначення умов та термінів зберігання, товарного сусідства	Зберігання та транспортування
Приготування та тимчасове зберігання напівфабрикатів	Забезпечення гігієни персоналу та поточності технологічного процесу, найкоротші шляхи проходження сировини та напівфабрикатів, виключати зустрічні потоки сировини і напівфабрикатів та зустрічні потоки сировини і готової продукції	Контроль технологічних процесів Здоров'я та гігієна персоналу
Приготування готової продукції	Дотримання технології приготування, кліматичних умов робочої зони; санітарії та гігієни персоналу, обладнання, тари та ін.	
Реалізація та організація споживання	Забезпечення умов та режимів реалізації та тимчасового зберігання	Маркування харчових продуктів
Санітарна обробка внутрішньоцехового обладнання, тари, інвентарю, посуду для подавання	Цільове використання мийних, дезінфекційних промислових засобів для обробки	Чистота поверхонь, процедури прибирання приміщень
Загальні санітарні заходи	Поводження з відходами виробництва Контроль шкідників	

особливість галузі ресторанного господарства та основна мета функціонування. Система управління якістю та безпекою харчової продукції забезпечує контроль на всіх етапах харчового ланцюга, будь-якій точці процесу виробництва, зберігання і реалізації продукції, де можуть виникнути небезпечні ситуації і охоплює наступні бізнес-процеси (рис. 2).

Відповідно мети дослідження важливим є розуміння того, що якість і безпека харчової продукції є результатом системного забезпечення харчової



*Рис. 2. Модель бізнес-процесів для забезпечення функціонування системи менеджменту харчової безпеки ЗРГ*

безпеки ЗРГ. На формування цих критеріїв має суттєвий вплив навколишнє середовище, інфраструктура, інженерні ресурси тощо. Тому зауважуємо, що перераховані вище (табл. 1) ПП управляють: ймовірністю внесення чинників, що викликають небезпеку продуктів харчування, в продукт через робоче середовище; біологічної, хімічної та фізичної контамінації продуктів, включаючи перехресній контамінації між продуктами; рівнями небезпечних чинників в продукті і в середовищі його обробки.

Базова ідея системи менеджменту харчової безпеки ґрунтується на тому, що постійний контроль у декількох окремих точках процесу, де з'являються небезпечні чинники, більш простий, більш надійний і менш витратний, ніж вибіркового контролю готової продукції. Система пропонує поділити бізнес-процеси на блоки та запровадити контроль за потенційними ризиками в кожному з них. Із метою виробництва безпечних харчових продуктів необхідно запровадити три контрольовані етапи: а) запобігання виникненню небезпеки; б) запобігання поширенню небезпеки; в) усунення небезпеки.

Загальний алгоритм функціонування системи менеджменту харчової безпеки в ЗРГ (рис. 3) передбачає визначення: загальної характеристики підприємства, асортиментного переліку продукції, що виробляється та її опис (за групами); перелік сировини, її умови зберігання та принципи товарного сусідства; план підприємства, включаючи схеми руху сировини, напівфабрикатів продукції, посуду та пакувальних матеріалів з метою виявлення зон можливого перехресного забруднення продукції; аналізу ризиків та визначення КТК в ході технологічного процесу, розробку відповідних коригувальних дій та контроль їх виконання. Застосовуючи елементи методик НАССР можна визначити 3 типи критичних точок контролю для моніторингу і забезпечення безпеки в ЗРГ:

КТК 1. Одержання та зберігання сировини та матеріалів;

КТК 2. Кулінарна обробка сировини, напівфабрикатів (теплова, низькотемпературна);

КТК 3. Реалізації кулінарної продукції або її тимчасове зберігання.



Рис. 3. Алгоритм функціонування системи менеджменту харчової безпеки в ЗРГ

При розробці елементів харчової безпеки необхідно враховувати встановлені і законодавчі вимоги, принципи Codex Alimentarius Commission [12], Регламенту № 852/2004 [13], вимоги національних стандартів [3; 4], санітарних правил для ЗРГ.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень здійснено аналіз існуючих проблем з впровадження систем менеджменту харчової безпечності в практику діяльності закладів ресторанного господарства та шляхи їх вирішення, розроблено методологію та алгоритм функціонування системи менеджменту харчової безпечності для закладів ресторанного господарства, дієвість якої було підтверджено авторами при впровадженні у реальних підприємствах м. Харкова. Дана модель управління харчовою безпечністю при застосуванні принципів HACCP значною мірою дозволяє мінімізувати виникнення ризиків виникнення небезпек для життя і здоров'я споживачів продукції.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Dzwolak, Waldemar. Documenting HACCP in a small restaurant – a practical approach. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2017. 9(2). P. 187-194.
2. Директива Совета 93/43 ЕЭС по гигиене продуктов питания. Официальный журнал № L 175, 19.07.1993. С. 0001-0011.
3. ДСТУ 4161-2003. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. Київ, 2003. 16 с.
4. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організації в харчовому ланцюзі. Київ, 2019. 18 с. ISO 22000:2018, IDT.
5. Системи ХАССП (HACCP) в общественном питании. URL: <http://iso-haccp.com.ua/stati/sistemy-khassp-haccp-v-obshchestvennom-pitanii>.
6. Русавська, В.А., Чеботаєва Т. Застосування принципів системи HACCP в удосконаленні системи управління якістю продукції та послуг ресторанних закладів. *Гостинність, сервіс, туризм: досвід, проблеми, інновації* : тези доповідей VII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Київ, 9-10 квітня 2020 р). Київ : Вид. центр КНУКіМ, 2020. С.57-60.
7. Короткевич И. В., Мельникова Л.А. Особенности внедрения системы HACCP на предприятиях общественного питания. *Современный механизм функционирования торгового бизнеса и туристической индустрии: реальность и перспективы*: материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Минск, 5-6 декабря 2019 г). Минск, 2019. С. 331-332.
8. Piotrowska-Puchała, A. (2018). Quality Assurance Management Based on the Haccp System in Food Service Enterprises. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska (148 Contemporary management)* (s. 647-659). 16 czerwca, 2018, Śląska, Polska.
9. Rusu, O. R., Floriștean, V., Borș, A., Ailincăi, L. I., Mihai, I., Rîmbu, C. M., Vlad, G. (2019). The importance of implementing a HACCP plan in food service operations and restaurants. Brno, Czech Republic.
10. Doneva-Sapceska, D., Alchevska, S. (2017). Analysis of effectiveness of HACCP system in small restaurants in Skopje. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 18, 11-18.
11. Боровская, Л. В., Хапиштов М. А. Применение принципов ХАССП для управления пищевой безопасностью на предприятиях быстрого питания. *Научные труды КубГТУ*. 2017. № 7. С. 213-220.
12. Codex Alimentarius. (2022). URL: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/publications/en>.
13. Регламент № 854/2004 Європейського Парламенту і Ради ЄС про встановлення особливих правил організації офіційного контролю над продукцією тварин-



ного походження, призначеною для споживання людиною в їжу: Регламент ЄС 854/2004. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/go/994\\_a67](https://zakon.rada.gov.ua/go/994_a67)

#### REFERENCES:

1. Dzwolak, W. (2017). Documenting HACCP in a small restaurant – a practical approach [Documenting HACCP in a small restaurant – a practical approach]. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 9 (2), 187-194. DOI:10.3920/QAS2015.0813 [in English].
2. Council Directive of the EEU on food hygiene from June 14 1993, № 93/43. *Oficial'nyj ZHurnal № 175*, pp. 0001-0011 [in Russian].
3. Systema upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv. *Vymohy* [Food safety management system. Requirements]. (2003). DSTU 4161-2003 from 1<sup>st</sup> July 2003. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
4. Systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv. *Vymohy do bud-yakyykh orhanizatsii kharchovoho lantsiuha* [Food safety management systems. Requirements for any organization in the food chain]. (2019). DSTU ISO 22000:2019 from 31<sup>st</sup> October 2019. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
5. Systemy KHASSP (HACCP) v obshchestvennom pytanuy (2010). Retrieved from <http://iso-haccp.com.ua/> [in Ukrainian].
6. Rusavska, V.A. Chebotaieva, T. (2020). Zastosuvannia pryntsyypiv systemy HACCP v udoskonalenni systemy upravlinnia yakistiu produktsii ta posluh restorannykh zakladiv [Application of the principles of the HACCP system in the improvement of the quality management system of products and services of restaurant establishments], *Hostynnist, servis, turizm: dosvid, problemy, innovatsii, tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* [Hospitality, service, tourism: experience, problems, innovations]. Kyiv [in Ukrainian].
7. Korotkevich, I. V., Mel'nikova, L. A. (2020). *Osobennosti vnedreniya systemy HACCP na predpriyatiyah obshchestvennogo pitaniya* [Features of the implementation of the HACCP system at catering establishments]. *Sovremennyj mekhanizm funkcionirovaniya tovgovogo biznesa i turisticheskoy industrii: realnost i perspektivy, materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The modern mechanism of the functioning of the trading business and the tourism industry: reality and prospects]. Minsk [in Belarussia].
8. Piotrowska-Puchała, A. (2018). Quality Assurance Management Based on the Haccp System in Food Service Enterprises [Quality Assurance Management Based on the Haccp System in Food Service Enterprises]. *Śląska* [in Polska].
9. Rusu, O. R., Floriștean, V., Borș, A., Ailincăi, L. I., Mihai, I., Rîmbu, C. M., & Vlad, G. (2019). *The importance of implementing a HACCP plan in food service operations and restaurants* [The importance of implementing a HACCP plan in food service operations and restaurants]. Brno [in Czech Republic].
10. Doneva-Sapceska, D., & Alchevska, S. (2017). Analysis of effectiveness of HACCP system in small restaurants in Skopje [Analysis of effectiveness of HACCP system in small restaurants in Skopje]. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 18, 11-18 [in English].
11. Borovskaya, L. V., Hapishtov, M. A. (2017). Primenenie principov HACCP dlya upravleniya pishchevoj bezopasnost'yu na predpriyatiyah bystrogo pitaniya [Application of HACCP principles for food safety management in fast food establishments]. *Elektronnyj setevoy politematicheskij zhurnal Nauchnye trudy Kub*, 7. Retrieved from <https://elibrary.ru> [in Russian].
12. Codex Alimentarius. Retrieved from <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/publications/en> [in English].
13. Rehlament Europeiskoho Parlamentu i Rady EC pro vstanovlennia osoblyvykh pravyl orhanizatsii ofitsiinoho kontroliu nad produktsiieiu tvarynnoho pokhodzhennia, pryznachenoii dlia spozhyvannia liudynoiu v yizhu. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua> [in Ukrainian].

УДК 664.661-021.465:664.641.2+582.682.841  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.9>

## ЯКІСТЬ ХЛІБА З БОРОШНОМ ГАРБУЗОВИМ РІЗНИХ СОРТІВ

**Любич В. В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
професор кафедри харчових технологій  
Уманського національного університету садівництва  
ORCID ID: 0000-0003-4100-9063

**Карпенко В. П.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
професор кафедри біології  
Уманського національного університету садівництва  
ORCID ID: 0000-0001-5607-7371

**Желєзна В. В.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри харчових технологій  
Уманського національного університету садівництва  
ORCID ID: 0000-0002-1874-2155

**Новіков В. В.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри харчових технологій  
Уманського національного університету садівництва  
ORCID ID: 0000-0003-3052-8407

Гарбузовий порошок містить комплекс необхідних фізіологічно функціональних інгредієнтів і у зв'язку з цим його можна використовувати у виробництві функціональних продуктів. У статті наведено результати вивчення впливу додавання борошна гарбузового різних сортів на технологічні параметри хліба пшеничного (усушка, упікання, об'єм хліба, відношення об'єму хліба до об'єму тіста). Упікання хліба змінювалось від 13,4% до 13,9% залежно від сорту. Найвищий показник у варіанта контроль, в решти сортів цей показник змінювався не істотно і становив 13,4–13,5, що на 3–4% менше. Усушка хліба залежно від сорту змінювалась не істотно і становила 5,0–5,4%. Найменший цей показник був у варіанті контроль 5,0%, що можна пояснити відсутністю борошна гарбузового у складі хліба. Встановлено, що об'єм хліба становив 203–225 см<sup>3</sup>/100 г тіста. Найвищий об'єм у варіанті без додавання борошна гарбузового – 225 см<sup>3</sup>/100 г тіста, найменший – за додавання борошна гарбузового сортів Український багатоплідний, Потім-маррон та Мозолівський 15. Отже, додавання борошна гарбузового зумовлювало зменшення об'єму, тоді як сорт істотно не впливав на цей показник. Така тенденція замовлення тим, що 10% борошна пшеничного заміняли борошном гарбузовим. Тенденції зміни об'єму суміші з порошком залежно від сорту гарбуза були подібними, проте цей показник змінювався в межах 321–354 см<sup>3</sup>/100 г суміші борошна пшеничного та борошна гарбузового. Так, найвищий показник був у контрольному варіанті, що на 8–10% перевищує решту варіантів. Встановлено, що найвищим було відношення об'єму хліба до об'єму тіста без додавання до нього борошна гарбузового – 2,13. У варіантах з додаванням борошна гарбузового цей показник був нижчим на 9–10% порівняно з контрольним варіантом. Заміна 10% борошна пшеничного борошном гарбузовим забезпечувало отримання 1,93–1,95 см<sup>3</sup> хліба з 1 см<sup>3</sup> такої суміші.

**Ключові слова:** хліб, борошно гарбузове, сорт, якість, борошно пшеничне, об'єм хліба.

### **Liubych V. V., Karpenko V. P., Novikov V. V., Zheliezna V. V. Bread quality with pumpkin flour of different varieties**

Pumpkin powder contains a complex of necessary physiologically functional ingredients and, thus, it can be used in the production of functional products. The article presents the study results of the effect of adding pumpkin flour of different varieties on the technological param-

eters of wheat bread (drying, baking, bread volume, ratio of bread volume to dough volume). Bread baking varied from 13.4% to 13.9% depending on the variety. The highest indicator was in the control variant, in the remaining varieties this indicator did not change significantly and amounted to 13.4–13.5, which is 3–4% less. Bread drying, depending on the variety, did not change significantly and amounted to 5.0–5.4%. This indicator was the lowest in the control variant of 5.0%, which can be explained by the absence of pumpkin flour in bread. It was found that bread volume was 203–225 cm<sup>3</sup>/100 g of dough. The highest volume was in the variant without pumpkin flour – 225 cm<sup>3</sup>/100 g of dough, the smallest – with the addition of pumpkin flour of Ukrainian multi-fruited, Potimarron and Mozoliivskiyi 15 varieties. Therefore, the addition of pumpkin flour led to a decrease in volume, while the variety did not significantly affect this indicator. This tendency is due to the fact that 10% of wheat flour was replaced with pumpkin flour. The trends in the mixture volume with powder depending on the type of pumpkin were similar, but this indicator varied within 321–354 cm<sup>3</sup>/100 g of the mixture of wheat flour and pumpkin flour. So, the highest indicator was in the control variant, which is 8–10% higher than the remaining variants. It was found that the ratio of bread volume to dough volume without adding pumpkin flour to it was the highest – 2.13. In variants with the addition of pumpkin flour, this indicator was lower by 9–10% compared to the control variant. Replacing 10% of wheat flour with pumpkin one provided 1.93–1.95 cm<sup>3</sup> of bread from 1 cm<sup>3</sup> of such a mixture.

**Key words:** bread, pumpkin flour, variety, quality, wheat flour, bread volume.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Щоденне споживання хліба та хлібобулочних виробів дає підставу вважати їх продуктами харчування, що мають першочергове значення, тому не випадково вченими приділяється велика увага дослідженню харчової цінності хліба та його значення у раціоні людини [1]. Встановлено [2] що хлібобулочні вироби містять велику кількість легкозасвоюваних вуглеводів і незначну кількість макро- і мікроелементів, вітамінів і харчових волокон. Надмірне споживання таких хлібобулочних виробів викликає серцево-судинні захворювання, ожиріння, цукровий діабет, захворювання шлунково-кишкового тракту тощо.

Великий інтерес як у харчовому, так і в біологічному відношенні відіграє сільськогосподарська культура – гарбуз. Вона є важливою овоче-баштанною культурою у харчуванні населення України. Гарбуз містить значну кількість вітамінів, мінеральних речовин, мікроелементів, харчових волокон [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нині низка вчених світу активно працюють над збагаченням хлібобулочних і кондитерських виробів. Так, для розширення асортименту, покращення органолептичних характеристик хліба обґрунтовано використання порошку моркви, гарбуза, буряку, додавання клітковини артишоку, рисового, кукурудзяного, гречаного борошна сумісно з сухими овочевими порошками і мікрородоростей *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Scenedesmus almeriensis* та *Nannochloropsis gaditana* тощо [4].

Для розширення асортименту хліба із підвищеним вмістом вітамінів, запропоновано використання фітосировини. Розроблено технології хліба «Богатир», «Шипшинка» із використанням глоду та шипшини. Розроблені види хліба забезпечують надходження до організму людини 95–100% вітаміну С, мають підвищений вміст вітамінів А, Д, Е за рахунок використання фітосировини [5].

Tatjana Raksejeva et al. [6] встановлено, що пшеничний хліб з додаванням сушеного гарбуза багатший на каротиноїди та відновлюючі цукри порівняно з контрольним зразком пшеничного хліба. За результатами органолептичного найвищий ступінь симпатії від споживачів віднесено до зразка хліба з добавкою сушених гарбузів.

Іншими вченими [7] встановлено, що заміна пшеничного борошна гарбузовим у рецептурі мафінів призводить до зміни у органолептичній їх якості. Найкращим виявився мафін із додаванням гарбузового порошку на рівні 20%. Заміна понад

20% вплинула на колір і загальну прийнятність продукту. Додавання борошна гарбузового не тільки підвищує поживну цінність мафінів, але й підвищує органолептичні властивості.

У дослідженні [8] показано перспективність використання гарбузового пюре та заквасок із злакових висівок. Результати показали, що гарбузове пюре та злаково-висівкові закваски синергетично покращують текстурні та сенсорні властивості продукту.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є вивчення впливу борошна гарбузового отриманого з різних сортів на якість хліба.

**Матеріали і методи дослідження.** Експериментальну частину роботи проводили у лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва.

У дослідженнях використовували сорти гарбуза великоплідного – Потімаррон (Франція), гарбуза твердокорого – Данко Полька (Польща), Український багатоплідний (Україна), Мозолівський 15 (Україна), гарбуза мускатного – Бутернут (Італія), Мускатний 2 (Україна), кавбуза – Кавбуз 3 (Україна), вирощені в умовах Правобережного Лісостепу України.

