

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

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет



# Таврійський науковий вісник

Технічні науки

Випуск 5



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. 5. 102 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 621.3

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.1>

## SMART ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ АВАРІЙНИХ СТАНІВ У РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ МІСТ

---

**Зайцев Є. О.** – доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник  
Інституту електродинаміки Національної академії наук України  
ORCID ID: 0000-0003-3303-471X

**Антоненко А. В.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії  
Державного університету телекомунікацій  
ORCID ID: 0000-0001-9397-1209

**Березниченко В. О.** – молодший науковий співробітник  
Інституту електродинаміки Національної академії наук України  
ORCID ID: 0000-0002-9961-1703

**Закусило С. А.** – аспірант  
Інституту електродинаміки Національної академії наук України  
ORCID ID: 0000-0002-9193-8920

*У статті показано, що розвиток інформаційні технології мають істотний вплив на існуючі розподільчі електричні мережі Smart міст забезпечуючи обмін інформацією на всіх технологічних сферах та всіма об'єктами енергетичної мережі згідно концепції Smart Grid. Зазначено, що забезпечення ефективності функціонування розподільчої системи Smart міст передбачає вирішення проблем сумісності між всіма об'єктами енергетичної мережі, шляхом використання ряду інтелектуальних пристроїв та супутніх інформаційних технологій. Однією із задач забезпечення ефективності електричних мереж є підвищення рівня моніторингу аварійних станів та надійності електропостачання споживачів за рахунок покращення ефективності роботи операторів систем розподілення. Показано, що одним із шляхів підвищення ефективності є використання засобів ідентифікації аварійних станів на ділянках як кабельних, так і повітряних електричних мереж. Наведено*

---

схему розміщення індикаторів пошкоджень на ділянці розподільної електричної мережі, яка дозволяє визначити напрямок пошуку місця пошкодження. Зазначено, що поєднання інформаційно-комунікаційних технологій та засобів контролю й обліку електроенергії дозволяє створити сучасні Smart засоби ідентифікації аварійних станів для структур комунікаційно-інженерних та енергетичних мереж згідно концепції Smart City джерелом інформації в яких є вимірювальні трансформатори струму. Проведено порівняльний аналіз вимірювальних трансформаторів струму оптичного та електромагнітного типу. Показано, що значна кількість переваг оптичних вимірювальних трансформаторів струму, які можуть використовуватися в індикаторах пошкоджень можуть забезпечуватися вимірювальними трансформаторами струму електромагнітного типу. Створено блок-схему спеціалізованої інформаційно-вимірювальної системи з індикатором пошкоджень з урахуванням вимог концепції Smart Grid, яка дозволяє знизити час пошуку причини до мінімуму.

**Ключові слова:** smart мережі, ідентифікація, аварійні стани, розподільні мережі, електрична енергія, четверта промислова революція, розумні міста.

**Zaitsev Ye. O., Antonenko A. V., Bereznychenko V. O., Zakusilo S. A. Smart means of determining emergency conditions in city electrical distribution networks**

*In this paper, shows that the development of information technologies has a significant impact on the existing electrical distribution networks of Smart cities, ensuring the exchange of information in all technological areas and all objects of the energy network according to the Smart Grid concept. Ensuring the efficiency of the functioning of the distribution system of Smart cities involves solving compatibility problems between all objects of the energy network using a number of smart devices and related information technologies was shown. One of the tasks of ensuring the efficiency of electric networks is to increase the level of monitoring of emergency situations and the reliability of electricity supply to consumers due to the improvement of the efficiency of distribution system operators. One of the ways to increase efficiency is the use of means of identifying emergency conditions in sections of both cable and overhead electrical networks. The diagram of the placement of damage indicators on the section of the electrical distribution network, which allows determining the direction of the search for the place of damage, is given. Combination of information and communication technologies and means of control and accounting of electricity allows creating modern Smart means of identifying emergency conditions for the structures of communication and engineering and energy networks according to the concept of Smart City, in which the source of information is measuring current transformers. For optical and electromagnetic current measuring transformers a comparative analysis conducted. A significant number of advantages of optical measuring current transformers that be used in damage indicators can be provided by measuring current transformers of the electromagnetic type are shown. A block diagram of a specialized information and measurement system with a damage indicator created, taking into account the Smart Grid concept requirements that allows reducing the searching time for the cause to a minimum.*

**Key words:** smart networks, identification, emergency situations, distribution networks, electrical energy, fourth industrial revolution, smart cities.

**Вступ.** Розвиток інфраструктури сучасних міст за концепцією Smart City «Розумне місто» [1] передбачає реорганізацію всіх сфер життєдіяльності міста, шляхом розробки та впровадження сучасних інформаційних Smart-технологій в структуру комунікаційно-інженерних та транспортних мереж.

Використання Smart-технологій для збору даних про споживання електроенергії або води, а також про рівень якості повітря у дедалі більшій кількості міст покращує міські послуги. Значну частину розподільних електричних мереж міст, із забудовою багатопверховими будинками, побудовано із використання кабелів ліній до 10кВ, які прокладаються як в ґрунті, так і в спеціалізованих кабельних спорудах, у тому числі, у коробах, каналах, у спеціальних лотках, а також в траншеях, кабельних естакадах та на підвісці. Однією із задач розвитку цих електричних мереж є підвищення рівня моніторингу на основі Smart засобів ідентифікації аварійних станів в розподільчих мережах [2], що дозволить реалізувати автоматизацію управління потоками енергії, регулювання режимів її перетоків та споживання електроенергії з планомірним використанням маневрених потужностей, а також забезпечити швидке і точне визначення місця пошкодження ліній

електропередачі з одночасним зменшенням транспортних витрат на обхід ліній електропередавання та мінімізацією загального часу організації ремонтно-відновлюваних робіт.

**Постановка проблеми.** Сьогодні одним із важливих напрямків розвитку електроенергетичної галузі як в світі, так і в Україні є удосконалення та побудова електроенергетичних мереж та систем згідно з концепцією Smart Grid. Однією із основних складових концепції Smart Grid є діагностування аварійних режимів електричних мереж та точна ідентифікація місць пошкоджень. Засоби ідентифікації аварійних станів на ділянках як кабельних, так і повітряних електричних мереж знаходять все більше розповсюдження в електричних мережах європейських країн. Використання систем діагностування аварійних станів в електричних мережах підвищує рівень роботи мережі за рахунок оперативного виділення фрагментів електричних мереж, на яких сталася аварія. Також, при цьому поліпшуються показники надійності електропостачання внаслідок зменшення часу пошуку пошкодженої ділянки електричної мережі. Зокрема, виділено такі показники надійності функціонування електричних мереж, як SAIDI та ENS, значення яких поліпшуються з використанням систем ідентифікації аварійних станів на ділянках електричних мереж. А з огляду на впровадження в Україні RAB-регулювання, як методу тарифоутворення, який дозволяє розвивати і модернізувати інфраструктуру, у операторів систем розподілення з'являються можливості та стимули до підвищення надійності електропостачання споживачів електричної енергії.

**Мета дослідження.** *Метою роботи є дослідження можливості використання сучасних Smart технологій для зниження незапланованих перерв в електропостачанні споживачам, шляхом мінімізації часу визначення і пошуку пошкодженої ділянки в розподільних електричних мережах Smart міст за допомогою використання Smart засобів ідентифікації аварійних станів в структурі мереж.*

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукове обґрунтування розробки та впровадження Smart засобів визначення аварійних станів в розподільних електричних мережах міст обумовлено необхідністю підвищення надійності електропостачання споживачів та ефективності роботи операторів систем розподілення за рахунок пошуку пошкоджених ділянок в розподільних електричних мережах, які характеризуються як наявністю кількох фідерів на шинах підстанції, так і великою кількістю розгалужень. Одним із напрямків підвищення надійності та ефективності електропостачання в розподільних мережах є встановлення спеціалізованих індикаторів пошкоджень (вимірювачів експлуатаційних параметрів), які є складовою системи Smart Grid.

Значний внесок у розвиток засобів визначення стану ліній електропередавання за аварійними параметрами зробили: Барзилович В.М., Бачурин Н.І., Кутявин І.Д., Дроздов А.Д., Казанський В.Є., Вишневський А., Сирота І.М., Стогній Б.С., Танкевич Є.М., Кириленко О.В. та інші вітчизняні та зарубіжні учені[1-19].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сьогодні в Україні активно реалізуються процеси впровадження в сферу електроенергетики нових інформаційних технологій, які мають істотний вплив на розподільчі електричні мережі, переводячи їх на новий якісний рівень розвитку і функціонування згідно концепції Smart Grid [3,4]. Як правило, Smart Grid розглядається, як розвиток існуючих електричних мереж з одночасним врахуванням концепції Smart City висуває нові вимоги до розробки сучасних компонентів автоматизованих систем керування, моніторингу та ідентифікації аварійних станів в розподільних електричних мережах міст. Таким вимогам відповідає повністю оптимізована електроенергетична

система розроблена Smart Grid Coordination Group [5], яка враховує всі технологічні сфери включені до Smart Grid наведена на рисунку 1.

Інформаційно-комунікаційні технології охоплює великі масштаби впровадження та використання у всіх технологічних сферах забезпечуючи обмін інформацією між зацікавленими сторонами та ефективне використання й управління всіма об'єктами енергетичної мережі.

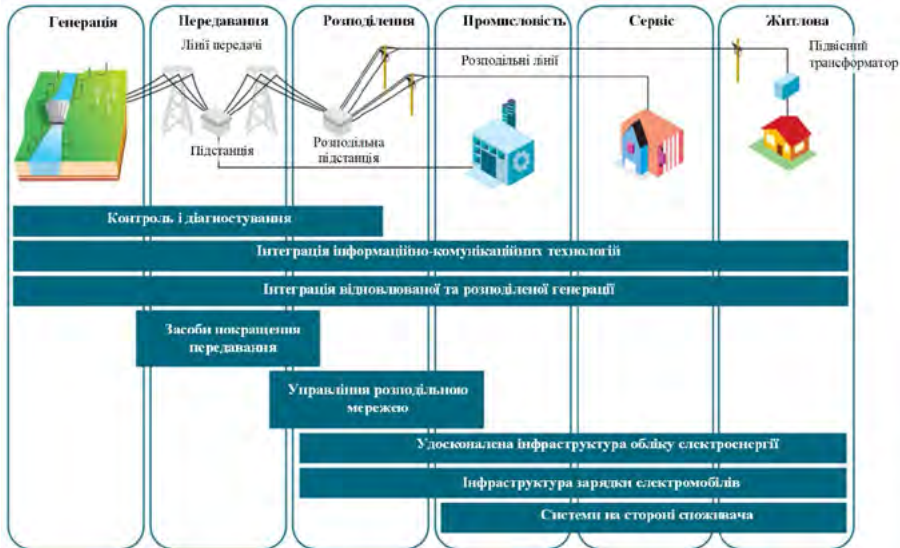


Рис. 1. Технологічні сфери Smart grid

Поєднання сенсорних технологій, таких як Smart засобів ідентифікації аварійних станів [2] в структурі мереж та інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє забезпечити підвищення надійності електропостачання споживачів за рахунок забезпечення покращення ефективності роботи операторів систем розподілення [6]. У цьому разі ефективним способом підвищення надійності електропостачання споживачів в розподіленій мережі є використання індикаторів пошкоджень [7-9]. Використання індикаторів пошкоджень сумісно із засобами інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє знизити час усунення причини виникнення аварійної ситуації до мінімуму, за рахунок негайної ідентифікації аварійної ділянки і здійснення оперативних дій щодо усунення причин виникнення аварійної ситуації. Типова структура системи моніторингу аварійних станів за концепцією Smart Grid наведена на рисунку 2.