Тісто для хліба готували за рецептурою, яка включає борошно пшеничне вищого сорту 90 г, борошно гарбузове 10 г (прохід сита 19 розміром 360 мкм), дріжджі сухі 3 г, сіль кухонна 1,5 г, вода питна 55 г. Спочатку добавляли у тістомісильну машину борошно пшеничне та гарбузове, дріжджі, сіль, суміш перемішували, потім виливали воду, температура продуктів 28–30°C, замішували тісто до однорідної консистенції, після цього тісто обробляли, формували, поміщали в термостат (температура 28–32°C), після того як виріб підійшов, випікали у печі (температура 200–220°C) впродовж 15–20 хв. Контролем слугували проби хліба, приготованого без додавання борошна гарбузового. Готові вироби оцінювали через 4 години після випікання. Фізико-хімічні показники якості визначали відповідно до ДСТУ 7045:2009.

Математичну обробку експериментальних даних здійснювали, використовуючи пакет стандартних програм Microsoft Excel 2007 і Statistica 10. Під час аналізу використовували критерії Стьюдента та дисперсійного аналізу АНОВА (для правильно розподілених даних) і критерії Манна-Уїтні та Краскела-Уоліса (для неправильно розподілених даних).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Важливе значення під час дослідження є встановлення типу розподілення даних. Перевіркою даних усушки та упікання хліба підтверджено їх нормальне розподілення оскільки за критерієм Колмогорова-Смірнова  $p < 0,05$  (рис. 1).

Така ж тенденція спостерігалась при перевіркою даних об'єму хліба та об'єму суміші з порошком, що підтверджує їх нормальне розподілення оскільки за критерієм Колмогорова-Смірнова  $p < 0,05$ .

Гістограми розподілення даних відношення об'єму хліба до об'єму тіста мала нормальне розподілення ( $p < 0,01$ ). Тип розподілення даних випуклості хліба був нерівномірний, про що говорить неправильна (розтягнута) форми гістограми та негативний результат тесту Колмогорова-Смірнова.

Визначення фактичних втрат при випікання є дуже важливим фактором, оскільки готовий продукт після випікання повинен мати певну вагу. На втрати від випікання в основному впливають вага продукту, форма та вміст вологи. Упікання хліба змінювалось від 13,4% до 13,9% залежно від сорту гарбуза (рис. 2).

Найвищий показник був у варіанті без додавання борошна гарбузового, а в решти варіантів цей показник змінювався не істотно і становив 13,4–13,5% або на 3–4% менше.

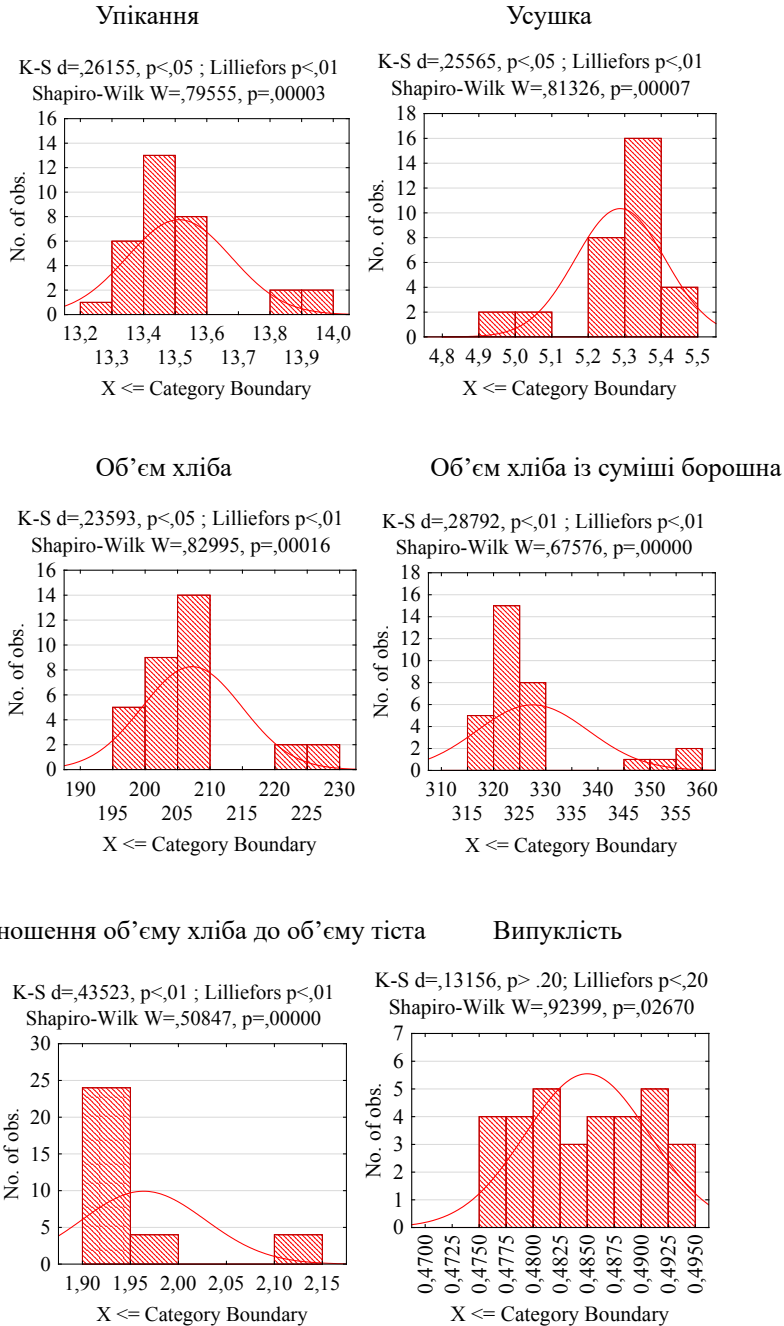


Рис. 1. Гістограми розподілу цифрових матеріалів

Усушка хліба залежно від сорту змінювалась не істотно і становила 5,0–5,4%. Найменший цей показник був у контрольному варіанті 5,0%, що можна пояснити відсутністю борошна гарбузового у складі хліба.

Об'єм хліба належать до тих основних показників якості, що характеризують зовнішній вигляд готової продукції та відіграють вирішальну роль для споживачів під час оцінювання виробів і прийняття рішення щодо здійснення покупки [9]. Об'єм готових виробів вважають достатнім, якщо вироби здаються нам правильної форми, добре розпушеними, без підривів та тріщин. Для кінцевих споживачів хліба хороший об'єм також є ознакою високої якості та бездоганного смаку [10].

Встановлено, що об'єм хліба становив 203–225 см<sup>3</sup>/100 г тіста (рис. 3). Найвищий об'єм у варіанті без додавання борошна гарбузового – 225 см<sup>3</sup>/100 г тіста, найменший – за додавання борошна гарбузового сортів Український багатоплідний, Потімаррон та Мозоліївський 15. Отже, додавання борошна гарбузового зумовлювало зменшення об'єму, тоді як сорт істотно не впливав на цей показник. Така тенденція замовлення тим, що 10% борошна пшеничного заміняли борошном гарбузовим.

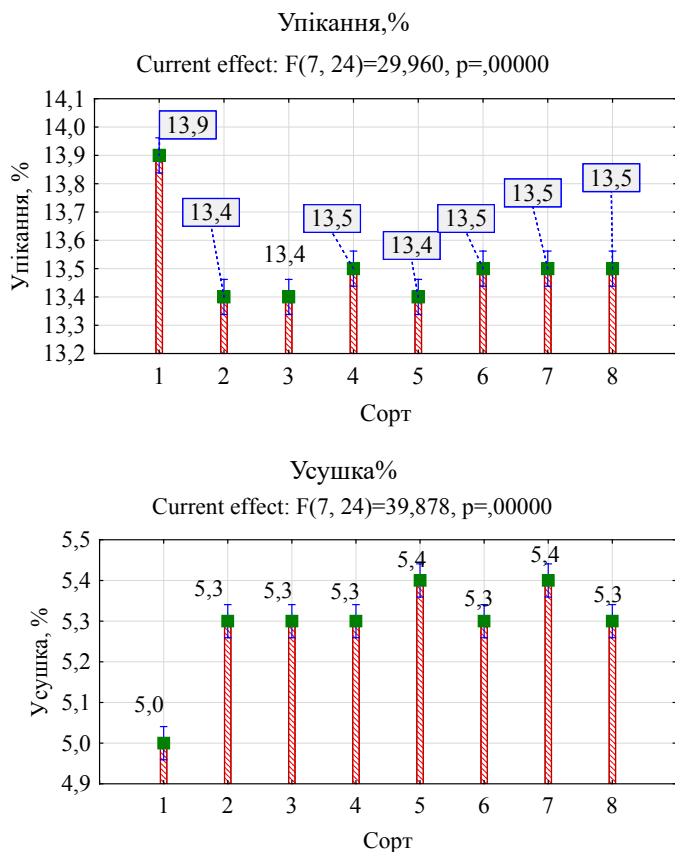
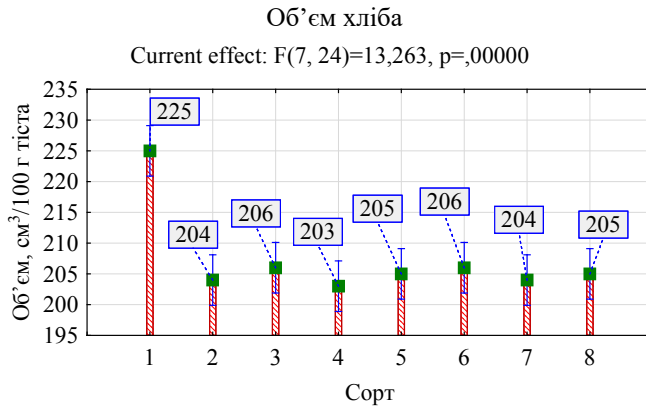
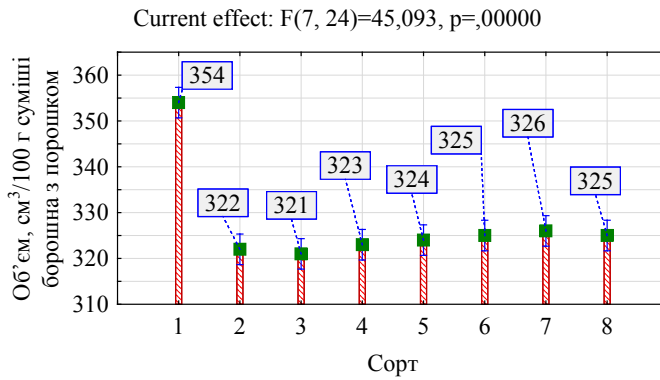


Рис. 2. Упiкання та усушка хліба залежно від сорту гарбуза:  
 1 – Контроль (без додавання борошна гарбузового); 2 – Потімаррон;  
 3 – Данко Полька; 4 – Український багатоплідний; 5 – Бутернут;  
 6 – Мускатний 2; 7 – Мозоліївський 15; 8 – Кавбуз 3



Об'єм хліба, отриманого з суміші борошна пшеничного та гарбузового



Відношення об'єму хліба до об'єму тіста залежно від сорту

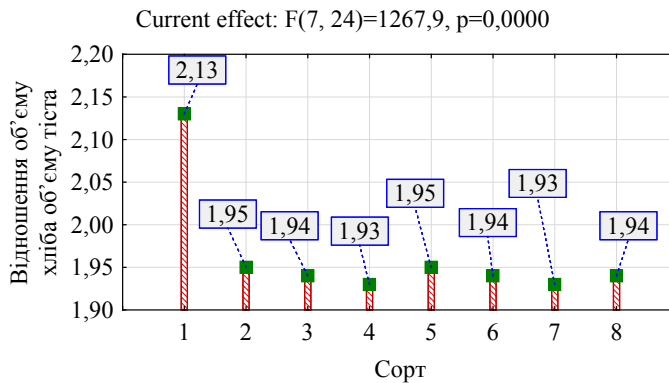


Рис. 3. Відношення об'єму хліба до об'єму тіста залежно від сорту:  
1 – Контроль (без додавання борошна гарбузового); 2 – Потімаррон;  
3 – Данко Полька; 4 – Український багатоплідний; 5 – Бутернут; 6 – Мускатний 2;  
7 – Мозолівський 15; 8 – Кавбуз 3

Тенденції зміни об'єму суміші з порошком залежно від сорту гарбуза були подібними, проте цей показник змінювався в межах 321–354 см<sup>3</sup>/100 г суміші борошна пшеничного та борошна гарбузового. Так, найвищий показник був у контрольному варіанті, що на 8–10% перевищує решту варіантів.

Встановлено, що найвищим було відношення об'єму хліба до об'єму тіста без додавання до нього борошна гарбузового – 2,13. У варіантах з додаванням борошна гарбузового цей показник був нижчим на 9–10% порівняно з контрольним варіантом. Заміна 10% борошна пшеничного борошном гарбузовим забезпечувало отримання 1,93–1,95 см<sup>3</sup> хліба з 1 см<sup>3</sup> такої суміші.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Проаналізовано формування якості хліба з додаванням борошна гарбузового різних сортів. Встановлено, що усушка та упікання істотно не змінюється за додавання борошна гарбузового. Проте об'єм хліба та відношення об'єму хліба до об'єму тіста за додавання борошна гарбузового істотно нижчий порівняно з варіантом без додавання борошна гарбузового. Слід відзначити, що сорти гарбуза, з яких отримано борошно на технологічні параметри не впливали. У перспективі дослідження поживної цінності хліба та вивчення технологічних параметрів хлібобулочних і кондитерських виробів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В., Железна В. В., Стратуца Я. С. Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 3. С. 133–143.
2. Любич В. В., Железна В. В., Грабова Д. М. Якість кексів з тритикале, збагаченого пастою гарбузовою. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 2. С. 17–28.
3. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2017. Вип. 91. С. 46–54.
4. Господаренко Г.М. та ін. Оптимізація функціональних параметрів харчових продуктів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 169–179.
5. Лебеденко Т. Є., Новічкова Т. П., Кожевнікова В. О. Роль хлібобулочних виробів у формуванні здоров'я людини та способи покращення їх якості шляхом застосування фітодобавок. *Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського*. 2014. №1. С. 79–89.
6. Raksejeva T. et al. Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*. 2011. Vol. 1. P. 441–447.
7. Ryo R. et. al. Wheat Bread with Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) Pulp as a Functional Food Product. *Food Technol. Biotechnol.* 2014. Vol. 52 (4). P. 430–438.
8. Ebrahimi M. et. al. Application of cereal-bran sourdoughs to enhance technological functionality of white wheat bread supplemented with pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. *LWT*. 2022. Vol. 158. 113079.
9. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В. Железна В. В. Білково-протеїнальний комплекс зерна сортів пшениці спельти залежно від удобрення. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Умань. 2018. Випуск 1. С. 8–22.
10. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Железна В. В. Борошно-мельні властивості зерна сортів пшениці спельти залежно від умов мінерального живлення. *Вісник Уманського НУС*. Умань. №1. 2019. С. 129–134.



## REFERENCES:

1. Liubych V. V., Zheliezna V. V., Stratutsa Ya. S. (2022). Perspektyvy vykorystannia trytykale v khlibopekarskii promyslovosti [Prospects for the use of triticale in the bakery industry]. *Taurian Scientific Bulletin*, vol. 3, pp. 133–143. [in Ukrainian].
2. Liubych V. V., Zheliezna V. V., Hrabova D. M. (2021). Yakist keksiv z trytykale, zbahachenoho pastoiu harbuzovoiu [The quality of triticale muffins enriched with pumpkin paste]. *Collection of scientific works of the Uman NUH*, vol. 2, pp. 17–28 [in Ukrainian].
3. Liubich V.V. (2017). Kondyterski vlastyvoli zerna pshenytsi spelty zalezno vid pokhodzhennia sortu ta linii [Confectionery properties of spelt wheat grain depending on the origin of the variety and strain]. *Bulletin UNUH*, vol. 91, pp. 46–54 (in Ukrainian).
4. Hospodarenko H. M. et al. (2022). Optyimizatsiia funktsionalnykh parametriv kharchovykh produktiv [Optimization of functional parameters of food products]. *Collection of scientific works of the Uman NUH*, vol. 100, no. 1, pp. 169–179. [in Ukrainian].
5. Lebedenko T. Ye., Novichkova T. P., Kozhevnikova V. O. (2014). Rol khlibobulochnykh vyrobiv u formuvanni zdorovia liudyny ta sposoby pokrashchennia yikh yakosti shliakhom zastosuvannia fitodobavok [The role of bakery products in the formation of human health and methods of improving their quality through the use of phyto-additives]. *Bulletin of the Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovskyi*, vol. 1, pp. 79–89. [in Ukrainian].
6. Rakcejeva T. et al. (2011). Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*, vol. 1, pp. 441–447 [in English].
7. Ryo R. et. al. (2014). Wheat Bread with Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) Pulp as a Functional Food Product. *Food Technol. Biotechnol.*, vol. 52, no. 4, pp. 430–438. [in English].
8. Ebrahimi M. et. al. (2022). Application of cereal-bran sourdoughs to enhance technological functionality of white wheat bread supplemented with pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. *LWT*. vol. 158, Article number 113079. [in English].
9. Gospodarenko G. M., Lyubich V. V., Novikov V. V. Zhelezna V. V. (2018). Bilko-vo-proteinaznyi kompleks zerna sortiv pshenytsi spelty zalezno vid udobrennia [Protein-proteinase complex of grain of spelled wheat varieties depending on fertilizer]. *Collection of scientific works of Uman NUS*, vol. 1, pp. 8–22. [in Ukrainian].
10. Gospodarenko G. M., Lyubich V. V., Polyanetskaya I. O., Zhelezna V. V. (2019). Boroshnomelni vlastyvoli zerna sortiv pshenytsi spelty zalezno vid umov mineralnoho zhyvlennia [Flour properties of grain of spelled wheat varieties depending on the conditions of mineral nutrition]. *Bulletin of Uman NUS*, vol. 1, pp. 129–134 [in Ukrainian].