У цьому разі для орієнтування та визначення місця пошкодження доцільним є розташування індикаторів пошкоджень [10] в місцях розгалуження розподільчої мережі. Таким чином встановлені індикатори об'єднуються в єдину мережу утворюючи системи моніторингу аварійних станів, яка дозволяє доволі точно визначити ушкоджену ділянку, фіксуючи факт протікання струму короткого замикання. Визначення ушкодженої ділянки може базуватися на різних методах виявлення однофазних замикання на землю DESIR (вибіркове виявлення з використанням залишкових струмів) і DDA (диференціальне виявлення з використанням провідності фаза-земля) [11-14]. Ці алгоритми базуються на обчисленні та моніторингу опорів кожної фази та фідера, часткової залишкової напруги нейтралі, відносних

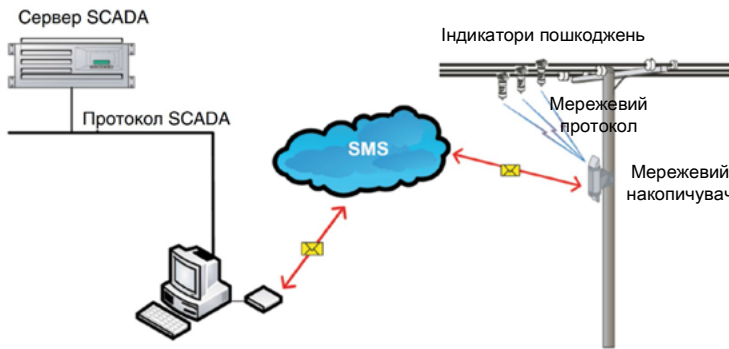


Рис. 2. Структура системи моніторингу аварійних станів за концепцією Smart Grid

варіацій асиметрії лінії та фази [15; 16], на зміні напруги нейтралі та струмів нульової послідовності [17]. Однак ці алгоритми мають недолік, який виникає в наслідок необхідності адаптації алгоритмів до особливостей мереж з ізольованою нейтраллю [18].

На рис. 3 наведено приклад місцями розміщення індикаторів пошкоджень на ділянці розподільної електричної мережі.

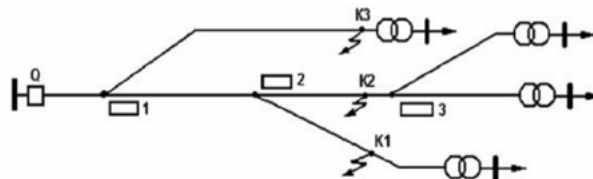


Рис. 3. Розміщення індикаторів пошкоджень ділянки розподільної електричної мережі

Для орієнтування при пошуку місця пошкодження в місцях розгалуження мережі встановлюються покажчики ушкодженої ділянки, що фіксують факт протікання струму короткого замикання. По показам покажчиків 1, 2 і 3 експлуатаційний персонал правильно визначає напрямок пошуку місця пошкодження. Зокрема, при замиканні в точці K1 факт протікання струму короткого замикання буде зафіксований тільки покажчиком 1.

Найпростішим варіантом індикаторів пошкоджень є пристрої, які фіксують перевищення певного порогу струму короткого замикання вимірювальним трансформатором (ВТ). Визначення відстані до аварійної ділянки здійснюються за відомими розрахунковими параметрами мережі, а саме за значеннями напруги в мережі та значенням перехідного опору в місці пошкодження. Зазвичай на розподільчих лініях зазначені індикатори визначення відстані до місця ушкодження малоефективні через кілька відгалужень, що обумовлено малими значеннями струмів замикань та протяжністю електричних мереж. Ця проблема вирішується встановленням індикаторів пошкоджень на початку відгалужень кожної лінії. У цьому разі поєднуючи інформацію про відстань до місця аварії з інформацією від індикаторів пошкоджень, отримується точне місце знаходження пошкодженої ділянки мережі. Недоліками таких пристроїв є необхідність проведення

додаткових розрахунків та використання ВТ електромагнітного типу. Використання ВТ в багатьох випадках пов'язано з труднощами в їхній реалізації та забезпечення експлуатації в умовах континентального клімату на території України, який характеризується спекотним літом та морозною зимою із значними ризиками перепадами температур. Такого недоліка позбавлені інформаційно-вимірвальні системи з оптичними індикаторами пошкоджень [19]. Принцип дії оптичних індикаторів базується на використанні електро- і магнітооптичного ефектів. Використання стабільності прояву фізичного ефекту впливу магнітного чи електричного полів, які виникають під дією вимірюваних струму чи напруги на параметр оптичного випромінювання дозволяють забезпечити високу точність вимірювання струмів і напруг. Перетворення вимірюваних електричних величин на параметр оптичного випромінювання відбувається безпосередньо в зоні високої напруги, далі використовуючи оптичні канали зв'язку вимірвальна інформація з зони високої напруги передається на низьковольтну частину ІВС розміщену в безпечній зоні. Безпосередньо вимірюваною величиною при використанні електро- і магнітооптичного ефектів є параметр оптичного випромінювання, вимірювання яких може проводитися з високою точністю [9]. Отримані результати не залежать від зовнішніх метеорологічних факторів. Основною перевагою оптичних індикаторами пошкоджень є широка смуга пропускання сигналу, висока стійкість до перешкод, довговічність, стабільність та простота виконання оптичного елемента, а також можливість визначення дуже коротких значень струмів короткого замикання у діапазоні до мілісекунд. Такі значення струмів короткого замикання виникають у випадках короткого замикання на землю наприклад під час виникнення замикання фази на землю або на нейтральний провід під дією природніх стихій. Суттєвим недоліком оптичних індикаторами пошкоджень є висока вартість оптичних індикаторів пошкоджень, що пов'язано з рядом причин [20; 21] :

- високою вартістю технології виготовлення оптичних елементів та засобів вимірювання їх вихідних величин;
- незначна потужність вихідних кіл, що недостатня для приведення в дію існуючих комплектів електромеханічних захистів, і необхідність для її підвищення використання додаткових апаратних засобів;
- відсутність у терміналів захистів і приладів обліку, що випускаються вітчизняними та багатьма зарубіжними виробниками, відповідних входів для підключення оптичних перетворювачів;
- відсутність національних стандартів, які регламентують перевірку та визначення класу точності оптичних сенсорів та перетворювачів в цілому;
- відсутність достатньої кількості статистичних даних по використанню даних пристроїв, що значно затрудняє визначення їх надійності;
- велика вартість проєктів з огляду на високу вартість перетворюючих пристроїв і мережевого устаткування, а також організацію ланцюгів струму і напруги в цифровому вигляді.

Оскільки значна кількість переваг оптичними індикаторами пошкоджень можуть забезпечуватися традиційними ВТ струму, тому найбільш ефективним є побудова та використання індикаторів пошкоджень, що базуються на вимірюванні магнітного поля, індукованого струмом в мережі ВТ струму. Принцип роботи таких індикаторів полягає в тому, що сигнал з вторинної обмотки ВТ струму є пропорційним первинному індукованому струму та зсунутий відносно нього на кут по фазі, який близький нулю.



Існуючі індикаторами пошкоджень на основі ВТ струму через особливості їх конструкцій та забезпечення можливості нагляду за ними під час експлуатації та мінімізації похибки вимірювань встановлюються здебільшого тільки в великих вузлах генерування й розподілу електричної енергії, таких як станції і підстанції. Причому, ВТ зазвичай є складовою частиною закритих і відкритих розподільчих пристроїв. Крім зазначених обмежень на місце розміщення, їх недоліком є довготривалий час монтажу, наладки та необхідність зняття напруги під час їх встановлення й обслуговування.

Для забезпечення створення індикатора пошкоджень, який дозволяє знизити час пошуку причини та місця виникнення аварійної ситуації до мінімуму, а також забезпечити підключення до діючих повітряних та кабельних ліній без зняття напруги шляхом підключення виходу вторинної обмотки ВТ струму роз'ємної конструкції до вимірювальних перетворювачів безпосередньо розміщених біля ВТ струму за допомогою механічного пружинного кріплення розроблена схема підключення трансформатора струму (рис. 4). На рисунку 4 наведено наступні позначення: сенсор струму навантаження (ССН) та вимірювальної системи (ВС). ССН у своєму складі містить: неінвазивний сенсор струму, який складається з індуктивного трансформатора струму з розбірним осердям (1), опору, який призначений для перетворення значення струму в напругу (2), стабілізатора опорної напруги зсуву, реалізованому на аналогових елементах (3). ВС у своєму складі містить: мікроконтролер «АТmega328» (4), мікросхему перетворювача інтерфейсів (5), рідкокристалічний дисплей 2x16 символів (6) для забезпечення відображення інформації у разі необхідності, світлодіод (9) призначений для світової індикації нормальної та аварійної ситуації на ЛЕП. ССН та ВС разом із персональним комп'ютером (7) або іншим спеціалізованим засобом обробки інформації, на якому розміщено спеціалізоване програмне забезпечення утворюють ІВС контролю та моніторингу аварійних параметрів ЛЕП розподілених електричних мережах. Персональний комп'ютер (7) розташовується в диспетчерському центрі у разі дистанційного доступу до ССН або в безпосередній близькості до ССН у безпечній зоні.

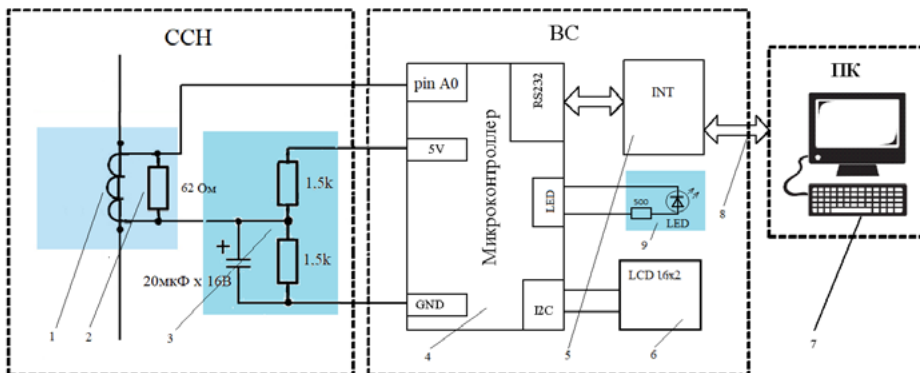


Рис. 4. Блок-схема

Дані зібрані із вимірювальних перетворювачів індикаторів ССН передаються на мережеву частину ІВС. Використовуючи отримані дані за допомогою блоку 7 можливо забезпечити моніторинг величини електричного струму, розпізнання причини різкого зросту сили струму: підключення нового навантаження чи появи струму КЗ, а при веденні додаткових коефіцієнтів визначати орієнтовну кількість

спожитої (відпущеної) електроенергії в секторі розподіленої мережі та легко перелаштовуватися з урахуванням можливих пікових навантажень у відгалуженні. Кожний індикатор задля забезпечення візуальної індикації стану ліній оснащується світлодіодом 9, у випадку нормальної роботи лінії світлодіод неперервно світиться зеленим кольором, у випадку аварійного стану світлодіод переходить у режим кодового світіння червоним кольором. Тип кодового світіння визначається типом аварійної ситуації на лінії.

Використання індикаторів ССН, що мають засоби зв'язку та передачі інформації (блок 5 та 8), забезпечують зниження час пошуку аварії до мінімуму. У випадку появи пошкодження індикатори ССН, встановлені на пошкоджених ділянках між центром живлення та місцем пошкодження, відправляють відповідні сигнали до диспетчерського центру, що дозволяє негайно ідентифікувати аварійну ділянку та здійснити оперативні дії, щодо усунення аварійної ситуації.

**Висновки.** Доведено, що інтеграція сенсорних та інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє забезпечити створення ефективних Smart засобів ідентифікації аварійних станів розподільних електричних мереж. Проведені дослідження дозволили розробити структуру систем моніторингу, використання якої дозволяє забезпечити реорганізації існуючих електричних мереж у відповідності до положень концепцій Smart City, а також підвищити надійність електропостачання споживачів та отримати позитивний економічний ефект внаслідок скорочення перерв у їх електропостачанні, мінімізації загального часу організації ремонтно-відновлюваних робіт та зменшення транспортних витрати під час пошуку місць пошкоджень.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Розробляється проєкт концепції Smart City. URL: <https://auc.org.ua/novyna/rozroblyayetsya-proyekt-koncepciyi-smart-city>
2. Зайцев Є.О., Березниченко В.О., Щербань А.П. Засоби ідентифікації аварійних станів в розподільних мережах ОЕС України. *Приладобудування: стан і перспективи* : Матеріали XXI Міжнародної науково-технічної конференції, 17–18 травня 2022 р. м. Київ, Україна, С.265–267.
3. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими / Під заг. ред. Акад. НАН України Кириленко О.В. К. : Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. 400 с.
4. Baranov G., Komisarenko O., Zaitsev I.O., Chernytska I. SMART technologies for transport tests networks, exploitation and repair tools. In Proc. of the International Conference Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS). 25–27, March 2021, Pichanur (India), 2021. pp. 621–625. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396055>
5. SGCG/M490/G Smart Grid Set of Standards Version 3.1 // CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. 2014. p. 259. URL: [https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC\\_Topics/SmartGridsandMeters/SmartGrids/1\\_sgcg\\_standards\\_report.pdf](https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC_Topics/SmartGridsandMeters/SmartGrids/1_sgcg_standards_report.pdf)
6. Зайцев Є. О., Акімов Д. Д., Миронов Д. О., Нефьодова А. О., Руських Ю. О. Інформаційні технології в системах діагностування та контролю технічного стану енергетичного обладнання. *Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій* : Наукові праці четвертої міжнар. наук.-практ. конф., 1–2 лютого 2022 р. (Київ, Україна), Київ: НУХТ, 2022. С. 211.
7. Łowczowski K., Olejnik B. Monitoring, detection and locating of transient earth fault using zero-sequence current and cable screen earthing current in medium voltage cable and mixed feeders. *Energies* 2022, 15, 1066. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15031066>
8. Roberts J., Altuve H.J., Hou D. Review of ground fault protection methods for grounded, ungrounded, and compensated distribution systems; SEL: Pullman, WA, USA, 2005

9. Listyuhin V.A., Pecherskaya E.A., Timokhina O.A., Smogunov V.V. System for monitoring the parameters of overhead power lines. *Journal of Physics: Conference Series* 2086 (2021) 012059 DOI:10.1088/1742-6596/2086/1/012059
10. Егорова О.Ю., Егоров О.Б., Карова Т.А. Порівняльний аналіз методів визначення місця пошкодження ПЛЕП. *Системи озброєння і військова техніка*. 2009. № 2. С. 141-144. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt\\_2009\\_2\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2009_2_36).
11. Griffel D., Leitloff V., Harmand Y., Bergeal J., A new deal for safety and quality on MV networks. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 1997. Vol. 12, №. 4. pp. 1428–1433.
12. Welfonder T., Leitloff V., Fenillet R., Vitet S. Location strategies and evaluation of detection algorithms for earth faults in compensated MV distribution systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2000. Vol. 15, №. 4. pp. 1121–1128.
13. Leitloff V., Feuille R., Griffel D. Detection of resistive single-phase earth faults in a compensated power-distribution system. *European Transactions on Electrical Power*. 1997. Vol. 7, no. 1, pp. 65–73.
14. Zamora I., Mazon A.J., Sagastabeitia K.J., Zamora J.J. New method for detecting low current faults in electrical distribution systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2007. Vol. 22. no. 4, pp. 2072–2079.
15. Ruz F., Quijano A., Gomez E. DSTRP: a new algorithm for high impedance fault detection in compensated neutral grounded M.V. power systems. *European Transactions on Electrical Power*. 2003. Vol. 13. no. 1. pp. 23–28.
16. Sagastabeitia K. J., Zamora I., MazOn A. J., Aginako Z., Buigues G. Phase asymmetry: a new parameter for detecting single-phase earth faults in compensated MV networks. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2011. Vol. 26, no. 4. pp. 2251–2258.
17. Hanninen S., Lehtonen M., Pulkkinen U. A probabilistic method for detection and location of very high resistive earth faults. *Electric Power Systems Research*. Vol. 54, no. 3. pp. 199–206. 2000.
18. Sagastabeitia K. J., Zamora I., Mazon A. J., Aginako Z., Buigues G. Low-current fault detection in high impedance grounded distribution networks, using residual variations of asymmetries. *IET Generation, Transmission & Distribution*. Vol. 6, no. 12. pp. 1252–1261. 2012
19. Listyuhin V.A., Pecherskaya E.A., Timokhina O.A., Smogunov V.V. System for monitoring the parameters of overhead power lines. *Journal of Physics: Conference Series* 2086 (2021) 012059 DOI:10.1088/1742-6596/2086/1/012059
20. Танкевич С.Є. Адаптивні вимірювальні перетворювачі струму та напруги для високовольтих електроенергетичних об'єктів : дис ... канд. техн. наук: 05.14.02. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. 171 с.
21. Зайцев Є.О. Розвиток теорії і практична реалізація оптоелектронних систем діагностування механічних параметрів потужних турбо- та гідрогенераторів : дис. ... докт. техн. наук: 05.13.05. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2020. 424 с.

#### REFERENCES:

1. The Smart City concept project is being developed. URL: <https://auc.org.ua/novyna/rozroblyayetsya-proyekt-koncepciyi-smart-city>
2. Zaitsev I.O., Berezhnychenko V.O., Shcherban A.P. (2022) Means of identification of emergency conditions in the distribution networks of UES of Ukraine. Instrumentation: state and prospects: Materials of the XXI International Scientific and Technical Conference, May 17–18, Kyiv, Ukraine, P. 265-267.
3. Intelligent electrical networks: elements and modes. Under general Ed. Acad. National Academy of Sciences of Ukraine O.V. Kyrlyenko: Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2016. 400 p.
4. Baranov G., Komisarenko O., Zaitsev I.O., Chernytska I. (2021) SMART technologies for transport tests networks, exploitation and repair tools. In Proc. of the International Conference Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS). 25-27, March 2021, Pichanur (India), pp. 621-625. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396055>
5. SGCG/M490/G\_Smart Grid Set of Standards Version 3.1 // CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. 2014. p. 259. URL: <https://www.cenelec>.

eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC\_Topics/Smart Grids and Meters/Smart Grids/1\_sgcg\_standards\_report.pdf

6. Zaitsev I.O., Akimov D.D., Myronov D.O., Nefiodova A.O., Ruskykh Yu.O. (2022) Information technologies in systems for diagnosing and monitoring the technical condition of power equipment. Modern trends in the development of information systems and telecommunication technologies: Scientific works of the fourth international science and practice conference, February 1–2, 2022 (Kyiv, Ukraine), Kyiv: NUHT, P. 211.

7. Łowczowski K., Olejnik B. (2022) Monitoring, detection and locating of transient earth fault using zero-sequence current and cable screen earthing current in medium voltage cable and mixed feeders. *Energies*, 15, 1066. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15031066>

8. Roberts J., Altuve H.J., Hou D. (2005) Review of ground fault protection methods for grounded, ungrounded, and compensated distribution systems; SEL: Pullman, WA, USA.

9. Listyuhin V.A., Pecherskaya E.A., Timokhina O.A., Smogunov V.V. System for monitoring the parameters of overhead power lines. *Journal of Physics: Conference Series* 2086 (2021) 012059 DOI:10.1088/1742-6596/2086/1/012059

10. Egorova O. Yu., Egorov O.B., Karova T.A. (2009) Comparative analysis of methods for determining the place of damage to the PLEP. *Weapon systems and military equipment*. No. 2. P. 141-144. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt\\_2009\\_2\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2009_2_36).

11. Griffel D., Leitloff V., Harmand Y., Bergeal J. (1997) A new deal for safety and quality on MV networks. *IEEE Transactions on Power Delivery*. Vol. 12, №. 4. pp. 1428–1433.