УДК 619:614.31:637.524.075:664  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.10>

## АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ ЗА ТРИВАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ

**Приліпко Т. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів  
ЗВО «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

**Федорів В. М.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів  
ЗВО «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-4499-0910

**Косташ В. Б.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
асистент кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів  
ЗВО «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-2182-7723

Наведено результати досліджень з вивчення змін та проведенні кількісної оцінки вмісту амінокислот у м'ясній сировині при тривалому холодильному зберіганні. При цьому встановлено, що масова частка білка в досліджуваних зразках м'ясної сировини, що зберігається в промислових умовах, незначно змінювалася за весь період зберігання. Результати проведених досліджень зі зберігання замороженого м'яса показали, що дослідні зразки яловичини та свинини на останньому терміні зберігання (180 діб) містили незамінні амінокислоти, тобто, були повноцінними і мали досить високі показники біологічної цінності, близькі до норми, рекомендованої ФАО/ВООЗ. Найбільш суттєве зниження незамінних амінокислот: метіоніну та цистеїну зазначено у зразках яловичини. На останніх етапах зберігання спостерігалось збільшення майже в 2 рази вмісту проліну як у яловичині, так і у свинині, що може свідчити про можливий вплив заморожування та подальшого холодильного зберігання. При холодильному зберіганні замороженого м'яса відношення НАК/ЗАБ через 6 місяців зберігання становило 1,85 та 1,68 для свинини та яловичини відповідно, що у свою чергу незначно відрізняється від білків із високою біологічною цінністю. Відношення групи незамінних амінокислот до групи замінних (амінокислотний індекс НАК/ЗАК) у досліджених зразках яловичини та свинини становив 0,59...0,67 – для яловичини та 0,62...0,75 – для свинини відповідно, що близько значення цього показника, рекомендованого ФАО/ВООЗ для збалансованого харчування – 0,56...0,67. Амінокислотний індекс ставлення незамінних амінокислот до загальних амінокислот для «стандартного» білка має значення 0,4, у досліджених нами зразках він становив 0,37...0,4 – для яловичини та 0,38...0,42 – для свинини, що також показує досить високу біологічну цінність м'яса після тривалого зберігання у замороженому стані. Основний вплив на зміну білкових речовин м'яса та пов'язаного з ними амінокислотного складу надає процес заморожування, в результаті якого відбуваються денатурація і агрегація білків, подальше зберігання м'яса в замороженому стані меншою мірою впливає на протікають в ньому зміни.

**Ключові слова:** холодильне зберігання, м'ясо, амінокислота, білок, заморожування, яловичина, свинина.

**Prylipko T. M., Fedoriv V. M., Kostash V. B. Amino acid composition of meat raw materials during long-term cold storage**

The results of studies on the study of changes and quantitative assessment of the content of amino acids in meat raw materials during long-term cold storage are given. At the same

time, it was established that the mass fraction of protein in the studied samples of raw meat stored in industrial conditions changed slightly during the entire period of storage. The results of the research on the storage of frozen meat showed that the test samples of beef and pork at the last storage period (180 days) contained essential amino acids, i.e. were complete and had quite high indicators of biological value, close to the norm recommended by FAO/WHO. The most significant decrease in essential amino acids: methionine and cysteine was noted in beef samples. At the last stages of storage, an almost 2-fold increase in proline content was observed in both beef and pork, which may indicate a possible effect of freezing and subsequent cold storage. During refrigerated storage of frozen meat, the NAC/ZAB ratio after 6 months of storage was 1.85 and 1.68 for pork and beef, respectively, which in turn is slightly different from proteins with high biological value. The ratio of the group of essential amino acids to the group of replaceable ones (amino acid index NAK/ZAK) in the studied samples of beef and pork was 0.59...0.67 – for beef and 0.62...0.75 – for pork, respectively, which is close to the value of this indicator, recommended by FAO/WHO for a balanced diet – 0.56...0.67. The amino acid index of the ratio of essential amino acids to total amino acids for the "standard" protein has a value of 0.4, in the samples we examined it was 0.37...0.4 – for beef and 0.38...0.42 – for pork, which also shows fairly high biological value of meat after long-term storage in a frozen state. The main influence on the change of protein substances of meat and the amino acid composition associated with them is provided by the process of freezing, which results in denaturation and aggregation of proteins, further storage of meat in a frozen state has a lesser effect on the changes taking place in it.

**Key words:** cold storage, meat, amino acid, protein, freezing, beef, pork.

**Постановка проблеми.** Раціональне харчування є важливою умовою збереження здоров'я населення. Одним з головних аспектів перспективного розвитку харчової галузі є розробка технологій виробництва, які б дозволили виробляти продукцію з високими органолептичними, фізико-хімічними та біохімічними показниками якості. Вимоги сьогодення потребують реалізації якісної виробленої продукції з подовженим терміном зберігання [1, с. 9-14; 2, с. 29-31; 6, с. 49].

М'ясо відноситься до швидкокопсувних продуктів з високим вмістом білка і жиру, якість якого погіршується в результаті мікробіологічних, біохімічних та фізико-хімічних змін. Зниження температури м'яса до негативних є способом «консервування» холодом, що сприяє зниженню інтенсивності фізико-хімічних та мікробіологічних процесів, що протікають при зберіганні, та збільшенню термінів придатності з найбільш повним збереженням первісних властивостей м'яса. Однак показники, що зумовлюють біологічну цінність м'яса, можуть суттєво змінюватись у процесі тривалого зберігання [3, с. 8-10; 5, с. 254].

Зміни білкових речовин м'яса при тривалому зберіганні в стані недостатньо вивчені. Відомо, що білкова система м'яса зазнає деяких хімічних змін при холодильній обробці: є дані про агрегування білків з поступовим зниженням розчинності в електролітах; збільшується кількість розчинного та залишкового азоту, поліпептидів та азотистих основ [4, с. 34].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** Авторами показано [8, с. 517], що при зберіганні м'яса в замороженому стані в ньому знижується вміст незамінних амінокислот, причому зниження валіну та лізину було статистично суттєвим. Внаслідок цього, питання оцінки біологічної цінності м'яса після циклу тривалого зберігання, видаються нам важливими та актуальними.

Незамінні амінокислоти є природними та необхідними компонентами харчових продуктів. Вивчення їх будови і властивостей одна з важливих складових, що дозволяє розробляти принципи конструювання нових харчових продуктів оздоровчого і профілактичного призначення. Будова сполук, їх властивості і реакційна здатність визначають механізми перетворень, що відбуваються у технологічних процесах. Тому на сучасному етапі розвитку науки необхідно враховувати ці знання при виробництві харчових продуктів [9, с. 414].

Вивчення амінокислотного в м'язових тканинах дозволяє отримувати дані, що прямо або побічно характеризують якісний і, певною мірою, кількісний склад білків м'язів, а також дає можливість оцінити первинну структуру білків, характер обмінних процесів, що протікають, і можливість подальшого засвоєння іншими гетеротрофними організмами при включенні в харчовий раціон останніх. Поняття «ідеальний» білок включає уявлення про гіпотетичний білок високої харчової цінності, що задовольняє потребу організму людини в незамінних амінокислотах. Для дорослої людини як «ідеальний» білок застосовують амінокислотну шкалу Комітету ФАО/ВООЗ [7, с. 85].

**Постановка завдання.** Мета роботи полягала у вивченні зміни та проведенні кількісної оцінки вмісту амінокислот у м'ясній сировині при тривалому холодильному зберіганні.

Як об'єкт дослідження використовували м'язову тканину: – свинини жилованої з вмістом жирової тканини від 35 до 50%, – яловичини жилованої з вмістом сполучної та жирової тканини не більше 20%. Дослідні зразки зберігалися при температурі  $-18^{\circ}\text{C}$  протягом 6 місяців. Для зберігання кожен зразок свинини і яловичини був упакований у пакет з полімерної плівки, зразки укладені в ящики з гофрованого тришарового картону і поміщені в морозильні камери, для подальшого зберігання.

На всіх етапах контролю у процесі зберігання санітарно-гігієнічні та мікробіологічні показники яловичини та свинини відповідали «Єдиним санітарно-епідеміологічним та гігієнічним вимогам до товарів, що підлягають санітарно-епідеміологічному нагляду (контролю)». На всіх етапах холодильного зберігання (0, 30 та 180 добу) було проведено оцінку біологічної повноцінності білків м'яса за амінокислотним складом. Амінокислотний аналіз проводили за стандартними методиками [1, с. 201].

Біологічну цінність харчового білка характеризують показники якості, що відбивають ступінь відповідності його амінокислотного складу потреб організму людини в амінокислотах для синтезу білка. Визначення біологічної цінності білків використовують хімічні та біологічні методи. На практиці найбільшого поширення набув так званий метод амінокислотного скоря, що дозволяє виявити амінокислоти, що лімітують незамінні. Визначення лімітуючих амінокислот в білку, що вивчається, проводили в порівнянні з «ідеальним» білком, повністю збалансованим за амінокислотним складом.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Встановлено, що масова частка білка в досліджуваних зразках м'ясної сировини, що зберігається в промислових умовах, незначно змінювалася за весь період зберігання. Слід зазначити, що «ідеальна» за хімічним складом м'ясна сировина (волога, жир, білок) можна порівняти з кожною партією м'яса, закладеною на зберігання в умовах реального виробництва, відібрати для проведення досліджень не було можливим.

Результати проведених досліджень зі зберігання замороженого м'яса показали, що дослідні зразки яловичини та свинини на останньому терміні зберігання (180 діб) містили незамінні амінокислоти, тобто. були повноцінними і мали досить високі показники біологічної цінності, близькі до норми, рекомендованої ФАО/ВООЗ.

Так, при зберіганні яловичини протягом 180 діб відбулося зниження суми незамінних амінокислот на 7,6% з 39,4 до 36,4 мг/100 г білка, при цьому у свинині зазначено їх зменшення на 10,7% з 42,2 до 37,7 мг/100 г білка відповідно. Найбільш суттєве зниження незамінних амінокислот: метіоніну та цистеїну зазначено

у зразках яловичини. На останніх етапах зберігання спостерігалось збільшення майже в 2 рази вмісту проліну як у яловичині, так і у свинині, що може свідчити про можливий вплив заморожування та подальшого холодильного зберігання.

На наступному етапі досліджень було розраховано відношення вмісту незамінних амінокислот (НАК) до загального азоту білка (ЗАБ) у 100 г білка, виражені у грамах незамінних амінокислот на 1 г азоту.

Амінокислотний склад досліджених зразків свинини та яловичини наведено у таблиці 1.

Таблиця 1  
Амінокислотний склад свинини та яловичини на різних етапах зберігання

Показник	Доба зберігання						Рекомендації ФАО/ВООЗ АК/100 г білка
	Яловичина			свинина			
Масова частка білка, %	0	30	180	0	30	180	
Незамінні амінокислоти (НАК), г/100 г білка							
Изолейцин	3,2	2,3	2,6	3,8	3,6	2,3	4,3
Лейцин	6,0	7,1	6,6	8,1	7,1	5,8	7,2
Лізин	7,3	7,2	7,0	7,3	7,1	8,0	5,5
Метіонін	2,3	2,0	1,7	2,2	2,5	1,5	2,3
Цистеїн	1,6	1,5	0,8	1,5	1,2	1,3	1,4
Фенілаланін	4,4	4,0	3,2	4,8	3,2	3,2	4,6
Тирозин	4,3	4,8	2,8	4,1	3,9	2,4	3,3
Треонін	5,7	4,0	5,3	5,8	5,7	5,4	6,3
Тріптофан	1,3	1,3	1,0	1,2	1,5	1,5	1,1
Валін	3,3	4,2	4,3	3,9	3,6	5,5	4,4
Всього НАК	39,4	38,5	36,4	42,2	39,9	37,7	43,5
Замінні амінокислоти (ЗАК), г/100 г білка							
Аспарагінова кислота	7,6	9,1	10,4	8,9	9,5	7,1	10,2
Серин	5,4	5,4	4,6	4,9	5,0	4,8	4,6
Глутамінова кислота	18,5	18,3	18,3	18,0	19,0	16,9	16,8
Гліцин	5,8	4,8	4,8	4,9	5,0	5,7	3,7
Аланін	4,4	4,5	4,2	5,2	5,4	4,2	3,8
Гістидин	5,1	6,3	6,4	4,5	4,0	3,1	2,3
Аргінін	7,5	7,5	5,7	5,9	6,2	8,0	6,7
Пролін	4,2	4,3	7,3	4,2	5,2	11,5	5,5
Всього ЗАК	58,5	60,2	961,8	56,5	59,3	61,3	52,6
Всього амінокислот	97,9	98,7	98,2	98,7	98,7	99,0	97,1

При оцінці білків за допомогою цих показників виходять з того, що у білків з високою біологічною цінністю відношення НАК/ЗАБ становить не менше 2,0, а кількість незамінних амінокислот у 100 г білка – не менше 40. Вважається, що інші білки мають низьку біологічну цінність. Таким чином, при холодильному зберіганні замороженого м'яса відношення НАК/ЗАБ через 6 місяців зберігання

становило 1,85 та 1,68 для свинини та яловичини відповідно, що у свою чергу незначно відрізняється від білків із високою біологічною цінністю.

Таблиця 2

**Біологічна цінність білка замороженого м'яса  
за розрахунковими показниками**

Назва зразку	Доба зберігання	НАК/ЗАБ	Всього НАК
Яловичина	0	2,15	39,4
	30	1,85	38,5
	180	1,68	36,4
Свинина	0	2,34	42,2
	30	2,17	39,9
	180	1,85	37,7

Амінокислотні індекси, що свідчать про біологічно цінний вміст у м'ясі незамінних та заміennих амінокислот, розраховували щодо суми незамінних амінокислот до суми заміennих амінокислот (НАК/ЗАК) та щодо суми незамінних амінокислот до загальних амінокислот (НАК/загальні амінокислоти). Відношення групи незамінних амінокислот до групи заміennих (амінокислотний індекс НАК/ЗАК) у досліджених зразках яловичини та свинини становив 0,59...0,67 – для яловичини та 0,62...0,75 – для свинини відповідно, що близько значення цього показника, рекомендованого ФАО/ВООЗ для збалансованого харчування – 0,56...0,67. Амінокислотний індекс ставлення незамінних амінокислот до загальних амінокислот для «стандартного» білка має значення 0,4, у досліджених нами зразках він становив 0,37...0,4 – для яловичини та 0,38...0,42 – для свинини, що також показує досить високу біологічну цінність м'яса після тривалого зберігання у замороженому стані.

**Висновки.**

1. Таким чином, основні показники біологічної цінності замороженої яловичини та свинини після тривалого холодильного зберігання свідчать про досить хорошу безпеку продукту.

2. Основний вплив на зміну білкових речовин м'яса та пов'язаного з ними амінокислотного складу надає процес заморожування, в результаті якого відбуваються денатурація і агрегація білків, подальше зберігання м'яса в замороженому стані меншою мірою впливає на протікають в ньому зміни.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Антипова Л. В. Методи дослідження м'яса і м'ясних продуктів. Київ. 2015. 378 с.
2. Передумови розвитку м'ясної галузі в Україні: продовольча база чи «сучасна культура споживання»? URL: <http://www.atik.com.ua/index.php/ru/blogproduction/2-catnews/24--l-r.html>
3. Баль-Прилипка Л.В., Леонова Б.І., Нагорна М.Н. Сучасні технологічні особливості виробництва делікатесних м'ясних продуктів. *Мясное дело*. 2014. № 6-7. С. 8-10.
4. Жерінов А. І. Виробництво м'яса і м'ясних товарів. Київ, 2009. С. 34-41.
5. Приліпка Т.М. Букалова Н.В. Ветеринарно-санітарна оцінка продуктів забою тварин. *Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конференції «Зоотехнічна наука:*

історія, проблеми, перспективи». Подільський ДАТУ, 26–27 травня 2016 р. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 254–257.

6. Prylipko T., Bukalova N., Lyasota V. Features of introduction of the HACCP system on enterprises of Ukraine. The potential of modern scient. London 2019. volume 1. p.p.49-60.

7. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects*. Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016. С.85-89.

8. Riaz, M.N., Texturized soy protein as an ingredient, in Proteins in food processing, R.Y.Yada, Editor. 2004, *Woodhead Publishing Limited*: Cambridge, London. p. 517–557.

9. Boye, J., F. Zare, and A. Pletch, Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 2010. 43(2): p. 414-431.

#### REFERENCES:

1. Anty`pova L. V. (2015) Metody` doslidzhennya m`yasa i m`yasny`x produktiv [Research methods of meat and meat products]. Ky`yiv. 378 s. (in Ukrainian)

2. Peredumovy` rozvy`tku m`yasnoyi galuzi v Ukraini: prodovol`cha baza chy` «suchasna kul`tura spozhy`vannya»? [Prerequisites for the development of the meat industry in Ukraine: food base or "modern culture of consumption"?]. Retrieved from: <http://www.atik.com.ua/index.php/ru/blogproduction/-2-catnews/24--l-r.html>

3. Bal`-Pry`ly`pko L.V., Leonova B.I., Nagorna M.N. (2014) Suchasni texnologichni osoby`vosti vy`robny`cztva delikatesny`x m`yasny`x produktiv [Modern technological features of the production of delicate meat products]. *Myasnoe delo*. № 6-7. S. 8-10.

4. Zherinov A. I. (2009) Vy`robny`cztvo m`yasa i m`yasny`x tovariv [Production of meat and meat products]. Ky`yiv: S. 34-41. (in Ukrainian)

5. Pry`lipko T.M. Bukalova N.V. (2016) Vetery`narno-sanitarna ocinka produktiv zaboyu tvary`n [Veterinary and sanitary assessment of animal slaughter products]. *Materialy` VI Mizhnar. nauk.-prakt. konferenciyi «Zootexnichna nauka: istoriya, problemy`, perspekty`vy`»*. Podil`s`ky`j DATU, 26–27 travnya 2016 r. Kam`yanecz`-Podil`s`ky`j, 2016. S. 254–257.

6. Prylipko T., Bukalova N., Lyasota V. (2019) Features of introduction of the HACCP system on enterprises of Ukraine. *The potential of modern scient*. London. Volume 1. p.p.49-60.

7. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. (2016) Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects*. Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016. S.85-89.

8. Riaz, M.N., (2004) Texturized soy protein as an ingredient, in Proteins in food processing, R.Y. Yada, Editor. *Woodhead Publishing Limited*: Cambridge, London. p. 517-557.

9. Boye, J., F. Zare, and A. Pletch, (2010) Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2): p. 414-431.

УДК 664.934

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.11>

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОЛАГЕНОВИХ ПЛІВОК З ЗАСТОСУВАННЯМ СО<sub>2</sub>-ЕКСТРАКТІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

**Приліпко Т. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів  
ЗВО «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

Наведені результати досліджень з вивчення фізико-хімічних і технологічних показників колагенових плівок з застосуванням СО<sub>2</sub>-екстрактів для зберігання м'ясних продуктів. Встановлено, що в'язкість у трьох дослідних зразків – з екстрактом гвоздики, коріандру і запашного перцю була однаковою і трохи вище, ніж у контролю. У той час як у двох інших дослідних зразків – з екстрактом імбиру та мускатного перцю в'язкість була нижчою порівняно з контрольним зразком. Зміна в'язкості між дослідними зразками колагенових мас із концентраціями 5% і 10% спостерігалася у бік незначного збільшення останнього. У ході визначення значення рН спостерігалася невелике його відхилення у дослідних зразків у кислую сторону порівняно з контролем. На заключному етапі експерименту отримано модельні зразки колагенових плівок шляхом висушування вихідних мас при кімнатній температурі. Аналіз отриманих результатів показав, що введення екстрактів у кількості 10% сприяв формуванню більш яскраво вираженого запаху, але в процесі сушіння за рахунок випаровування вологи та деякого випаровування ефірних олій, аромат самих плівок здавався менш інтенсивним, ніж на етапі змішування колагенової маси з СО<sub>2</sub>-ек. Особливо гармонійним і приємнішим ароматом мали колагенові плівки з екстрактами гвоздики і запашного перцю. Результати випробувань свідчили, що всі дослідні зразки мали високу паропрохідність, близьку за значеннями до контролю, показавши мінімальні відхилення в межах похибки, допустимої в ході досліджень. Мінімальне відхилення значень температури зварювання дослідних зразків колагенових плівок від контрольного зразка дозволяло судити про наявність слабого впливу доз, що вводяться, СО<sub>2</sub>-екстрактів на фізико-хімічні властивості плівок. Проведені дослідження дозволяють свідчити, що дослідні зразки колагенових плівок з СО<sub>2</sub>-екстрактами мають покращені органолептичні показники і за фізико-хімічними властивостями практично не поступаються контрольному зразку, що дозволяє позитивно оцінити перспективу використання СО<sub>2</sub>-екстрактів як компонентів у складі плівки та застосовувати при виробництві делікатесної м'ясної продукції.