12. Welfonder T., Leitloff V., Fenillet R., Vitet S. (2000) Location strategies and evaluation of detection algorithms for earth faults in compensated MV distribution systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. Vol. 15, №. 4. pp. 1121–1128.

13. Leitloff V., Feuille R., Griffel D. (1997) Detection of resistive single-phase earth faults in a compensated power-distribution system. *European Transactions on Electrical Power*. Vol. 7, no. 1, pp. 65–73.

14. Zamora I., Mazon A.J., Sagastabeitia K.J., Zamora J.J. (2007) New method for detecting low current faults in electrical distribution systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. Vol. 22. no. 4, pp. 2072–2079.

15. Ruz F., Quijano A., Gomez E. (2003) DSTRP: a new algorithm for high impedance fault detection in compensated neutral grounded M.V. power systems. *European Transactions on Electrical Power*. Vol. 13. no. 1. pp. 23–28.

16. Sagastabeitia K. J., Zamora I., Mazon A. J., Aginako Z., Buigues G. (2011) Phase asymmetry: a new parameter for detecting single-phase earth faults in compensated MV networks. *IEEE Transactions on Power Delivery*. Vol. 26, no. 4. pp. 2251–2258.

17. Hanninen S., Lehtonen M., Pulkkinen U. (2000) A probabilistic method for detection and location of very high resistive earth faults. *Electric Power Systems Research*. Vol. 54, no. 3. pp. 199–206.

18. Sagastabeitia K. J., Zamora I., Mazon A. J., Aginako Z., Buigues G. (2012) Low-current fault detection in high impedance grounded distribution networks, using residual variations of asymmetries. *IET Generation, Transmission & Distribution*. Vol. 6, no. 12. pp. 1252–1261.

19. Listyuhin V.A., Pecherskaya E.A., Timokhina O.A., Smogunov V.V. System for monitoring the parameters of overhead power lines. *Journal of Physics: Conference Series* 2086 (2021) 012059 DOI:10.1088/1742-6596/2086/1/012059

20. Tankevich S.E. (2011) Adaptive current and voltage measuring converters for high-voltage electric power facilities: dissertation candidate. technical Sciences: 05.14.02. Kyiv: Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 171 p.

21. Zaitsev I.O. (2020) Development of the theory and practical implementation of optoelectronic systems for diagnosing mechanical parameters of powerful turbo- and hydrogen generators: dissertation ... doc. technical Sciences: 05.13.05. Kyiv: Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 424 p.

УДК 620.179.118

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.2>

## ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ ЯК ОДНА ІЗ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ

**Шорнікова С. В.** – начальник відділу

Українського науково-дослідного інституту спеціальної техніки

та судових експертиз Служби безпеки України

ORCID ID: 0000-0002-9038-2457

Будь-яка, оброблена самим ретельним чином поверхня деталі, не може бути ідеально рівною. Значення шорсткості поверхні деталі в будь-якому випадку буде відрізнятися від заданого в кресленню, тобто від номінального значення. При цьому, відхилення може бути або макрогеометричним, або мікрогеометричним. Макрогеометричні відхилення можуть бути охарактеризовані хвилястістю деталі або невідповідністю форми (контуру деталі). Мікрогеометричні, в свою чергу, визначаються ні чим іншим як шорсткістю поверхні. Шорсткість поверхні – характеристика нерівності, виражена у числових величинах, що визначає ступінь їхнього відхилення на базовій довжині від теоретично гладких поверхонь заданої геометричної форми [3], іншими словами це сукупність мікронерівностей, які з'являються на поверхні готових виробів чи деталей після обробки. Слід зазначити, що саме шорсткість має найбільш сильний вплив на експлуатаційні характеристики виробів а також деталей та вузлів різного призначення. Можливо, саме через це, точне визначенні шорсткості – одна із самих важливих задач метрології. Є досить багато методів визначення ступеня шорсткості. Деяке обладнання відноситься до контактного типу, інші до оптичного і змішаного типу. Вибір залежить від того, наскільки висока повинна бути точність проведених вимірювань [1]. А деякі засоби і методи вже практично не застосовуються через появу більш сучасних інструментів, які дозволяють підвищити точність вимірювання і знизити ймовірність помилки. В статті пропонується огляд сучасних методів і пристроїв для досліджень та контролю шорсткості поверхні деталей. Детально розглянуто вплив шорсткості на експлуатаційні показники деталей. Визначено, що для виготовлення якісної та надійної продукції необхідно проводити обов'язковий контроль шорсткості поверхні. Стверджено, що вибір методів та засобів вимірювання шорсткості залежить від фізичних та механічних властивостей матеріалів деталей, від їх геометричних розмірів а також від умов їх застосування та експлуатації.

**Ключові слова:** шорсткість, контактні методи, профілометр, профілограф, безконтактні оптичні методи, поверхня, якість.

### **Shornikova S. V. Surface roughness as one of the main geometric characteristics of the surface details. Methods and means of control**

Any surface of the part, even carefully processed, cannot be completely perfectly flat. The value of the smoothness and flatness of the surface of the part in any case will differ from the value specified by the drawing, that is, from the nominal value. In this case, the deviation can be either macrogeometric or microgeometric. Macro geometric deviations can be characterized by the waviness of the part and the inconsistency of the shape. Microgeometric deviations, in turn, are determined by nothing other than the roughness of the surface. Surface roughness is a characteristic of irregularities expressed in numerical dimensions and indicates the degree of their deviation along the base length from theoretically smooth surfaces of a given geometric shape. In other words, it is a set of micro-irregularities that appear on the surface of finished parts after processing. It should be noted that it is the roughness that has the strongest impact on the performance characteristics of products, as well as parts and assemblies for various purposes. Perhaps that is why the exact determination of the roughness parameter is one of the most important tasks in metrology. There are many methods for determining the degree of roughness. Some tools and methods are practically no longer used due to the advent of more modern tools that can increase the accuracy of measurements and reduce the likelihood of error. The choice depends on how high the accuracy of the measurements should be. The article offers an overview of modern methods and devices for research and control of surface roughness of parts. The influ-

*ence of roughness on the performance of parts is considered in detail. It has been determined that for the manufacture of high-quality and reliable products it is necessary to carry out mandatory control of surface roughness. It is proved that the choice of methods and means of measuring roughness depends on the physical and mechanical properties of the materials of the parts, on their geometric dimensions and on the conditions of their application and operation*

**Key words:** roughness, contact methods, profilometer, profilograph, non-contact methods, surface, quality.

**Постановка проблеми.** Шорсткість поверхні має великий вплив як на надійність і довговічність виробів, так і на вартість виготовлення деталей. Раціональні значення шорсткості залежать від багатьох чинників, а саме [1]:

допуску, посадки і номінального розміру з'єднання; методу складання; зносу, що допускається; умов експлуатації рухомих і нерухомих з'єднань; стабільності технологічних процесів.

Шорсткість поверхні визначає тривалість нормальної роботи деталей, що сполучаються. Наявність мікронерівностей викликає концентрацію напруги в западинах, сприяє розтріскуванню і знижує міцність, зносостійкість та довговічність деталі. У западинах нерівності утворюються вогнища корозії, тому чим більша шорсткість поверхні, тим більше деталь схильна до корозії. Зауважимо, що міцність деталей також залежить від шорсткості поверхні. Руйнування деталі, особливо за умов змінних навантажень, у більшій мірі пояснюється концентрацією її напружень, внаслідок наявних нерівностей. Чим меншою є шорсткість, тим меншою є можливість виникнення поверхневих розтріскувань внаслідок втоми матеріалу. Фінішна обробка деталей (доведення, полірування, тощо) забезпечує значне підвищення межі їх втомної міцності. Зменшення шорсткості поверхні у значній мірі покращує антикорозійну стійкість деталей (за умови, коли неможливо застосовувати захисні покриття) [11].

Шорсткість поверхні відіграє велику роль і у з'єднаннях, які відповідають умовам щільності та герметичності. Від величини шорсткості залежать також міцність посадок із натягом, стабільність посадок із зазором та експлуатаційні показники виробу. Необхідність вимірювання шорсткості на відповідність заданим параметрам є запорукою якісного та стабільного виробництва деталей і виробів та сприяє виключенню запуску у виробництво продукції, що не відповідає заданим вимогам.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням проблемних питань аналізування методів контролю шорсткості поверхні деталей займалися такі науковці, як М.А.Зенкін, А.С. Назаренко, Л.П. Клименко, Л.В. Пізінцалі, Н.І. Александровська, В.Д. Євдокимов [8,10]. В публікації Сичевського В. С. [6] описано задачі, які вирішують процеси контролю шорсткості деталі в умовах виробництва.

Адаменко Ю.І., Герасимчук О.М., Майданюк С.В., Плівак О.А в своїй роботі [7] детально описали виконання вимірювань контактними методами на профілометрі і обґрунтували оброблення профілограм та визначення параметрів шорсткості. Але найбільш актуальними, на момент написання статті, є оптичні методи.

**Постановка завдання.** Високоєфективні методи для контролю стану поверхні створюють великі резерви для підвищення якості продукції, що виробляється. В залежності від матеріалу та відповідності вимогам мікрорельєфу а також точності розмірів деталі, яка обробляється, можливе застосування різних методів та засобів для контролювання. Параметр шорсткості поверхні деталей та складальних одиниць – один із головних показників якості, надійності та терміну експлуатації виробів. І одним із важливих чинників тут є фінішна технологічна

обробка поверхні деталей (шліфування), яка забезпечує хороші експлуатаційні характеристики. Перевірку якості результатів такої технологічної обробки необхідно проводити за допомогою приладів, які вимірюють шорсткість поверхні. Метою статті є вибір методів та засобів контролю з метою підвищення якості та надійності виробів, які виготовляються на підприємствах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Шорсткість поверхні є однією із основних геометричних характеристик якості поверхні деталей, яка, у свою чергу, впливає на її експлуатаційні показники в цілому. Вимоги які висуваються до шорсткості поверхні необхідно встановлювати виходячи із функціонального призначення поверхні для забезпечення заданої якості виробів. Якщо в цьому немає необхідності, то вимоги щодо шорсткості поверхні не встановлюють і шорсткість такої поверхні не піддається контролю. Вимоги які висуваються до шорсткості поверхні не включають в себе вимог щодо дефектів поверхні (тріщини, раковини), тому під час контролю шорсткості поверхні вплив дефектів поверхні необхідно виключити. Зазначимо, що, у деяких випадках, нормативними документами допускається встановлення вимог відносно шорсткості окремих ділянок однієї поверхні, які номінально є різними [11].