**Ключові слова:** СО<sub>2</sub>-екстракти, фізико-хімічні властивості, колагенові плівки, м'ясо, паропрохідність.

### ***Prlypko T. M. Physico-chemical and technological indicators of collagen films with the use of CO<sub>2</sub> extracts for the storage of meat products***

The results of research on the study of physico-chemical and technological indicators of collagen films with the use of CO<sub>2</sub> extracts for the storage of meat products are given. It was established that the viscosity of three test samples – with clove, coriander and allspice extract was the same and slightly higher than in the control. While in the other two test samples – with ginger and nutmeg extract, the viscosity was lower compared to the control sample. The change in viscosity between test samples of collagen masses with concentrations of 5% and 10% was observed towards a slight increase of the latter. During the determination of the pH value, a small deviation of it was observed in the experimental samples in the acidic direction compared to the control. At the final stage of the experiment, model samples of collagen films were obtained by drying the starting masses at room temperature. The analysis of the obtained results showed that the introduction of extracts in the amount of 10% contributed to the formation of a more pronounced smell, but in the drying process due to the evaporation of moisture and some evaporation of essential oils, the aroma of the films themselves seemed less intense than at the stage of mixing the collagen mass with CO<sub>2</sub>-ec. Collagen films with extracts of cloves and allspice had



*a particularly harmonious and pleasant aroma. The test results showed that all test samples had high vapor permeability, close to the control values, showing minimal deviations within the limits of error allowed during the studies. The minimal deviation of the values of the welding temperature of the experimental samples of the collagen films from the control sample made it possible to judge the presence of a weak influence of the administered doses of CO<sub>2</sub> extracts on the physicochemical properties of the films. The conducted studies allow us to testify that the experimental samples of collagen films with CO<sub>2</sub> extracts have improved organoleptic indicators and in terms of physical and chemical properties are practically not inferior to the control sample, which allows us to positively assess the prospect of using CO<sub>2</sub> extracts as components in the composition of films and use in the production of delicatessen clear products.*

**Key words:** CO<sub>2</sub> extracts, physical and chemical properties, collagen films, meat, vapor permeability.

**Постановка проблеми.** Серед різних напрямів у галузі вдосконалення технології виробництва м'ясної продукції найважливішим є забезпечення збереження її якісних характеристик у процесі зберігання та реалізації [6, с. 30].

Багато видів м'ясних продуктів, які мають захисної оболонки і вироблені за традиційною технологією, призначаються тривалого зберігання. При цьому в них неминуче відбувається зміна вмісту вологи, що відбивається на якості і призводить до втрати маси, окислення жиру та зміна кольору м'язової тканини під дією кисню повітря, забруднення поверхні, ураження пліснявами та бактеріями. І тут виникає необхідність у створенні захисних плівок, які є найефективнішим методом упаковки, т.к. можуть бути нанесені безпосередньо на поверхню м'ясних продуктів при повному виключенні контакту останніх з киснем повітря незалежно від їх форми [2, с. 18; 4, с. 183; 5, с. 211].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** Останнім часом пакувальні матеріали та оболонки обробляють різними складами з метою надання їм тих чи інших властивостей, зокрема, антиокислювальних або антимикробних [1, с. 47; 7, с. 18]. Такими складами обробляють зазвичай покриття та оболонки з натуральної сировини для збільшення терміну придатності готової продукції.

Відомо, що органолептичні показники м'ясних продуктів часто визначають великий споживчий попит за її реалізації. Завдяки введенню спеціальних добавок – ароматизаторів, барвників та ін. можна регулювати смако-ароматичні властивості власне харчового продукту.

у їстівній плівці. Таким чином, їстівна плівка може змінювати сенсорне сприйняття продукту споживачем, що особливо важливо при прийомі продуктів лікувально-профілактичної дії, наприклад, їжі з зниженим вмістом жиру, сахарози з додаванням рослинного (наприклад, соєвого) білка. Крім того, здатність їстівної плівки утримувати різні сполуки дозволяє збагачувати продукти харчування мінеральними речовинами, вітамінами, комплексами мікроелементів і т.п. компенсуючи дефіцит необхідних людині компонентів їжі [10, с. 132; 11, с. 276].

Найбільш перспективною для вдосконалення процесу виробництва є група реструктурованих м'ясних виробів та цільном'язових м'ясних виробів (ЦМВ). М'ясопереробною промисловістю виробляється великий асортимент цієї групи виробів, що розрізняються за видах сировини (зі свинини, яловичини, баранини, конини, оленини і т.д.); за характером посолу й термообробки (варені, копчено-варені, варено-копчені, сирокопчені, сирсолоні, копченозапечені, запечені, смажені); за наявністю кісткової тканини (м'якоті та м'ясокістні); за ступенем подрібнення похідної сировини (ЦМВ та реструктуровані); за характером формування (натуральні відруби, цільном'язові шматки, в оболонках, в сітках, в прес-формах, в полімерних ємностях); за строками зберігання [8, с. 168; 9, с. 90].

Проаналізувавши базовий асортимент ЦМВ, можна зробити висновок, що варіювання різних параметрів технологічної обробки дозволяє отримати широкий спектр м'ясних виробів з одного виду сировини різний за органолептичними показниками, строком виробничого циклу, виходом готової продукції, періодом зберігання й ін. Виходячи з аналізу літературних джерел і враховуючи існуючі технології, вже робилися спроби вдосконалення виробництва ЦМВ за рахунок використання нетрадиційних видів сировини, ефективних фізико-хімічних та біологічних методів модифікації сировини, нових способів обробки. При цьому, не зважаючи на досить великий асортимент сировини та прийомів обробки, в основі більшості вдосконалень технологій є комплексна дія різних засобів обробки на сировину до термічної обробки [5, с. 97].

Зростання інтересу до створення їстівних плівок пов'язані з запеклим вимог до охорони навколишнього середовища [11, с.277]. Їстівні покриття та плівки, виготовлені з колагену, мають цілу низку переваг, таких, як придатність до споживання людиною, біологічна сумісність, бар'єрні властивості, що захищають від кисню.

В даний час застосування CO<sub>2</sub>-екстрактів є найбільш прийнятним методом заміни спецій при виробництві м'ясних продуктів (чорний перець, кардамон, мускатний горіх, гвоздика та ін.). CO<sub>2</sub>-екстракти – натуральні, екологічно чисті продукти, що значно знижують мікробіальну обсімененість харчових систем, виявляють стійкість при зберіганні.

CO<sub>2</sub>-екстракти відкрили нову сторінку в історії сучасної харчової промисловості, ці потужні біологічно активні субстанції отримують за допомогою зрідженого вуглекислого газу, ця технологія з'явилася нещодавно. Фітовитяжки, одержані таким надкритичним методом, є маслорозчинними речовинами, вони легко розчиняються також у полісорбаті-80.

Надзвичайно зручно те, що CO<sub>2</sub>-екстракція автоматично означає стерильність отриманого продукту, а багатий антиоксидантами склад протистоїть псуванню і прогорканню. Таким чином, CO<sub>2</sub>-витяжки – поки що неперевершений за якістю харчовий агент, який не містить консервантів, слідів розчинника або інших речовин, що привнесені. Встановлено, що вони мають антиоксидантну дію і сприяють створенню продуктів з пролонгованим терміном зберігання [3, с. 22; 7, с. 19].

**Постановка завдання.** Мета – вивчення фізико-хімічних і технологічних показників колагенових плівок з застосуванням CO<sub>2</sub>-екстрактів для зберігання м'ясних продуктів

Об'єктом для експериментальних досліджень служила колагенова маса з масовою часткою сухих речовин 2%. Для визначення фізико-хімічних характеристик до складу колагенової маси було внесено необхідну кількість гліоксалу (дубителя) та гліцерину (пластифікатора).

Для введення до складу колагенової маси були обрані наступні CO<sub>2</sub>-екстракти прянощів: екстракти гвоздики, коріандру, мускатного горіха, м'біру та запашного перцю, і була визначена концентрація їх внесення в кількості 5% і 10% від масової частки сухих речовин.

На першому етапі роботи було вивчено органолептичні показники, а саме інтенсивність аромату колагенової маси з різними екстрактами, залежно від дози внесення. Аналіз показав, що 5% концентрації екстрактів цілком достатньо, щоб відчути характерний аромат, присутній в колагеновій масі. Завдяки введенню екстрактів у кількості 10% аромат колагенової плівки став більш насиченим, але не різким.

Наступним етапом роботи було визначення впливу різних концентрацій CO<sub>2</sub>-екстрактів на зміну в'язкості (табл. 1) та значення рН (Табл. 2) колагенової маси в порівнянні з контрольним зразком.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Результати досліджень показали, що в'язкість у трьох дослідних зразків – з екстрактом гвоздики, коріандру і запашного перцю була однаковою і трохи вище, ніж у контролю. У той час як у двох інших дослідних зразків – з екстрактом імбиру та мускатного перцю в'язкість була нижчою порівняно з контрольним зразком. Зміна в'язкості між дослідними зразками колагенових мас із концентраціями 5% і 10% спостерігалось у бік незначного збільшення останнього.

Таблиця 1

**Зміни в'язкості колагенових мас**

Концентрація CO <sub>2</sub> -екстрактів	В'язкість колагенової маси, Па·с при $\epsilon=1\text{c-1}$					
	Контроль	Гвоздика	Коріандр	Імбир	Запашний перець	Мускатний горіх
5%	105,1	106,6	106,6	95,0	106,6	106,8
10%	105,1	108,0	108,0	98,0	108,0	102,2

У ході визначення значення рН спостерігалось невелике його відхилення у дослідних зразків у кислу сторону порівняно з контролем.

Таблиця 2

**Зміни в'язкості колагенових мас**

Концентрація CO <sub>2</sub> -екстрактів	Показник рН					
	Контроль	Гвоздика	Коріандр	Імбир	Запашний перець	Мускатний горіх
5%	3,50	3,47	3,47	3,45	3,47	3,45
10%	3,50	3,42	3,42	3,40	3,41	

На заключному етапі експерименту отримано модельні зразки колагенових плівок шляхом висушування вихідних мас при кімнатній температурі. Потім було проведено органолептичну оцінку отриманих дослідних зразків колагенових плівок з CO<sub>2</sub>-екстрактами. Аналіз отриманих результатів показав, що введення екстрактів у кількості 10% сприяв формуванню більш яскраво вираженого запаху, але в процесі сушіння за рахунок випаровування вологи та деякого випаровування ефірних олій, аромат самих плівок здавався менш інтенсивним, ніж на етапі змішування колагенової маси з CO<sub>2</sub>-ек.

Варто зазначити, що контрольний зразок колагенової плівки сам по собі мав ненав'язливий, але специфічний запах сировини (шкури) і тому необхідно було враховувати можливість невеликого відхилення аромату в отриманих плівках. Однак CO<sub>2</sub>-екстракти «приховали» запах вихідної сировини, що був, і особливо гармонійним і приємнішим ароматом мали колагенові плівки з екстрактами гвоздики і запашного перцю.

Метою подальших досліджень було вивчення впливу вибраних концентрацій CO<sub>2</sub>-екстрактів на зміну фізико-хімічних властивостей одержаних колагенових плівок (табл. 3).

Результати випробувань свідчили, що всі дослідні зразки мали високу паропроникність, близьку за значеннями до контролю, показавши мінімальні відхилення в межах похибки, допустимої в ході досліджень.

Таблиця 3

## Зміни паропроникності

Концентрація CO <sub>2</sub> -екстрактів	Паропроникність, г/м <sup>2</sup> за 24 год					
	Контроль	Гвоздика	Коріандр	Імбир	Запашний перець	Мускатний горіх
5%	1395	1374	1389	1347	1392	1363
10%	1395	1350	1367	1321	1372	1343

Мінімальне відхилення значень температури зварювання дослідних зразків колагенових плівок від контрольного зразка дозволяло судити про наявність слабого впливу доз, що вводяться, CO<sub>2</sub>-екстрактів на фізико-хімічні властивості плівок (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив введених доз CO<sub>2</sub>-екстрактів на фізико-хімічні властивості плівок

Концентрація CO <sub>2</sub> - екстрактів	Температура зварювання, °С					
	Контроль	Гвоздика	Коріандр	Імбир	Запашний перець	Мускатний горіх
5%	47	46-47	46-47	46-47	47	47
10%	47	46-47	46	46	46-47	46-47

**Висновки.**

1. Таким чином, проведені дослідження дозволяють свідчити, що дослідні зразки колагенових плівок з CO<sub>2</sub>- екстрактами мають покращені органолептичні показники і за фізико-хімічними властивостями практично не поступаються контрольному зразку.

2. Це дозволяє позитивно оцінити перспективу використання CO<sub>2</sub>-екстрактів як компонентів у складі плівок та застосовувати при виробництві делікатесної м'ясної продукції.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Бойко О. А., Кузнецова Т. Г. Воздействие коллагенолитического препарата на структуру мясного сырья. *Мясная индустрия*. 2004. № 4. С. 47-49. 37.
2. Зубар Н. Основи фізіології та гігієни харчування : навч. посіб. Київ : Кондор, 2018. 444 с.
3. Тимченко Л. Використання тваринних білків серії Сканпро у виробництві м'ясопродуктів. *Мясной бизнес*. 2006. № 4 (44). С. 22.
4. Технологія м'яса та м'ясних продуктів : підручник / за ред. М. М. Клименка. Київ : Вища освіта, 2006. 640 с.
5. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 378 с.
6. Фуштей Л. Л. Світовий ринок м'яса та місце України на ньому. *The scientific heritage*. Budapest, Hungary, 2020. No. 50. P. 30-38.
7. Ціхановська В. М., Томчук О. В., Ціхановська О. М. Сучасний стан та тенденції розвитку ринку м'яса і м'ясної продукції в Україні. Сталій розвиток економіки. *Міжнародний науково-виробничий журнал*. Дніпропетровськ, 2015. № 3 (28). С. 18-26.
8. Якубчак О. М., Ушаков Ф. О., Таран Т. В. Якість і безпечність ковбасних виробів : монографія. Київ : Компрінт, 2017. 168 с

9. Янковий В. О. М'ясопереробна промисловість: стан і перспективи розвитку. *Процеси, обладнання, автоматизація, управління і економіка*. 2010. № 2 (11). С. 90-95.

10. Bouton P. E., Foud A. L., Harnis P. V. Pressureheat treatment of postrigor muscle: effects on tenderness. *Journal of food science*. 1977. Vol. 42, No. 1. P. 132-135.

11. Bouton P. E. Pressure – heat treatment of meat: effect of prior aging treatment on shear properties. *Journal of food science*. 1980. Vol. 45, No. 2. P. 276-278.

#### REFERENCES:

1. Bojko O. A., Kuzneczova T. G. (2004) Vozdejstvy'e kollagenolyty'cheskogo preparata na strukturu myasnogo syr'ya [Effect of a collagenolytic preparation on the structure of raw meat]. *Myasnaya yndustry ya*. № 4. S. 47-49. 37.

2. Zubar N. (2018) Osnovy fiziologiyi ta gigiyeny' xarchuvannya [Basics of physiology and food hygiene]: navch. posib. Ky'yiv : Kondor, 444 s. (in Ukrainian)

3. Ty'mchenko L. (2006) Vy'kory'stannya tvary'ny'x bilkiv seriyi Skanpro u vy'robny'chty' m'yasoproduktiv [The use of animal proteins of the Scanpro series in the production of meat products]. *Myasnoj by'znes*. № 4 (44). S. 22.

4. Texnologiya m'ysa ta m'yasny'x produktiv [Technology of meat and meat products] (2006): pidruchny'k / za red. M. M. Kly'menka. Ky'yiv : Vy'shha osvita, 640 s. (in Ukrainian)

5. Sy'roxman I. V., Lozova T. M. (2017) Tovaroznavstvo m'ysa i m'yasny'x tovariv [Merchandising of meat and meat products]: pidruchny'k. Ky'yiv : Centr uchbovoyi literatury, 378 s. (in Ukrainian)

6. Fushtej L. L. (2020) Cvitovy'j ry'nok m'ysa ta misce Ukrayiny' na n'omu [The world meat market and Ukraine's place on it]. *The scientific heritage*. Budapest, Hungary, No. 50. R. 30-38.

7. Cixanov's'ka V. M., Tomchuk O. V., Cixanov's'ka O. M. (2015) Suchasny'j stan ta tendenciyi rozvy'tku ry'нку m'ysa i m'yasnoyi produkciyi v Ukrayini. Staly'j rozvy'tok ekonomiky' [The current state and trends in the development of the meat and meat products market in Ukraine]. *Mizhnarodny'j naukovo-vy'robny'chy'j zhurnal*. Dnipropetrovs'k, №3 (28). S. 18-26.

8. Yakubchak O. M., Ushakov F. O., Taran T. V. (2017) Yakist' i bezpechnist' kovbasny'x vy'robiv [Quality and safety of sausage products]: monografiya. Ky'yiv : Kompry'nt, 168 s. (in Ukrainian)

9. Yankovy'j V. O. (2010) M'yasopererobna promy'slovist': stan i perspekty'vy' rozvy'tku [Meat processing industry: state and development prospects]. *Procesy, obladnannya, avtomaty'zaciya, upravlinnya i ekonomika*. № 2 (11). S. 90-95.

10. Bouton P. E., Foud A. L., Harnis P. V. (1977) Pressureheat treatment of postrigor muscle: effects on tenderness. *Journal of food science*. Vol. 42, No. 1. R. 132-135.

11. Bouton P. E. (1980) Pressure – heat treatment of meat: effect of prior aging treatment on shear properties. *Journal of food science*. Vol. 45, No. 2. P. 276-278.

УКД 65.012.122

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.12>

## ВИКОРИСТАННЯ ПОХІДНИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ОБЛІПИХИ У ВИРОБНИЦТВІ ЗДОБНИХ БУЛОЧОК

**Самілик М. М.** – кандидат технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри технологій та безпеки харчових продуктів  
Сумського національного аграрного університету  
ORCID ID: 0000-0002-4826-2080

**Демидова Є. В.** – аспірант кафедри технологій та безпеки  
харчових продуктів  
Сумського національного аграрного університету  
ORCID ID: 0000-0002-7933-4251

Одним із перспективних напрямів підвищення якості та розширення асортименту хлібобулочних виробів є збагачення їх нетрадиційними видами рослинної сировини, яка містить збалансований комплекс мінеральних речовин, вітамінів та інших біологічно цінних сполук, характеризується високими поживними, смаковими та іншими властивостями. Метою даного дослідження є розробка технології виготовлення здобних булочок із підвищеною біологічною цінністю на основі похідних продуктів переробки *Hippophae rhamnoides* L. Запропоновано спосіб переробки ягід обліпихи на порошки та досліджено вплив похідних продуктів переробки *Hippophae rhamnoides* L. на технологічні властивості готових виробів. Для визначення впливу порошку обліпихи на показники якості здобних булочок використовували стандартні методи дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості. В роботі запропоновано спосіб переробки плодів *Hippophae rhamnoides* L., який передбачає попереднє заморожування, осмотичну дегідратацію ягід у концентрованому цукровому розчині (70%). При цьому із ягід видаляється частина води (10–15%), що дозволяє зменшити енерговитрати на процес сушіння. Особливістю даного дослідження є вивчення амінокислотного складу похідних продуктів переробки обліпихи та обґрунтування можливості їх застосування для збагачення хлібобулочних виробів. Було встановлено, що у похідні продукти переробки *Hippophae rhamnoides* L. переходить найбільша кількість наступних амінокислот, г/100г: серину – 0,45; проліну – 0,49, аспарагінової кислоти – 0,88, глутамінової кислоти – 12,9 та треоніну 0,3. Висушування дозволяє підвищити концентрацію амінокислот у продуктах переробки ягід *Hippophae rhamnoides* L.. Отриманий порошок може стати харчовою добавкою з гарними органолептичними властивостями, здатними підвищувати біологічну цінність продуктів.

**Ключові слова:** здобні булочки, осмотична дегідратація, *Hippophae rhamnoides* L., харчові добавки, амінокислотний склад.

### **Samilyk M. M., Demidova E. V. The use of derivative products of the processing of sea – buckthorn in the manufacture of buns**

One of the promising ways of improving the quality and expanding the assortment of bakery products is to enrich them with non – traditional types of plant raw materials, which contain a balanced complex of minerals, vitamins and other biologically valuable compounds, characterized by high nutritional, taste and other properties. The purpose of this study is to develop a technology for making buttery buns with increased biological value based on the derivatives of *Hippophae rhamnoides* L. The method of processing sea buckthorn berries into powders is proposed and the influence of the derivatives of *Hippophae rhamnoides* L. on the technological properties of the finished products is investigated. To determine the effect of sea buckthorn powder on the quality indicators of butter buns, standard methods of organoleptic and physicochemical quality indicators were used. The paper proposes a method of processing the fruits of *Hippophae rhamnoides* L., which involves preliminary freezing, osmotic dehydration of the berries in a concentrated sugar solution (70%). At the same time, part of the water (10–15%) is removed from the berries, which allows to reduce energy costs for the drying process. The peculiarity of this study is the study of the amino acid composition of derived products of sea buckthorn processing and the substantiation of the possibility of their use for the enrichment

of bakery products. It was established that the largest amount of the following amino acids, g/100g, goes into the derived products of *Hippophae rhamnoides* L. processing: serine – 0.45; proline – 0.49, aspartic acid – 0.88, glutamic acid – 12.9 and threonine 0.3. Drying allows to increase the concentration of amino acids in the processing products of *Hippophae rhamnoides* L. berries. The obtained powder can become a food additive with good organoleptic properties, capable of increasing their biological value.

**Key words:** butter buns, osmotic dehydration, *Hippophae rhamnoides* L., food additives, amino acid composition.

**Постановка проблеми.** Виклики, які останнім часом постали перед Україною, показали важливість локальної переробки сировини. В умовах війни, за відсутності нормальної логістики, для забезпечення продовольчої безпеки доцільно організувати виробництво в зоні вирощування сировини. До того ж, слід використовувати сировину, яка має високу біологічну цінність і не потребує значних ресурсів на вирощування. Такою сировиною можуть стати дикорослі ягоди, які є суперфудами, оскільки містять значну кількість біологічно – активних речовин.

Масове застосування дикорослої сировини стримується особливостями її переробки. Порівняно з культурними рослинами, дикорослі ягоди мають менший вихід соку, потребують залучення ручної праці для сортування та очищення. Ряд стримуючих факторів негативно впливають на можливості застосування цієї сировини у промисловому виробництві. Проте, їх висока біологічна цінність і лікувально – профілактичні властивості сприяють постійній цікавості з боку науковців та переробників, особливо закордонних.

Не вирішеною проблемою залишається питання визначення раціонального способу переробки сировини, який дозволить зберегти її властивості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день булочні вироби є невід’ємною частиною харчової галузі. Їх частка в раціоні людини становить близько 25% від загальної маси споживаної їжі. Однак у них є такі недоліки, як низька біологічна цінність та висока калорійність [1].

Одним із актуальних напрямів підвищення якості хлібобулочних виробів є використання нових нетрадиційних видів рослинної сировини, яка містить збалансований комплекс вітамінів та мінеральних речовин, харчових волокон та має високі поживні та смакові властивості [1; 2; 3].

Тому, в якості об’єкта дослідження обрано обліпиху *Hippophae rhamnoides* L., яка широко розповсюджена не лише в Україні, а й по всій Європі. Плоди є багатим джерелом вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С та Е, полісахаридів, органічних кислот, особливо фолієвої, мінералів [1; 2; 4; 6]. Перероблені ягоди зазвичай використовуються для виробництва джемів, желе, соків, сиропів, алкогольних напоїв (вина, гірких настоїв, лікерів) та ін.. [1].

Ягоди обліпихи є сировиною для виробництва олії, яку використовують у лікуванні хвороб шлунково – кишкового тракту та шкірних захворювань. Крім цього, вона використовується для підтримки імунітету, так як містить велику кількість аскорбінової кислоти.

Вже проведено дослідження щодо можливості застосування жмиху з обліпихи у виробництві булочок з метою покращення органолептичних властивостей продукту, харчової та біологічної цінності, а також раціонального використання сировини після отримання обліпихового масла та соку [1]. Ці дослідження підтвердили високу біологічну і харчову цінність дикорослих ягід.

Є дослідження, присвячені вивченню можливостей застосування сублімованої обліпихи в рецептурі хлібобулочних виробів для підвищення їх харчової цінності. При заміні 7% борошна вищого гатунку на порошок збільшився вміст вітамінів А

та Е, ліпідів, мінеральних речовин без зниження їх органолептичних показників та показників якості [3].

Показано вплив обліпихового шроту на вуглеводно-амілазний комплекс суміші житнього та пшеничного борошна, проведено порівняльний аналіз харчової цінності хліба. Зразки з додаванням шроту обліпихи відносяться до продуктів функціонального призначення, заповнюють більше 10% від добової потреби в білку та більше 25% від добової потреби у харчових волокнах. При введенні обліпихового шроту в рецептури виробів спостерігається підвищений вміст білка, жирів та харчових волокон, покращились органолептичні та фізико-хімічні показники якості зразків хліба [4].

Відмічається, що обліпиховий порошок є цінним джерелом білків, жирів, харчових волокон, вітамінів, мікроелементів та інших важливих життєво необхідних харчових речовин. Досліджено вплив обліпихової олії та обліпихового борошна на тривалість бродіння тіста та якість готових випечених виробів. Результати показали, що внесення обліпихової олії майже не впливає на масову частку вологи та кислотності продукту, не змінюється час бродіння. Тривалість бродіння при додаванні обліпихового борошна зменшувалась від кількості борошна – при внесенні 3% скоротилася на 15 хвилин, 5% – на 20 хв [5].

Таким чином, корисні властивості *Hippophae rhamnoides L.* не викликають жодних сумнівів. Залишається відкритим питання вибору способу її переробки. Важливо, щоб після переробки зберігалися корисні властивості обліпихи.

**Метою роботи** є розробка технології виготовлення здобних булочок із підвищеною біологічною цінністю на основі похідних продуктів переробки *Hippophae rhamnoides L.*

**Результати досліджень.** В попередніх дослідженнях нами запропоновано технологію переробки обліпихи, в основі якої лежить процес осмотичної дегідратації [7]. Під час осмотичної дегідратації відбувається часткове видалення води із плодів шляхом занурення в концентровані водні розчини з високими осмотичними властивостями.

Запропонований спосіб передбачає попереднє заморожування плодів *Hippophae rhamnoides L.*, це дозволяє використовувати сировину протягом року. Після дефростації при температурі 0–5°C, проводиться їх часткове зневоднення в гіпертонічному цукровому розчині (70 %) методом осмотичної дегідратації протягом 1 години. Частково зневоднені ягоди відокремлюються від осмотичного розчину та висушуються в інфрачервоній сушарці при температурі 50°C. Висушені похідні продукти переробки ягід подрібнюються у тонкодисперсні порошки. Отримані порошки можуть бути харчовою добавкою при виробництві багатьох продуктів – кисломолочних, макаронних, кондитерських та хлібобулочних. Їх використання дозволить підвищити якість, вміст вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон.

Хроматографічним методом було досліджено амінокислотний склад плодів обліпихи та продуктів її переробки. Результати переходу амінокислот у похідні продукти їх переробки представлено в табл. 1.

Результати амінокислотного спектру показали, що у плодах при висушуванні концентрація амінокислот у кінцевому продукті значно збільшується. В порошках, виготовлених із перероблених ягід обліпихи, виявлено 18 амінокислот у кількості 6,65 г/100 г, з них незамінних амінокислот – 8 у кількості 2,16 г/100 г (ізолейцин – 0,26 г, лейцин – 0,50 г, лізин – 0,37 г, метіонін – 0,01 г, фенілаланін – 0,26 г, треонін – 0,28 г, гістидин – 0,27 г, валін – 0,21 г).



Таблиця 1

**Концентрація амінокислот у обліпісі та похідних продуктах її переробки**

Амінокислота	Концентрація, мг/100г	
	В плодах після дефростації	В порошках
Аспарагінова к-та	1222	880
Треонін	239	300
Серин	8435	450
Глутамінова к-та	501	1290
Пролін	2193	490
Гліцин	470	340
Аланін	147	340
Цистин	0	20
Валін	110	330
Метіонін	5	0
Ізолейцин	112	280
Лейцин	127	520
Тирозин	204	230
Фенілаланін	532	320
Гістидин	474	240
Лізин	62	420
Аміак	211	190
Арганін	117	840

У порошках із ягід обліпіхи найбільше знайдено аспарагінової кислоти (0,88 г/100г) та 1,290 г/100г глутамінової кислоти. Аспарагінова кислота стимулює синтез білка, знижує рівень аміаку в крові, нормалізує роботу печінки. Також в цих порошках міститься значна кількість треоніну (0,28–0,30 г/100г), який сприяє збільшенню вироблення колагену і еластину, покращує роботу багатьох внутрішніх органів, зміцнює імунну систему людини, нормалізує енергетичний обмін і обмін речовин.

Висушування дозволяє підвищити концентрацію амінокислот у продуктах переробки ягід *Hippophae rhamnoides L.*. Отримані таким способом порошки можуть стати харчовими добавками з гарними органолептичними властивостями, здатними покращувати амінокислотний склад харчових продуктів.

Високий вміст вітамінів, мінеральних речовин і водорозчинних антиоксидантів обумовлено тим, що інноваційні технології сушіння дозволяють подрібнювати плоди обліпіхи разом з насінням і шкіркою. Тому у висушеному продукті підвищується вміст біологічно активних речовин вихідної сировини, які містилися в плодах обліпіхи. В порошок переходять всі компоненти, які містяться в кісточці і насінні, в тому числі, поліненасичені жирні кислоти.

Також отриманий порошок має підвищений вміст сухих речовин і тому має довготривалий термін зберігання, не втрачаючи своїх властивостей. Відомо, що використання нетрадиційної сировини в хлібопеченні несе за собою певні технологічні ризики, які проявляються в погіршенні реологічних властивостей тіста, в зниженні фізико-хімічних і органолептичних властивостей хліба.

Нами розроблена технологія здобних булочок із додаванням порошоків із похідних продуктів переробки обліпихи (рис. 1).

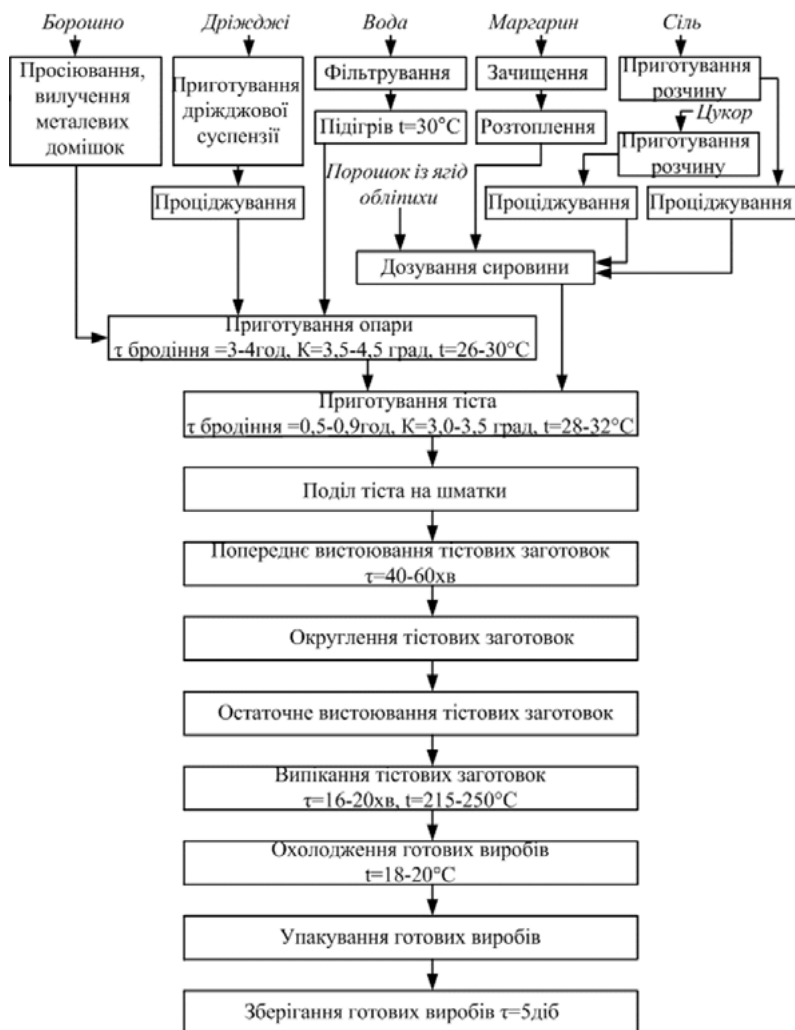


Рис. 1. Технологічна схема виробництва здобних булочок із обліпиховим порошоком

За цією схемою борошно пшеничне просіювали на ситах діаметром 1,2 мм, звільняючи його від домішок та грудочок, при цьому відбувається його насичення киснем. Сіль і цукор, після попереднього сортування на ситах, вносили у тісто у вигляді розчинів. Готували дріжджову суспензію.

Підготовка тіста здійснювалася опарним способом, замішуванням опари протягом 8 – 10 хв. Тривалість бродіння опари – 3 – 4 год. Для виготовлення тіста всі сухі компоненти змішували та вносили порошок з ягід обліпихи, розплавлений маргарин, цукровий, сольовий та яєчний розчини та воду.

З метою збільшення харчової цінності виробів нами було замінено частину пшеничного борошна на порошки, виготовлених із похідних переробки *Hippophae*

*rhamnoides* L. При заміні 5% та 10% кількості борошна пшеничного сприятиме збагаченню здобних булочок амінокислотами та підвищить терміни зберігання.

Вистоювання відбувалося у протягом 40–60 хв. Тістові заготовки випікалися 16–20 хв. при температурі 215–250°C. Готові вироби охолоджували до температури 18–20°C для зберігання.

Під час проведення дослідження використовували стандартні методи визначення органолептичних та фізико – хімічних показників якості булочок здобних з використанням похідних продуктів обліпихи.

При органолептичній оцінці якості перевіряли такі показники: як зовнішній вигляд поверхні (форма, колір, товщина кірки) та стан м'якшу (пористість, пропеченість, колір, смак та запах). При введенні в рецептуру похідних продуктів обліпихи змінилися органолептичні властивості здобних булочок. При збільшенні вмісту обліпихового порошку готові вироби набували більш вираженого жовтого кольору, смаку та запаху, притаманні обліписі.

Не зважаючи на високий вміст кислот у плодах обліпихи, за рахунок осмотичної дегідратації у цукровому розчині, порошки мають солодкуватий смак, з ледь відчутною кислинкою. Це надає готовим булочкам особливого смаку.

Найвищу органолептичну оцінку отримали здобні булочки із вмістом 5% обліпихового порошку. Зразки мали рівномірне забарвлення, слабо виражений запах обліпихи, без дефектів поверхні. Форма виробів була округлою, пористість розвинена. Вироби були добре пропеченими. За результатами дегустаційної оцінки, зразок, що містив 5% обліпихового порошку, набрав найбільшу кількість балів.

Збільшення вмісту порошку, виготовлених із похідних переробки *Hippophae rhamnoides* L. в рецептурі знижує органолептичні показники якості готових виробів. У виробках спостерігався занадто виражений запах обліпихи. Пористість м'якшу була практично не розвинута, знижувався упік булочок, а термін усихання підвищувався.

Було досліджено фізико-хімічні показники (вологість, пористість, кислотність) булочок здобних з використанням похідних продуктів обліпихи. Результати представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Результати фізико-хімічного аналізу булочок здобних  
з використанням похідних продуктів обліпихи**

<b>Показники якості</b>	<b>Контроль</b>	<b>Зразок із 5 % порошку</b>	<b>Зразок із 10% порошку</b>
Вологість, %	28	29	31
Пористість, %	68	66	64
Кислотність, 0Т	1,6	1,9	2,5

Органічні кислоти і цукри при бродінні тіста сприяють накопиченню в ньому кислот, що титруються. Додавання обліпихового порошку при замісі тісту підвищує початкову кислотність тіста на 2,2–3,2Т, прискорюється процес дозрівання за рахунок скорочення тривалості бродіння тіста на 20–40 хв.