Нормативним документом ДСТУ ISO 4287:2012 [2] встановлено вимоги, які висуваються до шорсткості поверхні, незалежно від способу її отримання або обробки. Це дає можливість застосовувати дані вимоги до поверхонь, які оброблені різними способами.

Взагалі прийнято виділяти три види шорсткості об'єкта : *вихідна шорсткість* (виникає в результаті технологічної обробки виробу різними інструментами та абразивами); *експлуатаційна шорсткість* (з'являється під час експлуатації в результаті зносу та робочого тертя); *стабільна шорсткість* (вид експлуатаційної шорсткості, який можна відтворити в стаціонарних умовах тертя).

Параметри шорсткості визначені в ДСТУ ISO 4287:2012 [2].

Цей документ виділяє такі шість показників шорсткості поверхні (рис. 1):

*Висотні:*

**Ra** – це середнє арифметичне значення відхилень профіля;

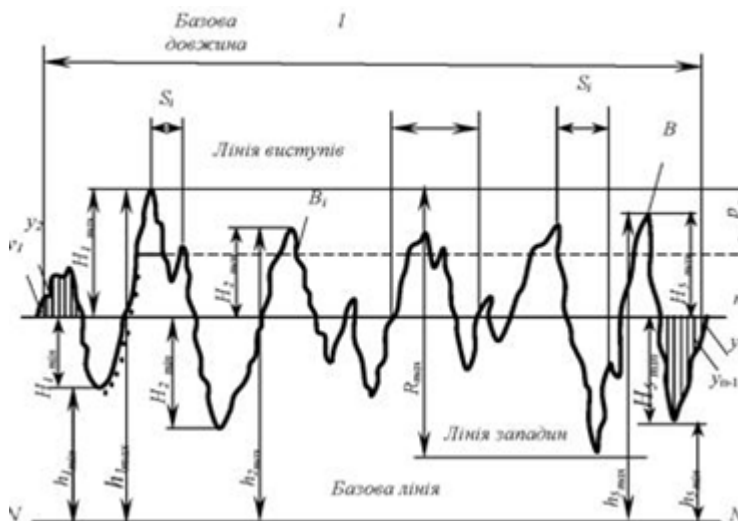


Рис. 1. Параметри шорсткості поверхні

**Rz** – висота нерівності профілю по 10 точках;

**Rmax** – найбільша висота профілю.

*Крокові:*

**S** – середній крок місцевих виступів профілю;

**Sm** – середній крок нерівності профілю по середній лінії.

*Висотно-крокові:*

**tp** – відносна опорна довжина профілю, де  $p$  – значення рівня перерізу профілю.

Розглядаючи поверхню визначається шорсткість, яка позначається Rz або Ra. Шорсткість Rz – показник 5-ти найбільш піднесених точок, з яких беруться усереднені значення. Контроль проводять в межах базової довжини. Шорсткість Ra являє собою середній показник арифметичних абсолютних значень, які стосуються відхилення профілю поверхні від середньої лінії в межах вимірюваної бази [9].

Доречно сконцентрувати увагу на тому, що поверхню, яка досліджується по параметрам вищенаведених показників, оцінити візуально практично не можливо. Для проведення вимірювання шорсткості поверхні слід враховувати те, який параметр при цьому вимірюється. Візуальний спосіб непридатний в промисловості або в іншій виробничій діяльності. Тому слід розглядати особливості *інструментального* методу визначення шорсткості, так як він дозволяє визначити потрібні показники з високою точністю.

Поверхня може мати найрізноманітніші показники і саме шорсткість один з найбільш складних у вимірі. Оцінювати поверхню, а точніше, розглянутий показник можна двома найбільш поширеними методами, які отримали назву *якісний і кількісний*.

Особливостям *якісного* методу притаманні нижченаведені моменти:

- візуальний огляд проводиться за наявності еталона [3] (подібний спосіб застосовується протягом багатьох років, але сьогодні через невисоку ефективність зустрічається вкрай рідко);

- поверхня може перевірятися при використанні лупи, мікроскопа або просто візуально (спеціаліст з високою ймовірністю може на дотик визначити те, до якого класу можна віднести поверхню).

Застосування методу візуального огляду можливо тільки в тому випадку, коли клас точності обробки поверхні невисокий. Цей метод передбачає використання еталонів, які повинні мати відповідну шорсткість та бути повірені. Контролювати показник можна тільки в тому випадку, якщо еталон виготовлений з того ж матеріалу, що і контрольована деталь. До візуального огляду можна віднести також використання лупи або спеціального мікроскопа.

Застосовується також *метод зіпків*, який використовується для оцінки шорсткості різних важкодоступних поверхонь, а також поверхонь зі складною конструкцією. Метод зіпків базується на знятті негативних копій поверхні за допомогою воску, парафіну, гіпсу або масляно-гутаперчевої маси з подальшим вимірюванням копій контактним або оптичним методом. Метод зіпків – не самостійний метод, а лише початковий етап під час проведення вимірювань. Він застосовується тільки спільно з одним із способів вимірювання шорсткості.

Недоліком візуальних методів класифікації є суб'єктивність оцінювання. Такий спосіб порівняння дає правильні результати при перевірці деталей від 1-го до 7-го класів чистоти. При використанні допоміжних засобів, таких як лупа або мікроскоп, область правильної перевірки розширюють до 10-го класу.



Найбільш поширений *кількісний* метод. Він заснований на вимірі параметрів за допомогою *профілометра* і *профілографа*.

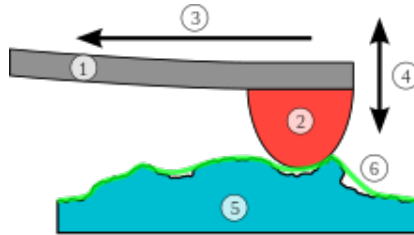
*Профілограф* (в металообробці) це прилад для вимірювання нерівності поверхонь та наданні результатів у вигляді кривої лінії (профілограми), яка характеризується хвилястістю (шорсткістю поверхні). Це контактний інструмент, за допомогою якого проводиться вимір досліджуваного зразка. Дана методика заснована на вимірі показника шляхом отримання зображення мікронерівностей профілю. Після одержання й обробки зображень проводяться певні розрахунки.

Цьому методу характерні наступні моменти: це контактний метод, тому що поверхню обмацують за допомогою тонкої алмазної голки; цей прилад належить до оптико-механічної групи обладнання. Подібна методика дозволяє отримати фотографію – деталь обмацують і зображення наноситься на стрічку в збільшеному вигляді. При контактній методиці перевірка дозволяє визначити значення шорсткості від 4-го до 11-го класу точності. Перевірити подібним способом можна метал та інші матеріали.

Розглянемо методику вимірювання *профілометром*.

Контактний профілометр це прилад, призначений для вимірювання шорсткості (нерівності профілю поверхні), який має шкалу на якій відраховуються значення показника шорсткості поверхні. Профілометри за типом перетворювача сигналів поділяють на п'єзоелектричні, електронні, індукційні та індуктивні. Найбільш поширені прилади з індуктивними перетворювачами сигналів.

Принцип роботи типового профілометра представлений на рисунку 2.



*Консоль (1) тримає голку (2), яка переміщується горизонтально в напрямку (3) над поверхнею об'єкта (5). Рух голки повторює основні нерівності профілю та відповідно рухає тримач. Вертикальна позиція (4) записується як вимірний профіль (6)*

*Рис. 2*

Дану методику вимірювань розробив вчений В.М. Кисельов. Вона передбачає використання інструменту, який не потребує отримання зображень та має такі особливості: використовується контактний метод обмацування досліджуваної поверхні тонкою алмазною голкою; оцінка проводиться за рахунок переміщення голки уздовж своєї осі (при цьому оцінюється частота і амплітуда коливання – їх визначення дозволяє визначити клас шорсткості); прилад відноситься до електричних систем, має спеціальні датчики і процесор (перетворювачі сигналів) для обробки отриманої інформації. В даному випадку для визначення  $R_a$  або  $R_z$ .

Перевага цього метода в тому, що не потрібно проводити складні розрахунки (виключення похибки оператора) Але цей метод має і ряд недоліків, а саме: безпосередній контакт з поверхнею, що може призвести до появ подряпин на поверхні досліджуваної деталі (в результаті чого прилад може неточно оцінити наявність шорсткості); крихкість пристрою; висока вартість.

Для вимірювання характеристик шорсткості деталей створено комбіновані пристрої – профілографи-профілометри. Вони одночасно обробляють і фіксують результати вимірювань шорсткості у графічному та цифровому вигляді. Такі прилади універсальні – у комплект їх поставки входить оснащення, яке забезпечує вимірювання шорсткості поверхні деталей різної конфігурації.

На теперішній час контроль стану поверхневого шару деталей повинен забезпечувати високу точність, швидкість, локальність та відтворюваність отриманих в процесі вимірювання результатів. Тому важливою задачею є створення безконтактних автоматичних систем контролю з комп'ютерною обробкою результатів. *Оптичний метод* дозволяє досліджувати поверхню безконтактним способом. Такі пристрої зчитують інформацію про наявність шорсткості завдяки відображенню світла від поверхні деталі, тобто безконтактні методи вимірювання шорсткості поверхні використовують параметри відбитої хвилі. Оптичний метод це безконтактний метод вимірювання шорсткості, який складається з групи методів [4]. Найбільш розповсюджені з них це: растровий метод; метод світлового та тіньового світіння; мікроінтерференційний метод.

Отже *растровий* метод передбачає наступну послідовність дій – на поверхню, яка досліджується кладеться скляна пластинка з нанесеною на неї растровою сіткою (тобто системою рівновіддалених паралельних ліній) з дрібним кроком. Потім, на пластинку подаються світлові промені під нахилом в місцях макроскопічних нерівності. Штрихи відображеної растрової сітки накладаються на реально намальовану сітку, в результаті чого виникають муарові смуги, які свідчать про наявність виступів та впадин на поверхні досліджуваного об'єкта. За допомогою растрового мікроскопа визначають параметри нерівності. Растровий метод використовується для обстеження поверхонь, сліди нерівності на яких мають переважно однаковий напрям, що є недоліком.

Метод *світлового та тіньового світіння* – це найбільш часто застосовуваний метод вимірювання параметрів нерівності. Метод *світлового світіння* зводиться до того, що світловий потік від джерела світла, проходячи скрізь вузьку щілину, перетворюється в тонкий, вузький пучок. Потім, за допомогою об'єктива, він направляється на досліджувану поверхню під певним кутом. Відбиваючись, промінь знову проходить через об'єктив і формує зображення щілини в окулярі. При цьому, абсолютно рівна поверхня буде мати ідеально прямий світовий пучок (лінію), а шорстка поверхня – криву лінію.