При додаванні у тісто отриманих порошоків підвищується кислотність готових виробів, але вона знаходиться в межах вимог до хлібулочних виробів із пшеничного борошна вищого гатунку. Підвищення кислотності дозволяє подовжити термін зберігання здобних булочок та призупинити розвиток різноманітної

хвороботворної мікрофлори, наприклад, картопляної палички. Термін зберігання готових виробів збільшився до 5 діб. Після цього починає з'являтися ознаки псування – запах, ріст цвільових грибів.

За рахунок внесення обліпихових порошоків у рецептуру здобних булочок, збільшується кількість сухих речовин. Додавання обліпихового порошку сприяє зниженню величини упікання на 0,95–1,6%. Такі результати пояснюються тим, що пектинові речовини та харчові волокна, які містяться в обліпиховому порошку, утримують вологу, перешкоджаючи їй вільному випаровуванню при випіканні.

**Висновки і пропозиції.** Аналіз літературних джерел і проведені дослідження показали доцільність використання похідних продуктів переробки обліпихи у виробництві хлібобулочних виробів.

При проведенні дослідження було встановлено, що процес осмотичної дегідратації дозволяє зберегти вміст амінокислот у продуктах переробки *Hippophae rhamnoides* L. Отриманий порошок можна використовувати в якості харчової добавки при виробництві здобних булочок для покращення їх біологічної та харчової цінності.

Встановлено, що оптимальна кількість доданих порошоків – 5%. При збільшенні кількості обліпихового порошку спостерігається підвищення кислотності та вологості готових виробів.

Наявність речовин з антиоксидантними властивостями зумовлює уповільнення окисних процесів, що відбуваються під час випікання та зберігання виробів. За рахунок цього термін зберігання здобних булочок збільшується до 5 діб.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ивлева О.Е. Влияние жмыха плодов облепихи на технологические свойства булки сдобной. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020. № 7(97). P. 156–159. DOI: 10.23670/IRJ.2020.97.7.025.
2. Samilyk M., Demidova E., Bolgova N., Savenko O., Cherniavska T. Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern – European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. № 2(11(116)). P. 52–57. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>.
3. Алексеева С.С., Соломаха С. В., & Наумова Н. Л. Применение порошка из сублимированной облепихи в рецептуре хлебобулочных изделий. *Вестник Камчатского государственного технического университета*. 2021. № 56. P. 6–18. DOI: 10.17217/2079-0333-2021-56-6-18.
4. Конева, С. И., & Мелёшкина, Л. Е. Влияние облепихового шрота на углеводно-амилазный комплекс теста и показатели качества хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2020. № 11(164). P. 190–196. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-190-196.
5. Шевелева Т. Л. Влияние внесение продуктов переработки облепихи на качество пшеничного цельнозернового хлеба. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2021. № 11(176). P. 247–253. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-247-253.
6. Samilyk M., Demidova E., Bolgova N., Kapitonenko A., Cherniavska T. Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products. «*EUREKA: Life Sciences*». 2022. № 2. P. 28–35. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002410.
7. Самілик М. М. Вплив осмотичної дегідратації на амінокислотний склад *Sorbus aucuparia*. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 3. P. 168–174. URL: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.19>.

## REFERENCES:

1. Ivleva, O.E. (2020). Vliyanie zhmykha plodov oblepikhi na tekhnologicheskie svoystva bulki sдобnoy. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 7(97), 156–159. DOI: 10.23670/IRJ.2020.97.7.025 [in Russian].
  2. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Savenko, O., & Cherniavska, T. (2022). Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern – European Journal of Enterprise Technologies*, 2, 11(116), 52–57. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605> [in English].
  3. Alekseeva, S. S., Solomakha, S. V., & Naumova, N. L. (2021). Primenenie poroshka iz sublimirovannoy oblepikhi v retsepture khlebobulochnykh izdeliy. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 56, 6–18. URL: <https://doi.org/10.1134/S1068162012070242> [in Russian].
  4. Koneva S. I., & Meleshkina, L. E. (2020). Vliyanie oblepikhovogo shrota na uglevodnogo – amilaznyy kompleks testa i pokazateli kachestva khleba iz smesi r zhanoy I pshenichnoy muki. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 11(164), 190–196. DOI:10.36718/1819-4036-2020-11-190-196 [in Russian].
  5. Sheveleva, T. L. (2021). Vliyanie vneseniya produktov pererabotki oblepikhi na kachestvo pshenichnogo tselnozernovogo khleba. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 11(176), 247–253. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-190-196 [in Russian].
  6. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Kapitonenko, A., & Cherniavska, T. (2022). Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products. *EU-REKA:Life Sciences*, 2, 28–35. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002410 [in English].
  7. Samilyk, M. M. (2022). Vpliv osmotichnoi degidratatsii na aminokislotniy sklad sorbus aucuparia. *Tavriys'kiy naukoviy visnik. Seriya: Tekhnichni nauki*, 3, 168–174. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.19> [in Ukrainian].
-

УДК 664.6.37

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.13>

## ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ХІМІЧНОМУ СКЛАДІ ОБЛІПИХОВОЇ ОЛІЇ, ОТРИМАНОЇ З РЕГІОНАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

**Сумська О. П.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-1606-6103

**Новікова Н. В.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-3324-965X

**Ковпанець Є. М.** – здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-4603-9352

Метою роботи є визначення вмісту органічних кислот у хімічному складі обліпихової олії, отриманої з регіональної сировини і встановлення впливу технології отримання олії обліпихової на вміст біологічно-активних речовин. Обліпиха – унікальний вихідний продукт для збагачення продуктів харчування біологічно-активними речовинами, які відіграють різноманітну, важливу роль у життєдіяльності організму. Доведено, що вміст органічних кислот і вітаміну С є основною змінною в хімічних складових обліпихи, фітохімічний і поживний склад ягід якої істотно відрізняється в залежності від виду, кліматичних умов і умов вирощування, технології отримання обліпихової олії. Це привертає увагу з позиції необхідності дослідження обліпихи, яка зростає на регіональних територіях. Встановлено, що обліпихова олія отримана із соку містить: органічні кислоти 154.1–167.5 мг%, вітамін С 168–214 мг%. Обліпихова олія екстрагована рафінованою соняшниковою олією містить: органічні кислоти 234.5–388.6 мг%, вітамін С 189–243 мг%. Визначено вплив технології отримання олії обліпихової з регіональної сировини на вміст біологічно-активних речовин, таких як органічні кислоти, вітамін С. За результатами досліджень визначено переваги олії, що отримана за технологією екстрагування соняшниковою рафінованою олією. В такій олії міститься більша кількість аскорбінової кислоти та вільних органічних кислот. При аналізі результатів досліджень олії та сухої сировини, яка зібрана в Херсонській області, було встановлено, що у випадку з органічними кислотами, зокрема вітаміном С на показник кількісного вмісту впливає не лише технологія отримання, а й біологічний сорт обліпихи. Доцільно інтенсивно продовжити наукові роботи по дослідженню речовин, які відповідальні за специфічну біологічну активність обліпихової олії.

**Ключові слова:** регіональна сировина, обліпихова олія, органічні кислоти, вітамін С, збагачення продуктів.

**Sumska O. P., Novikova N. V., Kovpanets Ye. M. Determination of the content of organic acids in the chemical composition of buckbuckthorn oil, obtained from regional raw materials**

The purpose of the work is to determine the content of organic acids in the chemical composition of sea buckthorn oil obtained from regional raw materials and to establish the influence of sea buckthorn oil production technology on the content of biologically active substances. Sea buckthorn is a unique source product for enriching food products with biologically active substances that play a diverse, important role in the vital activity of the body. It has been proven that the content of organic acids and vitamin C is the main variable in the chemical components of sea buckthorn, the phytochemical and nutritional composition of whose berries differs significantly

*depending on the species, climatic and growing conditions, and the technology of obtaining sea buckthorn oil. This attracts attention from the standpoint of the need to study sea buckthorn, which grows in regional territories. It was established that sea buckthorn oil obtained from the juice contains: organic acids 154.1–167.5 mg%, vitamin C 168–214 mg%. Sea buckthorn oil extracted with refined sunflower oil contains: organic acids 234.5–388.6 mg%, vitamin C 189–243 mg%. The effect of the technology of obtaining sea buckthorn oil from regional raw materials on the content of biologically active substances, such as organic acids, vitamin C, was determined. Based on the results of research, the advantages of oil obtained by the technology of extraction with refined sunflower oil were determined. Such oil contains a larger amount of ascorbic acid and free organic acids. When analyzing the results of research on oil and dry raw materials collected in the Kherson region, it was established that in the case of organic acids, in particular vitamin C, the indicator of quantitative content is affected not only by the production technology, but also by the biological variety of sea buckthorn. It is advisable to intensively continue scientific work on the research of substances that are responsible for the specific biological activity of sea buckthorn oil.*

**Key words:** regional raw materials, sea buckthorn oil, organic acids, vitamin C, food enrichment.

**Вступ.** Дослідження раціонів харчування населення України показало, що на сьогодні харчування дітей і дорослого населення якісно та кількісно не відповідає існуючим вимогам за вмістом біологічно-активних речовин. За рахунок хімічного складу, обліпіха – прекрасний вихідний продукт для збагачення продуктів харчування біологічно-активними речовинами, зокрема органічними кислотами. Органічні кислоти відіграють різноманітну роль у життєдіяльності організму, зокрема в обміні речовин. Вони є проміжними продуктами оксидації вуглеводів, жирів, амінокислот і білків, а також використовуються в синтезі амінокислот, алкалоїдів, стероїдів. В Україні наукові роботи по дослідженню речовин, які відповідають за специфічну біологічну активність обліпихової олії проводяться недостатньо інтенсивно. Використання обліпихової олії в рецептурі харчових продуктів в нашій країні в даний час обмежено. Зарубіжними дослідниками виявлені великі варіації вмісту органічних кислот в залежності від виду, кліматичних умов і умов вирощування, відмінностей між роками, ступеня дозрівання, умов зберігання, часу збору врожаю та методу обробки. Це привертає увагу з позиції необхідності дослідження обліпіхи, яка зростає на регіональних територіях. Тому, визначення вмісту органічних кислот у хімічному складі обліпіхи крушиновидної, яка зростає у Херсонській області, є актуальним.

**Постановка проблеми.** Харчова промисловість прагне включити поживні інгредієнти у склад продуктів харчування, оскільки вони можуть принести їм додану вартість. При цьому недоцільно збагачувати продукт лише одним, найбільш дефіцитним нутриєнтом. Останніми роками за кордоном запропоновано в харчових продуктах використовувати обліпихову олію, яка за нутрицевтичним складом не має аналогів у світі. На сьогоднішній день екстракційні процеси відіграють провідну роль в сучасних харчових технологіях. Оскільки рослинна сировина завжди містить цілий комплекс активних речовин, то їх екстракція може здійснюватися або шляхом виділення одночасно усього комплексу сполук з наступним розділенням на окремі компоненти, або шляхом послідовного екстрагування окремих сполук. Проте більшість сполук у рослинах являються біогенетично зв'язаними, подібними за хімічною структурою і властивостями, що ускладнює проведення послідовного екстрагування. Тому найчастіше виділяється сума біологічно активних речовин разом з домішками супутніх сполук, які входять до складу вихідної речовини. Тому у процесі створення технологій отримання нових продуктів, проблемою є їх фітохімічне дослідження. Відомо, що вміст

органічних кислот є основною змінною в хімічних складових обліпихи, фітохімічний і поживний склад ягід якої істотно відрізняється. У зв'язку із цим постало завдання визначення вмісту органічних кислот у хімічному складі обліпихової олії, яка виготовлена з сировини, отриманої на території Херсонської області.

**Мета дослідження.** Визначення вмісту органічних кислот у хімічному складі обліпихової олії, отриманої з сировини Херсонської області і встановлення впливу технології отримання олії обліпихової на вміст біологічно-активних речовин.

**Аналіз останніх досліджень.** Автори ґрунтового огляду [1] представили докладну аналітичну картину поточного стану знань про обліпиху. Плід виду *Hippophae* називають плодом третього покоління [2]. Завдяки винятковому хімічному складу обліпиха має широкий спектр різних позитивних біологічних, фізіологічних та лікувальних ефектів, які були докладно описані [3-5].

Плоди обліпихи відрізняються тим, що містять у значних кількостях олію як невід'ємну частину плодів [6]. Олія є найціннішим компонентом плодів обліпихи [7]. Олія обліпихи містить близько 190 біологічно активних речовин. Плоди обліпихи містять органічні кислоти, в основному яблучну, аскорбінову та хінну кислоти, які разом становлять близько 90% усіх фруктових кислот різного походження. Повідомлялося про великі коливання між концентраціями обліпихових кислот різного походження. Підвид *Hippophae rhamnoides* L. із Євразії показав відносно низькі концентрації загальної кислотності (2,1-3,2 г/ 100 мл), фінські генотипи знаходилися на проміжному рівні з діапазоном від 4,2 до 6,5 г/100 мл, в той час як китайські генотипи показали найвищі концентрації органічних кислот – від 3,5 до 9,1 г/100 мл [8, 9]. Залежно від походження плодів, Тан Х. [10] повідомив про зміни вмісту яблучної кислоти в соку обліпихи від 11 до 60 г/л, вмісту хінної кислоти від 7 до 49 г/л, 0,2–0,6% усіх кислот янтарної кислоти, 0,04–0,3 % усіх кислот лимонної кислоти та 0,013–0,014% усіх кислот винної кислоти.

Аскорбінова кислота (вітамін С) є найважливішим терапевтичним елементом плодів обліпихи, вона діє як антиоксидант і підтримує цілісність клітинної мембрани [11, 12]. Вітамін С виявлений практично у всіх частинах обліпихи: у соку ягід (11,6–13,0 г/кг), у насінні (1,5 г/кг) та у листі (до 3,7 г/кг) [13]. У *H. rhamnoides* були виявлені великі варіації вітаміну С між різними чагарниками, популяціями та підвидами. Концентрація вітаміну С коливається від 0,3 до 3,1 г/кг плодів у європейського підвиду *rhamnoides*, від 0,4 до 3 г/кг плодів у монгольського підвиду, від 4,6 до 13,3 г/кг плодів у підвиду *fluviatilis* і у підвиду китайського *sinensis* від 2 до 25 г/кг (2500 мг%) плодів [14]. Вміст аскорбінової кислоти в ягодах обліпихи від 5 до 100 разів вищий, ніж у більшості інших фруктів та овочів, незалежно від видів *Hippophae*. Таким чином, вміст вітаміну С у обліпихі виявився у 20 разів вищим, ніж у глоду, у 3 рази вищий, ніж у ківі, у 6 разів вищий, ніж у цитрусових та у 200 разів вищий, ніж у яблуках [15; 16].

Обсяг експериментальних даних, що підтверджують важливі властивості багатьох біологічно активних інгредієнтів і обліпихових речовин, величезний і продовжує швидко зростати [1, 17]. Обліпиха (*Hippophae rhamnoides*) L.) представляє інтерес головним чином через її позитивний вплив на здоров'я як людини, так і тварин. Вся рослина обліпихи та особливо її ягоди є джерелом великої кількості різних біологічно активних сполук.

Звертаючи увагу на інформацію, яку викладено при виконанні аналітичного аналізу складу обліпихової олії, слід зазначити, що на сьогодні дуже актуально мати результати досліджень з визначення органічних кислот і зокрема, вітаміна С в олії, яка отримана з регіональної сировини.



**Виклад основного матеріалу досліджень.** Для проведення досліджень впливу технології отримання обліпихової олії на вміст органічних кислот, у якості досліджуваних зразків було обрано обліпиху крушиновидну (*Hippophae rhamnoides*) сорту «Лейкора» та дикорослу обліпиху. Обидва зразки зростали в селищі Стара Збур'ївка Голопристанського р-ну Херсонської області. Окрім свіжої обліпихи, додатково досліджували обліпихову олію «Алтай», виробником якої є державне підприємство «Експериментальний завод медичних препаратів Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії Національної академії наук України».

Органічні кислоти виявляли та ідентифікували методом паперової хроматографії. Одержані екстракти фільтрували у вакуумі, концентрували і вивчали методом висхідної хроматографії у системах розчинників: н-бутанол–мурашина кислота–вода (10:1:2), етилацетат–мурашина кислота–вода (3:1:1), н-бутанол–мурашина кислота–вода (75:15:10) та н-бутанол–мурашина кислота–вода (4:1:5) порівняно з достовірними зразками. Хроматограми обробляли 0,05% спиртовим розчином бромтимолового синього та 0,1% спиртовим розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію [18; 19].

Після обприскування хроматограм 0,05% спиртовим розчином бромтимолового синього та 0,1% спиртовим розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію на хроматограмах з'являлися жовті плями на синьому фоні та рожеві плями на блакитному фоні, що свідчить про наявність органічних кислот у досліджуваних зразках. Результати хроматографічного дослідження наведено в табл. 1.

Слід відзначити, що ідентифіковані органічні кислоти (аскорбінова, винна, нікотинова, хінна, яблучна) були виявлені в усіх зразках олії обліпихової, які було використано в процесі експерименту.

Таблиця 1

**Хроматографічна характеристика органічних кислот олії обліпихової**

Назва органічної кислоти	Величина Rf в системах розчинників			
	1	2	3	4
Аскорбінова	0,35	0,53	0,27	0,35
Винна	0,38	0,47	0,18	0,27
Нікотинова	0,47	0,74	0,36	0,40
Хінна	0,22	0,60	0,45	0,66
Яблучна	0,52	0,69	0,63	0,45

Примітка. Система розчинників: 1 – н-бутанол–метанова кислота–вода (10:1:2); 2 – етилацетат–метанова кислота–вода (3:1:1); 3 – н-бутанол–метанова кислота–вода (75:15:10); 4 – н-бутанол–метанова кислота–вода (4:1:5).

Таблиця 2

**Показники рН зразків обліпихової олії**

Назва сорту	Показники рН-метра	
	Олія обліпихи, що виділена із соку	Олія обліпихи, що екстрагована олією соняшника
Обліпиха дикоросла	2.4	3.8
Обліпиха «Лейкора»	2.2	6
Обліпихова олія «Алтай»	4.3	

Вміст вільних органічних кислот визначали згідно з фармакопейними методиками [20] за допомогою рН-метра та аналітичним методом титрування.

Показники рН отриманих розчинів наведено в табл. 2.

Визначено масову долю вільних органічних кислот в пробах олії, результати наведено на рис. 1.