*Тіньовий* метод – це удосконалений метод світлового свічення. Сутність його полягає в тому, що недалеко від досліджуваної поверхні пристосовується лінійка зі скошеним ребром. Пучок світла долає ту ж саму відстань, однак, ніби ножем, зрізується ребром лінійки. При цьому на досліджуваній поверхні можна спостерігати тінь, верхня частина якої в точності повторює досліджуваний профіль. За допомогою мікроскопа зображення порівнюють, аналізують та роблять висновки щодо параметрів та характеру шорсткості.

*Мікроінтерференційний* метод – реалізується за допомогою спеціального вимірювального приладу, який складається з вимірювального мікроскопа та інтерферометра. Використовуючи інтерферометр, отримують інтерференційну картину поверхні досліджуваного об'єкта з викривленням смуг в місцях нерівності. Параметри шорсткості потім вимірюють за допомогою мікроскопа.

Для безконтактного вимірювання шорсткості поверхні матеріалів також мають місце прилади із використанням *лазерного випромінювання методом порівняння*. У приладі для контролю шорсткості поверхні лазерний промінь за допомогою

розділювальної призми ділиться на два промені, одним з яких зондується еталон, а іншим – поверхня, яка підлягає дослідженню. За допомогою напівпрозорих дзеркал розсіяні еталоном і об'єктом вимірювання світлові потоки направляються на фотоперетворювачі, а отримані з них електричні сигнали на пристрій порівняння та індикатор результатів [5].

Прилади, призначені для реалізації оптичних методів вимірювання шорсткості, знімають інформацію про шорсткість завдяки відображенню світла від поверхні деталі, дана інформація автоматично обробляється за допомогою комп'ютерної техніки. Обробка даних за допомогою комп'ютерів із відповідним програмним забезпеченням суттєво пришвидшує процес вимірювання (що є перевагою), тому оптичні методи вимірювання шорсткості можуть бути застосовані в умовах безперервного виробництва [8].

**Висновки.** Створення високоефективних методів для контролю стану поверхні надає великі резерви для підвищення якості продукції, що виробляється. В залежності від матеріалу, і у відповідності з вимогами до мікрорельєфу поверхні та точності розмірів деталі, що піддається обробці, можливо застосування різних методів та засобів для контролю шорсткості. Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що оптичні методи контролю шорсткості мають більше переваг і, на сьогодні, є більш придатними для використання у виробничих умовах, оскільки вони дають змогу значно прискорити обробку результатів вимірювань і на відміну від механічних методів не псують поверхню деталі.

З розглянутих методів, на мій погляд, найбільш перспективним для використання, перш за все з метрологічної точки зору, є метод світлового та тіньового перетину, оскільки тільки він забезпечує більш точні і обґрунтовані результати досліджень. Однак візуальні методи з використанням еталонів також застосовуються при контролі деталей від 1-го до 7-го класів чистоти так як не потребують висококваліфікованого персоналу.

Але, все ж таки прилади із використанням лазерного випромінювання методом порівняння та оптичні безконтактні методи є найбільш актуальними як відносно прості і такі, що вимагають найменших затрат.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Контроль і вимірювання шорсткості. URL: <https://studfile.net/preview/5730200/page:8>.
2. ДСТУ ISO 4287:2012 Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення понять і параметри структури.
3. Засоби вимірювання шорсткості поверхні. URL: <http://obrobka.pp.ua/646-zas>.
4. ДСТУ ISO 10110-8:2018 (ISO 10110-8:2010, IDT) Оптика та оптичні прилади. Розроблення креслеників оптичних елементів та систем. Частина 8. Текстура поверхні, шорсткість і хвилястість. Терміни та визначення.
5. Альховик О.В. Сучасні методи та засоби контролю мікрогеометричних параметрів поверхонь деталей і виробів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Том 32(71) С. 30–34.
6. Сичевський В.С. Аналіз методів контролю шорсткості поверхні деталей [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle>.
7. «Вимірювання шорсткості поверхні, визначення параметрів шорсткості за профілограмою». URL: <https://itm.kpi.ua/wp-content/uploads>.
8. Зенкін М.А., Назаренко А.С. Сучасні оптичні методи контролю шорсткості відповідальних деталей машин. *Вісник Інженерної академії України*. 2014. № 2. С. 220–224.

9. Контроль шорсткості поверхні. URL: <https://jak.bono.odessa.ua/articles/kontrol-shorstkosti-poverhni.php>.

10. Метрологія, стандартизація та управління якістю. URL: <https://buklib.net/books>.

11. Вплив якості поверхні на експлуатаційні властивості деталей. URL: <https://stud.com.ua/tehnika>.

#### REFERENCES:

1. Kontrol i vymiriuvannya shorstkosti [Control and measurement of roughness] Retrieved from: <https://studfile.net/preview/5730200/page:8/> (accessed 7 August 2022).

2. DSTU ISO 4287:2012 (2012) Tekhnichni vymohy do heometrii vyrobiv (GPS). Struktura poverkhni. Profilnyi metod. Terminy, vyznachennia poniat i parametry struktury. [Technical requirements for product geometry (GPS). Surface structure. Profile method. Terms, definition of concepts and structure parameters].

3. Zasoby vymiriuvannya shorstkosti poverkhni. [Means of measuring surface roughness] Retrieved from: <http://obrobka.pp.ua/646-zas> (accessed 7 August 2022).

4. DSTU ISO 10110-8:2018 (ISO 10110-8:2010, IDT) (2018) Optyka ta optychni prylady. Rozroblennia kreslenyiv optychnykh elementiv ta system. Chastyna 8. Tekstura poverkhni, shorstkist i khvyliastist. Terminy ta vyznachennia [Optics and optical devices. Development of drawings of optical elements and systems. Part 8. Surface texture, roughness and waviness. Terms and definitions].

5. Alkhovyk O.V. Suchasni metody ta zasoby kontroliu mikroheometrychnykh parametriv poverkhon detalei i vyrobiv. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Serii: Tekhnichni nauky. p. 30-34 [Modern methods and means of controlling the microgeometric parameters of the surfaces of parts and products].

6. Sychevskyi V.S. Analiz metodiv kontroliu shorstkosti poverkhni detalei [Analysis of methods for controlling surface roughness of parts] Retrieved from: <https://ela.kpi.ua/handle> (accessed 1 August 2022).

7. Vymiriuvannya shorstkosti poverkhni, vyznachennia parametriv shorstkosti za profilohramoiu [Measurement of surface roughness, determination of roughness parameters by profilogram] Retrieved from: <https://itm.kpi.ua/wp-content/uploads/> (accessed 1 August 2022).

8. Zenkin M.A., Nazarenko A.S. Suchasni optychni metody kontroliu shorstkosti vidpovidalnykh detalei mashyn. Visnyk Inzhenernoi akademii Ukrainy. (2014) p. 220–224. [Modern optical methods of roughness control of important machine parts].

9. Kontrol shorstkosti poverkhni [Control of surface roughness] Retrieved from: <https://jak.bono.odessa.ua/articles/kontrol-shorstkosti-poverhni.php> (accessed 1 August 2022).

10. Metrolohiia, standartyzatsiia ta upravlinnia yakistiu [Metrology, standardization and quality control] Retrieved from <https://buklib.net/books> (accessed 1 August 2022).

11. Vplyv yakosti poverkhni na ekspluatatsiini vlastyvoli detalei [Effect of surface quality on operational properties of parts] Retrieved from: <https://stud.com.ua/tehnika> (accessed 1 August 2022).

УДК 004.04

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.3>

## ТАБЛИЧНИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ЦІЛОЧИСЕЛЬНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ НЕПОЗИЦІЙНИХ КОДОВИХ СТРУКТУР

**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

**Торбенко О. С.** – магістр спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки» кафедри  
комп'ютерних та інформаційних технологій і систем  
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
ORCID ID: 0000-0003-0918-0821

У статті розглянуто основні недоліки сучасних комп'ютерних систем обробки цілочисельних даних (КСОЦД), що функціонують у позиційній системі числення (ПСЧ): наявність мікросрядних зв'язків між операндами, що обробляються. Дані зв'язки суттєво впливають на архітектуру обчислювача та методи реалізації арифметичних операцій, що реалізуються КСЦОД, ускладнюють апаратуру та обмежують швидкодію виконання арифметичних операцій. Застосування основних методів підвищення продуктивності в ПСЧ, на основі розпаралелювання обчислень, шляхом використання деяких властивостей задач і алгоритмів, що реалізуються, не в усіх випадках дозволяє підвищити продуктивність КСОЦД. Як результат всі існуючі методи підвищення продуктивності в ПСЧ мають загальний недолік: неможливість розпаралелити розв'язувані алгоритми на рівні елементарних операцій. Наведено позитивні результати теоретичних та практичних досліджень, які показали ефективність застосування непоозиційної системи числення в системі залишкових класів (СЗК) для підвищення продуктивності за рахунок табличного методу реалізації арифметичних операцій. Результати досліджень методів реалізації цілочисельних арифметичних операцій показали, що використання методу табличної обробки даних забезпечує максимально високу швидкодію виконання операцій додавання, віднімання і множення в СЗК. Кодування в непозиційній системі числення, а саме СЗК дозволяє синтезувати КСОЦД, в якому обробка всіх залишків числа проводиться паралельно в часі. Результат арифметичних модулних операцій може бути отримано в момент надходження вхідних чисел на табличний суматор, тобто в один такт. У цьому випадку час виконання арифметичних операцій у СЗК співрозмірний з тактовою частотою обчислювача, що принципово неможливо в позиційних двійкових КСОЦД при існуючій елементній базі.

**Ключові слова:** комп'ютерна система обробки цілочисельних даних, позиційна система числення, продуктивність, система залишкових класів.