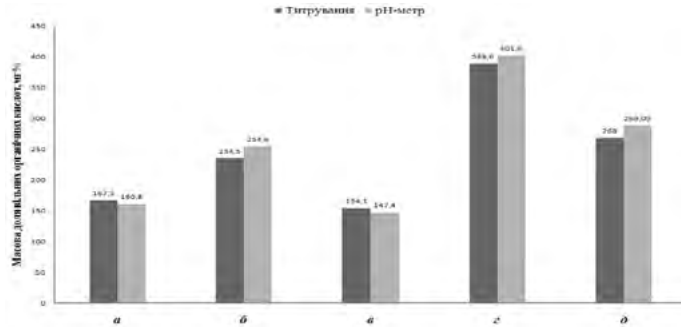


Рис. 1. Масова долі вільних органічних кислот у зразках обліпихової олії:  
 а – олія із соку дикорослої обліпихи; б – олія екстрагована соняшниковою олією із дикорослої обліпихи; в – олія із соку обліпихи сорту «Лейкора»;  
 г – олія екстрагована соняшниковою олією з обліпихи сорту «Лейкора»;  
 д – обліпихова олія «Алтай»

За рівнями на гістограмі видно, що в олії, екстрагованій соняшниковою олією, вміст органічних кислот є більшим (234.5–388.6 мг%), на відміну від олії з соку обліпихи (154.1–167.5 мг%). Така відносність показників є характерною для обох сортів обліпихи. Крім того, отримані результати дослідження свідчать, що на вміст органічних кислот впливає не тільки технологія отримання олії, а й сорт.

Встановлено, що вміст органічних кислот в олії «Алтай» є достатньо високим (268 мг%).

Результати з визначення масової долі аскорбінової кислоти наведено на рис. 2.

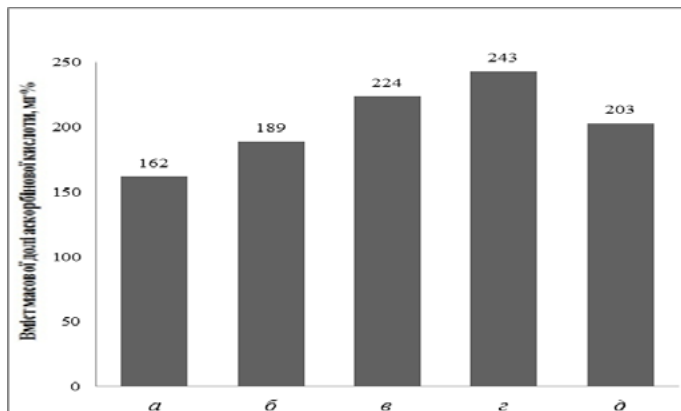


Рис. 2. Масова доля аскорбінової кислоти у зразках обліпихової олії:  
 а – олія із соку дикорослої обліпихи; б – олія екстрагована соняшниковою олією із дикорослої обліпихи; в – олія із соку обліпихи сорту «Лейкора»;  
 г – олія екстрагована соняшниковою олією із обліпихи сорту «Лейкора»;  
 д – обліпихова олія «Алтай»

Встановлено, що обліпихова олія отримана із соку містить вітаміна С 168–214 мг%, обліпихова олія екстрагована рафінованою соняшниковою олією містить вітаміна С 189–243 мг%.

### Висновки і пропозиції.

1. Визначено вміст органічних кислот у хімічному складі обліпихової олії, отриманої з регіональної сировини. Обліпихова олія отримана із соку містить: органічні кислоти 154–1676 мг%, вітамін С 168–214 мг%. Обліпихова олія екстрагована рафінованою соняшниковою олією містить: органічні кислоти 236–389 мг%, вітамін С 189–243 мг%.

2. Доведено, що вміст органічних кислот і вітаміну С є змінною в хімічних складових обліпихи, тому доцільно досліджувати обліпиху, яка зростає на регіональних територіях, зокрема у Херсонській області.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gâtlan A-M, Gutt G. Sea Buckthorn in Plant Based Diets. An Analytical Approach of Sea Buckthorn Fruits Composition: Nutritional Value, Applications, and Health Benefits. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. № 18(17). P. 78-86.

2. Ji M., Gong X., Li X., Wang C., Li M. Advanced research on the antioxidant activity and mechanism of polyphenols from hippophae species-a review. *Molecules*. 2020. №25. P. 812-917.

3. Ciesarová Z., Murkovic M., Cejpek K., Kreps F., et al. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Res. Int.* 2020. № 133. P. 109-170.

4. Du J., Xi Y.L., Song C.M. Effect of Sea Buckthorn Powder on Hepatic Lipid Metabolism and Oxidative Stress in Rats. *Mod. Food Sci. Technol.* 2017. № 33, P. 8–12.

5. Guo R., Guo X., Li T., Fu X., Liu R.H. Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Food Chem.* 2017. № 221, P. 997–1003.

6. Yang B., Kallio H. Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophae*) lipids. *Trends Food Sci. Technol.* 2002. № 13, P. 160–167.

7. Kallio H., Yang B., Peippo P., Tahvonen R., Pan R. Triacylglycerols, glycerophospholipids, tocopherols, and tocotrienols in berries and seeds of two subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). *J. Agric. Food Chem.* 2002. № 50. P. 3004–3009.

8. Kuhkheil A., Naghdí Badi H., Mehrafarin A., Abdossi V. Chemical constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit in populations of central Alborz Mountains in Iran. *Res. J. Pharmacogn.* 2014. № 4. P. 1–12.

9. Fatima T., Nazir A., Naseer B., Hussain S.Z. Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*): A repository of phytochemicals. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 2018. № 3, P. 9–12.

10. Tang X. Breeding in Sea Buckthorn: Genetic of Berry Yield, Quality and Plant Cold Hardiness. *University of Helsinki: Helsinki, Finland.* 2002. № 2. P. 47-58.

11. Marsiñach M.S., Cuenca A.P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids Health Dis.* 2019, №18. P.19-27.

12. Kallio H., Yang B., Peippo P. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. *J. Agric. Food Chem.* 2002. № 50. P. 6136–6142.

13. Chandra S., Zafar R., Dwivedi P., Prita B., Shinde L.P. Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). *Pharma Innov. J.* 2018. № 7. P. 258.

14. Renard C. Extraction of bioactives from fruit and vegetables: State of the art and perspectives. *LWT-Food Science and Technology.* 2018. № 93. P. 390-395.

15. Zeb A. Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice. *Pak. J. Nutr.* 2004. № 3. P. 99–106.

16. Xiao-Hua L., Ling-Xue K., Hong-Zhang L. Advances on Effective Compositions of Seabuckthorn. *J. Jilin Agric. Univ.* 2007. № 29. P. 162–167.

17. Villas-Francesca A., Balance J. The potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. *Food process and nutr.* 2020. № 17. P. 20-32.

18. Ващенко К.Ф. Промислова технологія екстракційних препаратів. ЛНМУ ім. Д. Галицького. 2019. <https://studfile.net/preview/9368595/>

19. Бензель І. Л., Дармограй Р. Є., Бензель Л. В. Дослідження вмісту аскорбінової кислоти та вільних органічних кислот у фітосубстанціях бадану товстолистого. *Фармац. журн.* 2010. № 2. С. 98–101.

20. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр лікарських засобів». 2021. 424 с.

### REFERENCES:

1. Gätlan A-M & Gutt G. (2021) Sea Buckthorn in Plant Based Diets. An Analytical Approach of Sea Buckthorn Fruits Composition: Nutritional Value, Applications, and Health Benefits. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 78-86 p.

2. Ji M. & Gong X., Li X., Wang C., Li M. (2020) Advanced research on the anti-oxidant activity and mechanism of polyphenols from hippophae species-a review. *Molecules.* 812-917 p.

3. Ciesarová Z. & Murkovic M., Cejpek K., Kreps F., et al. (2020) Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Res. Int.* 109–170 p.

4. Du J. & Xi Y.L., Song C.M. (2017) Effect of Sea Buckthorn Powder on Hepatic Lipid Metabolism and Oxidative Stress in Rats. *Mod. Food Sci. Technol.* 8–12 p.

5. Guo R. & Guo X., Li T., Fu X., Liu R.H. (2017) Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chem.* 997–1003 p.

6. Yang B. & Kallio H. (2002) Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophaë*) lipids. *Trends Food Sci. Technol.* 160–167 p.

7. Kallio H. & Yang B., Peippo P., Tahvonen R., Pan R. (2002) Triacylglycerols, glycerophospholipids, tocopherols, and tocotrienols in berries and seeds of two subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*). *J. Agric. Food Chem.* 3004–3009 p.

8. Kuhkheil A. & Naghdi Badi H., Mehrafarin A., Abdossi V. (2014) Chemical constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit in populations of central Alborz Mountains in Iran. *Res. J. Pharmacogn.* 1–12 p.

9. Fatima T. & Nazir A., Naseer B., Hussain S.Z. (2018) Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*): A repository of phytochemicals. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 9–12 p.

10. Tang X. (2002) Breeding in Sea Buckthorn: Genetic of Berry Yield, Quality and Plant Cold Hardiness. *University of Helsinki: Helsinki, Finland.* 47–58 p.

11. Marsiñach M.S. & Cuenca A.P. (2019) The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids Health Dis.* 19–27 p.

12. Kallio H. & Yang B., Peippo P. (2002) Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *J. Agric. Food Chem.* 2002. 6136–6142 p.

13. Chandra S. & Zafar R., Dwivedi P., Prita B., Shinde L.P. (2018) Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). *Pharma Innov. J.* 258 p.

14. Renard C. (2018) Extraction of bioactives from fruit and vegetables: State of the art and perspectives. *LWT-Food Science and Technology.* 390–395 p.

15. Zeb A. (2004) Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice. *Pak. J. Nutr.* 99–106 p.

16. Xiao-Hua L. & Ling-Xue K., Hong-Zhang L. (2007) Advances on Effective Compositions of Seabuckthorn. *J. Jilin Agric. Univ.* 162–167 p.
  17. Villas-Francesca A. & Balance J. (2020) The potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. *Food process and nutr.* 20–32 p.
  18. Vashchenko K.F. (2019) Industrial technology of extraction preparations. LNMU named after D. Halytskyi. <https://studfile.net/preview/9368595/>.
  19. Benzel I. L. & Darmogray R. E., Benzel L. V. (2010) Research on the content of ascorbic acid and free organic acids in the phytosubstances of the thick-leaved badan. *Pharmacist journal* No. 2. 98–101 p.
  20. State Pharmacopoeia of Ukraine (2021) / State enterprise "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicinal Products". Kharkiv: State Enterprise "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center of Medicines". 424 p.
-

УДК 331.45

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.14>

---

## АНАЛІЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМУ У ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ

---

**Челябієва В. М.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій  
Національного університету «Чернігівська політехніка»  
ORCID ID: 0000-0001-5364-4633  
Researcher ID: F-7305-2014  
Scopus-Author ID: 6505851894

**Костенко І. А.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій  
Національного університету «Чернігівська політехніка»  
ORCID ID: 0000-0003-1195-5163  
Researcher ID: H-1426-2016  
Scopus-Author ID: 57196185319

Ризик нещасних випадків виробничого характеру постійно присутній у професійній діяльності людини у будь-якій економічній галузі. В Україні високий рівень виробничого травматизму і цей факт повинна викликати стурбованість суспільства. Проаналізовано стан виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості. Згідно результатів аналізу протягом 2010-2019 років кількість нещасних випадків на підприємствах харчової галузі зменшалась у 2 рази порівняно з 2000-2009 роками. Однак у 2020 році харчова промисловість увійшла у десятку найбільш травмо небезпечних галузей економічної діяльності. Найбільш вразливою є група робітників, які обслуговують устаткування з виробництва харчових та подібних продуктів, а також водії автотранспорту, вантажники. Найчастіше нещасні випадки на харчових підприємствах відбуваються через наступні події: необережне поводження з предметами та деталями, що рухаються, обертаються; події на транспорті; падіння потерпілого. Проведений аналіз виробничого травматизму за областями України показує, що як і протягом 2000–2019 років, сьогодні більше 50% нещасних випадків відбувається через організаційні причини. Основними причинами травмування залишаються невиконання інструкцій з охорони праці; порушення вимог безпеки під час експлуатації обладнання, машин, механізмів, невиконання службових обов'язків. Удосконалення і впровадження на підприємствах харчової галузі сучасного технологічного обладнання сприяє зменшенню травмувань через технічні причини. У статті пропонується керівникам структурних підрозділів, спеціалістам з охорони праці при розробці стратегій попередження нещасних випадків та стратегій управління враховувати не тільки безпосередні фактори, які впливають на рівень травматизму, а й опосередковані – структура роботи, місце роботи, робочий час, професійна спеціалізація.

**Ключові слова:** харчова промисловість, нещасний випадок, причини травматизму.

### **Cheliabiieva V. M., Kostenko I. A. Analysis of the causes of injuries in the food industry**

The risk of industrial accidents is constantly present in a person's professional activity in any sphere of economic activity. Ukraine has a high level of industrial injuries, and this fact should cause public concern. The state of industrial injuries at food industry enterprises is analyzed. According to the results of the analysis, during 2010–2019, the number of accidents at food industry enterprises decreased by 2 times compared to 2000–2009. However, in 2020, the food industry was included in the ten most traumatizing branches of economic activity. The most vulnerable group of workers servicing equipment for the production of food and similar products, as well as motor vehicle drivers and loaders. Most often, accidents at food enterprises occur due to the following events: careless handling of objects and parts that move and rotate; events on transport; fall of the victim. The analysis of industrial injuries by regions of Ukraine shows that, as in 2000–2019, today more than 50% of accidents occur due to organizational reasons. The main causes of injury remain non-compliance with labor protection instructions; violation

---

*of safety requirements during the operation of equipment, machines, mechanisms. non-performance of official duties. The improvement and implementation of modern technological equipment at food industry enterprises contributes to the reduction of injuries due to technical reasons. The article suggests that when developing accident prevention strategies and management strategies, heads of structural divisions, occupational health and safety specialists should take into account not only direct factors (age, seniority), but also indirect factors, for example, work structure, place of work, working hours, professional specialization. The proposed approach will help reduce the number of injuries for organizational and psychophysiological reasons.*

**Key words:** food industry, accident, causes of injury.

**Вступ.** В Україні розроблена ґрунтовна законодавча і нормативно-правова база в галузі охорони праці. Закон «Про охорону праці» – один з перших законів прийнятий на початку незалежності України. Однак ризик нещасних випадків виробничого характеру постійно присутній у професійній діяльності людини у будь-якій сфері економіки. Найбільш небезпечною в плані виробничого травматизму завжди була видобувна промисловість і розробка кар’єрів, а під час пандемії COVID-19 місце найбільш небезпечної галузі посіла охорона здоров’я. Протягом 2020 року у цій сфері зафіксовано 3238 випадків виробничого травматизму [1], а у видобувній промисловості у 2020 році зареєстровано 639 випадків травматизму. Харчова промисловість входить у десятку найнебезпечніших галузей економічної діяльності. У 2020 році десятка найнебезпечніших галузей виглядала наступним чином:

- охорона здоров’я – 3238 нещасних випадків, з них 68 – смертельні;
- видобувна промисловість – 639 випадків, 30 – смертельні;
- транспорт та логістика – 395 випадків, 51 – смертельні;
- оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспорту – 254 випадків, 30 – смертельні;
- сільське, лісове та рибне господарство – 243 випадків, 45 – смертельні;
- металургійна промисловість – 210 та 19 відповідно;
- будівництво – 189, з яких 44 смертельні;
- держуправління, оборона та обов’язкове страхування – 175, з яких 7 смертельні;
- харчова промисловість – 153, з яких 10 смертельні;
- електроенергетика, газо-, тепло- та повітропостачання – 150, з яких 19 смертельні.

**Постановка проблеми.** Ризик виробничого травматизму в Україні більше за  $1 \cdot 10^{-4}$ , що є на два порядки вищим ніж прийнятий пороговий у всьому світі. Така цифра не є прийнятною, вона вказує [2] на високий рівень травматизму і повинна викликати стурбованість суспільства, адже сучасний рівень розвитку техніки та технологій здатний забезпечити досягнення прийнятного ризику у виробничій сфері.

**Мета дослідження.** На основі аналізу даних Державної служби України з питань праці, Фонду соціального страхування України дослідити рівень виробничого травматизму у харчовій галузі за останні роки, основні причини нещасних випадків виробничого характеру, проаналізувати динаміку причин нещасних випадків у харчовій галузі на протязі 2000–2020 років.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** У період 2000–2010 років аналітики констатували високий рівень виробничого травматизму у харчовій галузі [3]. Основними причинами травматизму (більше 50% випадків) у цей період були порушення вимог безпеки під час експлуатації устаткування, машин, механізмів тощо, порушення трудової і виробничої дисципліни, порушення правил дорожнього

руху, тобто організаційні причини. Близько 14 % нещасних випадків виникали внаслідок конструктивних недоліків, недосконалості, недостатньої надійності засобів виробництва, недосконалості, невідповідності вимогам безпеки технологічного процесу, незадовільного технічного стану виробничих об'єктів, будинків, споруд, території, засобів виробництва та транспортних засобів.

У період з 2010 р. по 2019 р. травми отримали близько 4 500 працівників [4], у попереднє десятиріччя, а саме протягом 2000-2009 років було зафіксовано близько 8000 нещасних випадків у харчовій галузі. Тобто спостерігаємо майже удвічі зниження рівня виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості в Україні.

Якщо аналізувати основні причини травматизму протягом 2010–2019 років, то бачимо, що організаційні фактори призводять до 80% виробничих травм. Більш ніж у половині нещасних випадків порушниками законодавства про охорону праці були різного рівня керівники.

Найбільше нещасних випадків [5; 6] у харчовій галузі фіксують серед робітників, що обслуговують устаткування з виробництва харчових та подібних продуктів – це апаратники, машиністи, варники, а також серед водіїв та робітників з обслуговування пересувної техніки та установок, та серед робітників найпростіших професій – вантажників.

Аналіз актів за результатами розслідування нещасних випадків виробничого характеру показує, що травмування найчастіше відбувається через наступні події: необережне поводження з предметами та деталями, що рухаються, обертаються; події на транспорті; падіння потерпілого.

Під час опрацювання вихідної інформації про рівень травматизму у харчовій промисловості України, аналітики звертають увагу на недостатню оперативність надходження даних про частоту нещасних випадків [3; 4], також аналіз виробничого травматизму виконується без урахування різних критеріїв: сезонності [7], кліматичних умов [8], гендерної приналежності [9], освіти, спеціалізації, доходу [10], а такі критерії є важливими для розуміння причин нещасних випадків на виробництві і для розробки заходів для запобігання травмування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** За інформацією Фонду соціального страхування України протягом 2020 року причинами страхових і нестрахових нещасних випадків на виробництві стали: організаційні – 45,5% (3025 травмованих осіб), технічні – 6% (404 травмованих осіб), психофізіологічні причини – 15,5% (1025 травмованих осіб). Серед причин страхових нещасних випадків: організаційні – 52,7% (3 501 нещасних випадків), технічні причини – 7,4% (495 нещасних випадків), психофізіологічні причини – 16,6% (1 100 нещасних випадків).