**Yanko A. S., Torbenko O. S. Tabular method of increasing the productivity of integer data processing computer systems based on non-positional code structures**

The article discusses the main disadvantages of modern computer systems for processing integer data (CSPID) that function in the positional number system (PNS): the availability of inter-bit connections between the operands being processed. These connections significantly affect the architecture of the computer and methods of implementation of arithmetic operations implemented by CSPID, complicate the equipment and limit the speed of execution of arithmetic operations. In this regard, the increase in the productivity of CSPID in the PNS is primarily due to increasing the clock frequency, creating multiprocessor computing systems, optimizing the command system and command formats, taking into account the development of programming technology, etc., the development and application of methods and means of parallel data processing. The application of the main methods of increasing productivity in the PNS, based on the parallelization of calculations, by using some properties of the tasks and implemented algorithms, does not in all cases allow to increase the productivity of CSPID. As a result, all existing methods of increasing productivity in PNS have a common drawback: the impossibility of parallelizing solved algorithms at the level of elementary operations. The positive results of theoretical and practical research are presented, which showed the effectiveness of using a non-positional calculation system in the system of residual classes (SRC) to increase productivity due to the tabular method of implementing arithmetic operations. The results of studies of methods of implementation of integer arithmetic operations showed that the use of the tabular data processing method ensures the highest possible speed of performing operations of addition, subtraction and multiplication in SRC. Coding in a non-positional number system, namely SRC, allows synthesizing CSPIDs, in which the processing of all the remainders of the number is carried out in parallel in time. The result of arithmetic modular operations can be obtained at the moment of arrival of input numbers to the tabular adder, that is, in one cycle. In this case, the time of performing arithmetic operations in the SRC is commensurate with the clock frequency of the calculator, which is fundamentally impossible in positional binary CSPIDs with the existing element base.

**Key words:** computer system for processing integer data, positional number system, productivity, system of residual classes.

**Вступ.** В даний час існує ряд областей та напрямів науки і техніки, де є необхідність швидких, надійних та високоточних цілих арифметичних обчислень. Можна сміливо сказати, що у всіх галузях науки використовують цілочисельні арифметичні обчислення. Це в першу чергу такі галузі науки як: математика, фізика, астрономія, технічні науки, геодезія та метеорологія, метрологія, сейсмологія та ін. числами та поліномами; цілісне лінійне програмування; операції над числами та множинами; вирішення багатомірних NP-повних завдань; реалізація алгоритмів маршрутизації (алгоритми знаходження найкоротшого шляху); завдання множення векторів та матриць; завдання швидкого перетворення Фур'є та їх застосування; створення систем штучного інтелекту (нейромережні системи обробки даних); завдання військового призначення; цифрове оброблення сигналів; цифрове оброблення зображень; криптографічні перетворення; цілочисельна арифметика високої точності; вирішення завдань, пов'язаних із дослідженням космічного простору; високоточні цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворення тощо.

Результати досліджень, що проводилися протягом останніх десятиліть у галузі інформаційних технологій, різними групами вчених та інженерів методів підвищення продуктивності, надійності, живучості, а також достовірності обчислень комп'ютерних систем обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді, показали, що в межах позиційної системи числення (ПСЧ) цього істотно досягти практично неможливо [1]. На цей час виник розрив між зростаючими вимогами до підвищення продуктивності комп'ютерних систем реального часу, з одного боку, і неможливістю задоволення цих запитів з урахуванням використання існуючих ПСЧ, з іншого боку. Ця обставина зумовила необхідність пошуку шляхів підвищення ефективності функціонування комп'ютерних систем обробки цілочисельних даних (КСОЦД).

**Сучасні методи підвищення продуктивності.** Підвищення продуктивності КСОЦД (вирішення більшої кількості завдань за менший час), що функціонують у ПСЧ, у більшості випадків досягається за рахунок застосування трьох груп методів: технологічних, архітектурних та математичних. Відповідно до цих напрямів відбувається розвиток сучасних КСОЦД. При цьому вони чинять один на одного взаємний вплив.

Удосконалення та використання технології виробництва сучасної елементної бази (виготовлення НВІС (FPGA) та ПЛІС (PLD)) дозволяє підвищувати тактову частоту роботи процесора КСОЦД. У цьому забезпечують зростання рівня інтеграції елементної бази. Підвищення тактової частоти сприяє також «зменшення» послідовних ланцюжків логічних елементів, що виконують елементарні перетворення даних за такт. Перехід до НВІС на кремнієвій основі суттєво покращило основні характеристики КСОЦД і насамперед продуктивність, надійність, габарити, споживану потужність [2]. Однак мініатюризація елементної бази на основі застосування НВІС та ПЛІС, крім невирішених проблем (мінімізація міжсхемних з'єднань між НВІС, зменшення кількості застосовуваних типів НВІС і т.д.), практично досягла межі. В даний час розмір топологічних елементів, що входять до НВІС, становить приблизно 0,5-0,1 мкм, а до кінця 2023 р. розмір цих елементів буде орієнтовно дорівнює менше 0,1 мкм. Подальше зменшення розмірів, елементів, що входять до НВІС, викликає значні труднощі, що полягають насамперед у наступному: вирішення проблеми контролю та діагностики НВІС; монтаж невеликих кристалів знижує деякі показники надійності КСОЦД; щільність упаковки елементів, що погіршує економічні показники; при зменшенні розмірів елементів НВІС виникає необхідність зниження робочих напруг, для яких межею можуть бути термодинамічні процеси, що відбуваються в них, наприклад, власні шуми. Водночас сам напівпровідниковий матеріал на кремнієвій основі має максимально допустимі значення напруженості електричного поля, які обмежують граничні розміри транзисторів [3].

Архітектурні методи підвищення продуктивності КСОЦД пов'язані з низкою напрямів розвитку архітектур: створення багатопроекторних обчислювальних систем (SMP-системи), оптимізацією системи команд та форматів команд з урахуванням розвитку технології програмування, використанням методів та засобів паралельної обробки даних при виконанні команд тощо [4].

Математичні методи пов'язані зі створенням нових обчислювальних методів розв'язання класів (типів) завдань, що допускають розпаралелювання обчислювальних процесів.

У цьому плані очевидні два основних глобальних напрями у вирішенні завдання підвищення продуктивності КСОЦД: створення нової елементної бази обчислювальної техніки і розробка обчислювальної системи новаторської архітектури.

Зазначимо, що між цими двома напрямками підвищення продуктивності КСОЦД реального часу існує тісний зв'язок. Справді, нова елементна база КСОЦД, можливо, вимагатиме свого впровадження ефективнішого використання принципово нової організації обчислювального процесу з урахуванням новаторської архітектури КСОЦД. Створення обчислювального структури глобальної обробки даних пред'являє підвищені вимоги до елементної бази КСОЦД шляхом її вдосконалення або створення принципово нової, відмінної від існуючої.

Розглянемо існуючі та можливі перспективні шляхи підвищення продуктивності. Як відомо, продуктивність є найважливішою технічною характеристикою КСОЦД і визначається кількістю обчислювальної роботи, що виконується за одиницю часу [5]. Для кількісних оцінок використовують поняття номінальної (пікової), системної та користувальницької продуктивності.

*Номінальна продуктивність* може бути вектором  $V_n = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ , тобто це максимальна кількість операцій, яка може бути виконана системою за одиницю часу за відсутності зв'язків між пристроями, де  $v_i$  – швидкість  $i$ -го пристрою обчислювальної системи. При оцінках продуктивності КСОЦД найчастіше виділяють продуктивність конкретного пристрою: процесора, оперативної та дискової пам'яті та інше. Зазначимо, що номінальна продуктивність характеризує лише потенційні можливості пристроїв. Працюючи у складі системи ці можливості, зазвичай, повністю не використовуються. Ступінь їх використання залежить від характеру та кількості розв'язуваних задач, інтенсивності вхідного потоку завдань, операційної системи (ОС), що виконує функції розподілу ресурсів системи та організації управління ними. Для характеристики ступеня використання потенційних можливостей пристрою у складі системи використовується показник завантаження  $p_i$   $i$ -го пристрою:

$$p_i = t_i / t_c$$

де  $t_i$  – час, протягом якого працював  $i$ -й пристрій за час  $t_c$  роботи системи.

*Системна продуктивність*  $V_c$  – визначається при вирішенні сукупності задач користувача певного класу та враховує спільну роботу пристроїв в системі під управлінням ОС:

$$V_c = (p_1 V_1, p_2 V_2, \dots, p_n V_n).$$

Однак слід врахувати, що показники  $p_i$  – залежать від великої кількості факторів, оцінка їх значень може бути отримана на основі статистичних даних за результатами моделювання. Отримання достовірних оцінок дуже важко. Тому показник системної продуктивності КСОЦД використовується рідко. Також можлива ситуація, коли користувачеві необхідно вирішити безліч порівняно невеликих незалежних завдань. З його погляду продуктивність КСОЦД і є системна продуктивність. Однак користувача завжди цікавить продуктивність КСОЦД, що реалізується при вирішенні одного конкретного свого завдання, так звана користувальницька продуктивність.

*Користувальницькою продуктивністю* називають продуктивність КСОЦД, яка досягається при вирішенні одного окремо взятого завдання.

Під продуктивністю КСОЦД нас цікавитиме лише користувальницька продуктивність, тобто. час вирішення одного конкретного завдання. В даний час намітилися або вже реалізуються такі шляхи підвищення користувальницької продуктивності КСОЦД:

- створення КСОЦД із набору процесорів або низки окремих засобів обробки інформації (багатомашинні комплекси та багатопроцесорні системи, конвеєрні (магістральні) обчислювальні системи тощо);

- використання деяких властивостей даного класу розв'язуваних завдань (природний паралелізм обчислень, паралелізм безлічі об'єктів, паралелізм незалежних гілок обчислень та суміжних операцій, штучний паралелізм та інше);

- використання різних (позиційних та непозиційних) систем числення при реалізації методів обробки даних;

- підвищення продуктивності на базі одного процесора шляхом використання принципово нової елементної бази;

- розробка нової архітектури надпродуктивного процесора на основі використання голографічного принципу обробки інформації.

Оцінимо вплив деяких показаних вище практичних шляхів підвищення продуктивності КСОЦД.

Використання безлічі окремих процесорів дозволяє підвищити системну продуктивність, залишаючи значення користувальницької продуктивності КСОЦД в одних і тих же межах. Крім цього, застосування даного методу підвищення продуктивності вимагає для своєї реалізації значної кількості обладнання, що обмежує його широке практичне застосування для бортових КСОЦД.

Розвиток сучасної мікроелектронної бази, що базується в основному на застосуванні ПЛІС, дало поштовх до дослідження можливості застосування табличних методів обробки інформації. Застосування табличних методів переробки інформації може забезпечити надвисоку продуктивність (за рахунок можливості розпаралелити елементарну операцію) та надійність, а також зумовлює високий рівень регулярності та однорідності структури пристроїв для їх реалізації. Істотним недоліком (який зумовлює труднощі, а в деяких випадках і неможливість їх практичної реалізації) табличних методів переробки інформації, які застосовуються в ПСЧ, залишається значна кількість обладнання. Так, нехай точність обчислень для КСОЦД ПСЧ становитиме величину  $Z$ , а основа системи числення дорівнює  $q$ . У цьому випадку число адрес, наприклад, для матричного пристрою, що дорівнює,  $q^Z$ . Для значень  $Z = 128$ ,  $q = 2$  число адрес дорівнює  $2^{128}$ , а число схем збігу  $I$  у вузлах матричного ПЗУ дорівнює  $2^{256}$ , що навряд чи доцільно і реалізовано для КСОЦД в ПСЧ.