Проаналізовані звіти Державної служби України з питань праці та Фонду соціального страхування України про нещасні виробничі випадки по різних областях України за 2020 рік. Під час аналізу звертали увагу на кількість нещасних випадків у харчовій галузі областей, а також на причини, які призвели до нещасних випадків (табл. 1, рис.1).

Дані наведені не за всіма областями України. Як вже зазначалось, надходження даних про частоту нещасних випадків є неоперативним, не у кожній області фахівці Державної служби України з питань праці та Фонду соціального страхування проводять ґрунтовний аналіз стану виробничого травматизму по області за підсумками року, а саме за галузями, за віком, та статтю потерпілих, за причинами травмування. Однак отримані результати з тих областей, де такий аналіз проводиться постійно, дають можливість стверджувати, що як і у період 2000–2019 років,



сьогодні основними причинами травмувань залишаються організаційні. Зменшилась кількість травмувань з технічних причин. Якщо у 2000–2009 роках ця цифра складала 14% [3], то сьогодні травмування з технічних причин складають менше 10%, що є наслідком впровадження на виробництві сучасного високотехнологічного обладнання та технологій.

Таблиця 1

## Причини нещасних виробничих випадків за областями України

Область	Причини травмування, %		
	організаційні	технічні	психофізіологічні
Волинська	64,8	17,6	17,6
Дніпропетровська	65,6	5,7	28,7
Донецька*	72,2	0	27,8
Житомирська	76,0	2,0	22,0
Запорізька	77,1	11,7	11,2
Івано-Франківська	73,6	13,2	13,2
Київська	57,5	10,3	32,3
Кіровоградська	66,7	0	33,3
Львівська	67,0	6,0	27,0
м. Київ	66,4	7,9	25,7
Одеська**	61,1	3,0	35,9
Полтавська	76,0	10,0	14,0
Рівненська	64,2	29,5	6,3
Сумська	71,0	5,0	24,0
Черкаська	86,4	8,3	4,3
Чернівецька	73,6	13,2	13,2
Чернігівська	64,0	3,4	31,5

\* Тільки місто Слов'янськ та Слов'янський район.  
\*\* Екстраполяція з даних за 9 місяців.

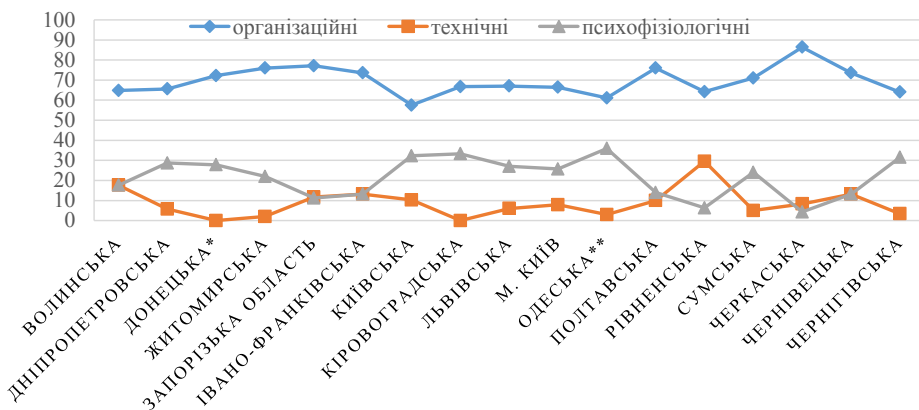


Рис. 1. Динаміка причин нещасних виробничих випадків за областями України

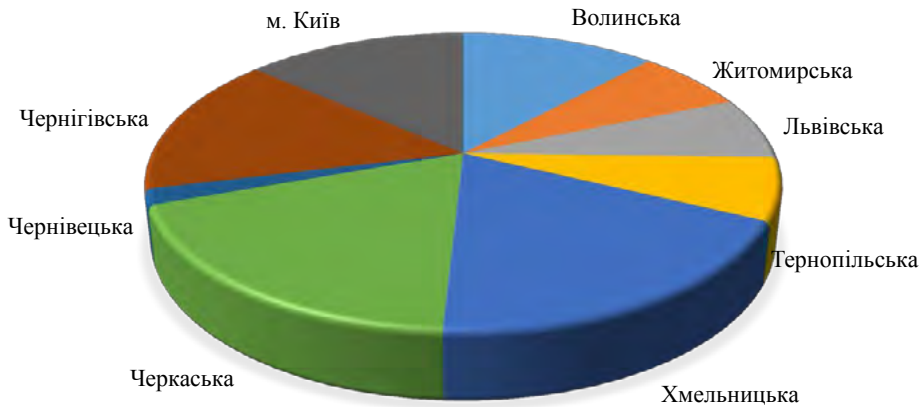


Рис. 2. Порівняння кількості нещасних випадків у харчовій галузі у 2020 році за окремими областями

Слід відмітити, що психофізіологічні причини складають від 13% до 30%. Це достатньо високий відсоток. У цьому аспекті цікавий досвід європейських країн. Наприклад, у Франції на підприємствах з кількістю працюючих більше 250 чоловік створюється соціальна служба з проблем праці. Завдання цієї служби полягає у допомозі працюючим у вирішенні психофізіологічних проблем; наданні адміністрації підприємства рекомендацій по створенню сприятливого психологічного клімату (табл. 1).

Розподіл нещасних випадків у харчовій галузі у 2020 році за окремими областями наведений на рис. 2.

Наприклад, у Черкаській області зареєстровано близько 150 підприємств харчової галузі, у Хмельницькій – близько 280, у Чернігівській – близько 81. Кількість нещасних випадків у харчовій галузі по цих областях знаходиться у певній кореляції з кількістю підприємств харчової галузі (рис. 2). У Чернівецькій області кількість підприємств харчової галузі складає близько 150, а рівень травматизму у цій галузі найнижчий серед областей, які аналізуються. Такий факт може вказувати як на високий рівень організації праці, технологій і обладнання на цих підприємствах, так і на те, що не всі нещасні випадки виробничого характеру у цій галузі фіксуються і розслідуються належним чином.

На основі проведеного аналізу причин виробничого травматизму та кількості нещасних випадків виробничого характеру у харчовій галузі можна описати залежність між кількістю нещасних виробничих випадків та причинами їх настання з використанням методу апроксимації даних за допомогою поліномів ( $x$  – загальна кількість травмованих):

- травмування з організаційних причин –  $y = 47,488 + 11,763x - 1,212x^2$ ;
- травмування з технічних причин –  $y = 0,888 + 3,675x - 0,50x^2$ ;
- травмування з психофізіологічних причин –  $y = 51,088 - 14,838x + 1,588x^2$ .

**Висновки.** Постійне удосконалення законодавчої та нормативно-правової бази у галузі охорони праці, оснащення підприємств харчової галузі сучасним обладнанням та впровадження новітніх технологій сприяло покращенню умов праці, та зменшенню за останнє десятиріччя кількості нещасних випадків удвічі. Однак рівень травмувань внаслідок нещасних випадків виробничого характеру

в Україні залишається високим. Основні причини, через які відбувається травмування в умовах виробництва носять організаційний характер. Підвищення відповідальності робітників за порушення, недодержання вимог безпеки на робочому місці буде сприяти зменшенню травмування через організаційні причини.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аналітичний портал «Слово і діло». Режим доступу: URL : <https://www.slovoidilo.ua/2021/04/28/infografika/suspilstvo/travmatyzm-vyrobnyctvi-skilkybulo-vypadkiv-najnebezpechnishe-pracyuvaty-ukrayini> [дата звернення 9.08.2022]
2. Дрозд І.П., Охота А.С. Концепція прийнятної ризику та проблеми забезпечення техногенної безпеки в Україні. Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. пр. К.: 2011. Вип. 7. С. 82-108.
3. Євтушенко О. В. Аналіз статистики виробничого травматизму в харчовій промисловості України. *Харчова промисловість*. 2011. № 10. С. 169-174.
4. Євтушенко О. В., Сірик А.О. Аналіз причин, наслідків та обставин виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості. *Харчова промисловість*. 2019. № 27. С. 128-132.
5. Майстренко В. В., Лях Ю. М., Євтушенко О. В., Демчук, Г. В. Аналіз стану безпеки працюючих у харчовій промисловості. *Харчова промисловість*. 2019. № 25. С.133-140.
6. Романенко Н. В. Оцінка виробничих небезпек при експлуатації обладнання харчової промисловості. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2019. № 35(1). С. 25–30.
7. Passmore D., Chae C., Borkovskaya V., Baker R. Yim, J. H. Severity of U.S. Construction Worker Injuries, 2015-2017. E3S Web of Conferences. May 29. 2019. Vol. 97. 06038.
8. Dillender M. Climate Change and Occupational Health: Are There Limits to Our Ability to Adapt? *Journal of Human Resources*. 2021. Vol. 56. №. 1. P. 184-224.
9. Fontaneda I., López M. A. C., Alcántara O. J. G., Ritzel D. O. Gender differences in lost work days due to occupational accidents. *Safety science*. 2019. Vol. 114. P. 23-29.
10. Amissah J., Badu E., Agyei-Baffour P., Nakua E. K., Mensah I. Predisposing factors influencing occupational injury among frontline building construction workers in Ghana. *Bio Med Central Research Notes*. 2019. Vol. 12. P. 728.

### REFERENCES:

1. Analytichnyi portal «Slovo i dilo» [Analytical portal "Word and Deed"]. [www.slovoidilo.ua/2021/04/28/infografika/suspilstvo/travmatyzm-vyrobnyctvi-skilkybulo-vypadkiv-najnebezpechnishe-pracyuvaty-ukrayini](https://www.slovoidilo.ua/2021/04/28/infografika/suspilstvo/travmatyzm-vyrobnyctvi-skilkybulo-vypadkiv-najnebezpechnishe-pracyuvaty-ukrayini). Retrieved from <https://www.slovoidilo.ua/2021/04/28/infografika/suspilstvo/travmatyzm-vyrobnyctvi-skilkybulo-vypadkiv-najnebezpechnishe-pracyuvaty-ukrayini/> [in Ukrainian].
2. Drozd, I.P., & Okhota, A.S. (2011). Kontsepsiia pryiniatnoho ryzyku ta problemy zabezpechennia tekhnohennoi bezpeky v Ukraini [The concept of acceptable risk and the problems of ensuring man-made safety in Ukraine]. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia – Environmental safety and nature management*, 7, 82-108. [in Ukrainian].
3. Yevtushenko, O. V. (2011). Analiz statystyky vyrobnychoho travmatyzmu v kharchovii promyslovosti Ukrainy [Analysis of industrial injury statistics in the food industry of Ukraine]. *Kharchova promyslovist – Food Industry*, 10, 169-174. [in Ukrainian].
4. Yevtushenko, O. V., & Siryk, A.O. (2019). Analiz prychn, naslidkiv ta obstavyn vyrobnychoho travmatyzmu na pidpriemstvakh kharchovoi promyslovosti [Analysis of the causes, consequences and circumstances of industrial injuries at food industry enterprises]. *Kharchova promyslovist – Food Industry*, 27, S. 128-132. [in Ukrainian].

5. Maistrenko V. V., Liakh Yu. M., Yevtushenko O. V., & Demchuk, H. V. (2019). Analiz stanu bezpeky pratsiuiuchykh u kharchovii promyslovosti [Analysis of the state of safety of workers in the food industry]. *Kharchova promyslovist – Food Industry*, 25, 133-140. [in Ukrainian].
  6. Romanenko N. V. Assessment of industrial hazards during the operation of food industry equipment. *Problems of labor protection in Ukraine. 2019. No. 35(1)*, 25–30. [in Ukrainian].
  7. Passmore, D.L., Chae, C., Borkovskaya, V., Baker, R., & Yim, J.H. (2019). 'Severity of U.S. Construction Worker Injuries, 2015-2017', *E3S Web of Conferences*, 97, 06038.
  8. Dillender, M. (2021). Climate Change and Occupational Health Are There Limits to Our Ability to Adapt?, *Journal of Human Resources*, 56(1), 184-224.
  9. Fontaneda, I., López, M. A. C., Alcántara, O. J. G., & Ritzel, D. O. (2019). Gender differences in lost work days due to occupational accidents. *Safety science*, 114, 23-29.
  10. Amissah, J., Badu, E., Agyei-Baffour, P., Nakua, E. K., & Mensah, I. (2019). Pre-disposing factors influencing occupational injury among frontline building construction workers in Ghana. *BMC research notes*, 12(1), 728.
-

**ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК**

Андреєва С. С. ....	64	Новіков В. В. ....	74
Антоненко А. В. ....	34	Ольховський А. О. ....	11
Білевська О. С. ....	3	Перепелиця В. В. ....	34
Бровенко Т. В. ....	34	Пересічна С. М. ....	44
Васьківська А. О. ....	44	Приліпко Т. М. ....	82, 88
Гринченко О. О. ....	64	Резніченко А. В. ....	55
Демидова Є. В. ....	94	Самілик М. М. ....	94
Дзюндзя О. В. ....	55	Стукальська Н. М. ....	34
Железна В. В. ....	74	Сумська О. П. ....	102
Заміховський Л. М. ....	11	Толок Г. А. ....	34
Карпенко В. П. ....	74	Топчій Н. В. ....	20
Ковпанець Є. М. ....	102	Федорів В. М. ....	82
Колеснікова М. Б. ....	64	Челябієва В. М. ....	110
Косташ В. Б. ....	82	Черемська Т. В. ....	64
Костенко І. А. ....	110	Шатан М. В. ....	11
Криворучко М. Ю. ....	34	Шахно В. О. ....	28
Любич В. В. ....	74	Юрченко С. Л. ....	64
Мірзоева О. Ю. ....	11	Янко А. С. ....	28
Новікова Н. В. ....	102		

## ЗМІСТ

<b>КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	3
<b>Білевська О. С.</b> Вибір засобів та методів вимірювання геометричних розмірів при виготовленні спецтехніки .....	3
<b>Ольховський А. О., Заміховський Л. М., Мірзосва О. Ю., Шатан М. В.</b> Проектування системи діагностування технічного стану газоперекачувального агрегату на основі аналізу існуючих методів обробки віброакустичних сигналів .....	11
<b>Топчій Н. В.</b> Акредитація випробувальних лабораторій в сфері науково-технічної діяльності .....	20
<b>Янко А. С., Шахно В. О.</b> Аспект інформаційної безпеки в сучасних CRM-системах в епоху діджиталізації економіки та бізнесу .....	28
<b>ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	34
<b>Антоненко А. В., Бровенко Т. В., Криворучко М. Ю., Стукальська Н. М., Толок Г. А., Перепелиця В. В.</b> Технологія желюваних десертів з дієтичними добавками .....	34
<b>Васьківська А. О., Пересічна С. М.</b> Технологія бездріжджового хліба з використанням безглютенової сировини .....	44
<b>Дзюндзя О. В., Резніченко А. В.</b> Сучасні вимоги до якості безглютенової хлібобулочної продукції.....	55
<b>Колеснікова М. Б., Гринченко О. О., Юрченко С. Л., Андрєєва С. С., Черемська Т. В.</b> Системне забезпечення харчової безпечності продукції закладів ресторанного господарства .....	64
<b>Любич В. В., Карпенко В. П., Желєзна В. В., Новіков В. В.</b> Якість хліба з борошном гарбузовим різних сортів .....	74
<b>Приліпко Т. М., Федорів В. М., Косташ В. Б.</b> Амінокислотний склад м'ясної сировини за тривалого холодильного зберігання.....	82
<b>Приліпко Т. М.</b> Фізико-хімічні і технологічні показники колагенових плівок з застосуванням CO <sub>2</sub> -екстрактів для зберігання м'ясних продуктів.....	88
<b>Самілик М. М., Демидова Є. В.</b> Використання похідних продуктів переробки обліпихи у виробництві здобних булочок .....	94
<b>Сумська О. П., Новікова Н. В., Ковпанець Є. М.</b> Визначення вмісту органічних кислот у хімічному складі обліпихової олії, отриманої з регіональної сировини .....	102
<b>Челябієва В. М., Костенко І. А.</b> Аналіз причин травматизму у харчовій галузі.....	110

## CONTENTS

<b>COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY</b> .....	3
<b>Bilevska O. S.</b> Choice of means and methods for measuring geometric dimensions in the manufacture of special equipment .....	3
<b>Olkhovskiy A. O., Zamikhovskiy L. M., Mirzoieva O. Y., Shatan M. V.</b> Design of a system for diagnosing the technical condition of a gas pumping unit based on the analysis of existing methods of processing vibroacoustic signals .....	11
<b>Topchii N. V.</b> Accreditation of testing laboratories in the field of scientific and technical activities .....	20
<b>Yanko A. S., Shakhno V. O.</b> The aspect of information security in modern CRM-systems in the era of digitalization of the economy and business .....	28
<b>FOOD TECHNOLOGY</b> .....	34
<b>Antonenko A. V., Brovenko T. V., Kryvoruchko M. Yu., Stukalska N. M., Tolok G. A., Pereplytsia V. V.</b> Technology of desired desserts with diet supplements .....	34
<b>Vaskivska A. O., Peresichna S. M.</b> Technology of yeast-free bread using gluten-free raw materials .....	44
<b>Dzyundzya O. V., Reznichenko A. V.</b> Modern quality requirements for gluten-free bread products .....	55
<b>Kolesnikova M. B., Grynchenko O. O., Iurchenko S. L., Andreeva S. S., Cheremska T. V.</b> Systematic ensuring of food safety products of restaurant institutions .....	64
<b>Liubych V. V., Karpenko V. P., Novikov V. V., Zheliezna V. V.</b> Bread quality with pumpkin flour of different varieties .....	74
<b>Prylipko T. M., Fedoriv V. M., Kostash V. B.</b> Amino acid composition of meat raw materials during long-term cold storage .....	82
<b>Prylipko T. M.</b> Physico-chemical and technological indicators of collagen films with the use of CO <sub>2</sub> extracts for the storage of meat products .....	88
<b>Samilyk M. M., Demidova E. V.</b> The use of derivative products of the processing of sea – buckthorn in the manufacture of buns .....	94
<b>Sumska O. P., Novikova N. V., Kovpanets Ye. M.</b> Determination of the content of organic acids in the chemical composition of buckbuckthorn oil, obtained from regional raw materials .....	102
<b>Cheliabiieva V. M., Kostenko I. A.</b> Analysis of the causes of injuries in the food industry .....	110

# **Таврійський науковий вісник**

## **Випуск 4**

### **Технічні науки**

Підписано до друку 24.06.2022 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 9,75.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
Україна, м. Одеса, 65101, вул. Інглезі, 6/1  
Телефони: +38 (095) 934-48-28, +38 (097) 723-06-08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.