Таким чином, із перерахованих можливих шляхів підвищення продуктивності – створення КСОЦД новаторської архітектури, яка реалізує принцип паралелізму обробці даних [6]. Всі існуючі та перспективні методи підвищення продуктивності в ПСЧ мають загальний недолік: неможливість розпаралелити розв'язувані алгоритми на рівні елементарних операцій.

Так як існуючі КСОЦД оперують з даними, представленими в ПСЧ, виникає труднощі організації процесу освіти та поширення цифр перенесення між двійковими розрядами операндів, що обробляються. Алгоритмічна зв'язок двійкових розрядів між двома числами при реалізації арифметичних операцій додавання між собою обумовлює той факт, що одинична відмова або збій схеми обробки одного двійкового розряду операційного пристрою здатний викликати не одноразову, а багаторазові помилки в машинному слові. До того ж саме наявність міжрозрядних зв'язків не дозволяє розпаралелити алгоритми, що вирішуються на рівні елементарних операцій [7].

**Табличний метод, як інструмент підвищення продуктивності.** Результати досліджень в області створення швидкодіючих КСОЦД відомих авторів (Валаха М., Свободи А., Сабо Н., Акушського І. Я., Юдицького Д. І., Николайчука Я. М.,



Долгова О. І., Торгашова В. А., Амербасва В. М., Shimbo A., Paulier P., Thornton M. A., Dreschler R., Miller D. M. та ін.) показали, що використання непозиційних кодових структур як системи числення КСОЦД, призначеної для реалізації цілочисельних арифметичних операцій, істотно підвищує швидкодію вирішення задач певного класу, тобто підвищує користувальницьку продуктивність.

Кодування в непозиційній системі числення, а саме в системі залишкових класів (СЗК) дозволяє синтезувати КСОЦД, в якому обробка всіх залишків числа проводиться паралельно в часі. Структурна схема КСОЦД в СЗК являє собою набір процесорів, що функціонують незалежно один від одного і паралельно в часі, причому кожна за своїм певним модулем. У цьому випадку пристрої введення та виведення вирішують також відповідно задачу перетворення вхідної інформації КСОЦД з позиційного коду код СЗК і назад [1].

На підставі вимог, що пред'являються до КСОЦД, ґрунтуючись на перспективних концепціях розвитку комп'ютерних засобів швидкої обробки даних, а також у зв'язку з невирішеністю задачі створення високопродуктивних КСОЦД на основі використання ПСЧ, з одного боку, та з тенденціями, що розвиваються, використання непозиційних кодових структур у СЗК, з іншого боку, тема дослідження методів підвищення продуктивності КСОЦД, є дуже важливою, актуальною як на даному етапі, так і для подальшої перспективи розвитку обчислювальної техніки.

На основі використання трьох основних властивостей (незалежність, рівноправність і малорозрядність залишків, що визначають непозиційну кодову структуру в СЗК), непозиційна арифметика в СЗК, порівняно з ПСЧ, має такі істотні переваги:

- можливість розпаралелювання обчислень на рівні декомпозиції операндів, що суттєво підвищує їхню швидкодію;
- можливість просторового рознесення елементів даних з можливістю їх подальшої асинхронної незалежної обробки;
- можливість табличного (матричного) виконання арифметичних операцій базового набору та поліноміальних функцій з однократною вибіркою результату модульної операції;
- можливість створення системи контролю та корекції КСОЦД з ефективним виявленням та виправленням збоїв та відмов;
- можливість контролю та корекції помилок у динаміці обчислювального процесу КСОЦД;
- можливість ефективного використання пасивної, а також активної відмовостійкості на основі оперативної реконфігурації структури КСОЦД;
- менша обчислювальна та часова складність для окремих класів (типів) цілих задач (операцій);
- вияв особливого властивості структури КСОЦД в СЗК, що забезпечує відсутність ефекту розмноження помилок при реалізації арифметичних операцій складання, віднімання та множення;
- пристосованість структури КСОЦД у СЗК для проведення оперативної діагностики блоків та вузлів обчислювача;
- можливість підвищення надійності КСОЦД в СЗК за рахунок ефективності одночасного використання пасивної та активної відмовостійкості.

Звичайно з усіх наведених переваг КСОЦД в СЗК для підвищення продуктивності головною перевагою є саме використання табличного методу реалізації арифметичних операцій. Результати досліджень методів реалізації цілочисельних арифметичних операцій показали, що використання методу табличної обробки даних забезпечує максимально високу швидкодію виконання операцій додавання, віднімання і множення в СЗК. Результат арифметичних модульних операцій може бути отримано в момент надходження вхідних чисел на табличний суматор, тобто в один такт. У цьому випадку час виконання арифметичних операцій у СЗК

співрозмірний з тактовою частотою обчислювача, що принципово неможливо в позиційних двійкових КСОЦД при існуючій елементній базі [8].

**Висновок.** В даній статті уточнено та систематизовано можливі галузі науки і техніки, де є необхідність швидких, надійних та високоточних цілочисельних обчислень. Показано, що в ПСЧ досягти суттєвого «прориву» у цьому напрямі практично неможливо. Фактично ефективне застосування ПСЧ в електроніці досягла своєї межі, що зумовлює неможливість суттєвого підвищення продуктивності існуючих КСОЦД. Таким чином, до сьогодні не вирішено важливого та актуального науково-технічного завдання з розробки методів підвищення продуктивності КСОЦД на основі використання ПСЧ. Результати проведених у статті досліджень методів підвищення продуктивності показали, що у ПСЧ завдання підвищення продуктивності не може бути ефективно вирішено без погіршення деяких основних техніко-економічних показників КСОЦД. У той же час існують позитивні результати теоретичних та практичних досліджень, які показали ефективність застосування непозиційної системи числення в СЗК для підвищення швидкодії реалізації цілих арифметичних операцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Data processing in the system of residual classes / Krasnobayev V. et al. USA, Nevada : ASC Academic Publishing, 2019. 208 p. ISBN: 978-0-9989826-6-3 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-7-0 (Ebook)
2. Bosilca G., Delmas R, Dongarra J., Langou J. Algorithm-based fault tolerance applied to high performance computing. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Academic Press, Inc. Orlando, FL, USA, 2009. Vol. 69. №4. P.410-416.
3. The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design by David A. Patterson / under the editorship Morgan Kaufmann, 1 edition, 2016. 720 p. ISBN-10: 0128017333, ISBN-13: 978-0128017333.
4. David A. Patterson, John L. Hennessy. Computer Organization and Design, Fifth Edition: The Hardware/Software Interface. Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, 2013. 800 p. ISBN-13: 978-0124077263, ISBN-10: 0124077269.
5. Vears R. E. Microprocessor Based Systems for the Higher Technician. Kindle Edition. Newnes, 2016. 298 p.
6. Woods J. Stability of 2-D causal digital filters, using the residue theorem. *IEEE Trans. Acoust. Signal Processing*. New York, 1983. Vol. 31. № 3. P. 772-774.
7. Акушский И. Я. Машинная арифметика в остаточных классах. М.: Радио и связь, 1968. 444 с.
8. Krasnobayev V., Yanko A. and Koshman S. A Method for arithmetic comparison of data represented in a residue number system. *Cybernetics and Systems Analysis*, 2016. Vol. 52. Issue 1. P. 145-150.

### REFERENCES:

1. Krasnobayev V., Kuznetsov A., Yanko A., Koshman S., Zamula A. and Kuznetsova T. (2019). *Data processing in the system of residual classes*. ASC Academic Pub. Co. [in English]
2. Bosilca G., Delmas R, Dongarra J., Langou J. (2009). Algorithm-based fault tolerance applied to high performance computing. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Orlando, FL, USA: Academic Press Pub. Co, vol. 69, no. 4, 410-416. [in English]
3. David A. Patterson (2016). *The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design by Morgan Kaufmann*, 1 edition. [in English]
4. David A. Patterson, John L. Hennessy (2013). *Computer Organization and Design, Fifth Edition: The Hardware/Software Interface*. San Francisco: Morgan Kaufmann Pub. Co. [in English]
5. Vears R. E. (2016). *Microprocessor Based Systems for the Higher Technician*. Kindle Edition. Newnes. [in English]
6. Woods J. (1983) Stability of 2-D causal digital filters, using the residue theorem. *IEEE Trans. Acoust. Signal Processing*. New York, vol.31, no 3, 772-774. [in English]
7. Akushskii I.Ya. and Yuditskii D.I. (1968) *Arifmetika mashiny v klassah ostatkov [Machine Arithmetic in Residual Classes]*. Moscow: Sov. Radio. [in Russian]
8. Krasnobayev V., Yanko A. and Koshman S. (2016) A Method for arithmetic comparison of data represented in a residue number system. *Cybernetics and Systems Analysis*, vol. 52, issue 1, 145-150. [in English]

---

# ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

## FOOD TECHNOLOGY

УДК 653.321:34

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.4>

### ТЕХНОЛОГІЯ ДЕСЕРТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

---

**Антоненко А. В.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу  
Київського національного університету культури і мистецтва  
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

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

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

**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

**Тонких О. Г.** – кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу  
Київського національного університету культури і мистецтва  
ORCID ID: 0000-0001-7823-4761

---

Найважливішим чинником здоров'я населення є харчування та інтенсивність способу життя. Розроблення функціональних харчових продуктів зі зниженим вмістом вуглеводів та створення шляхів покращення структури харчування в цілому вплине на подальший розвиток технологій харчових продуктів з підвищеною харчовою та зниженою енергетичною цінністю. Основною проблемою харчування в нашій країні є надмірне споживання легкозасвоюваних вуглеводів і забезпечення населення есенціальними нутрієнтами, які відповідають фізіологічним потребам організму. У статті розглядається актуальність та розроблення технологій десертних страв функціонального призначення – мусу яблучного з фруктозою та борошном кіноа. Проведено органолептичні, технологічні та фізико-хімічні дослідження, які довели доцільність використання фруктози та борошном кіноа. У процесі технологічних розробок з урахуванням органолептичної оцінки, обрано дослідний зразок і розроблено технологію мусу яблучного з фруктозою та борошном кіноа. Було проведено технологічні пробки щодо заміни манної крупи на борошно кіноа. Його вносили в кількості від 10 до 100% до маси манної крупи. Встановлено, що оптимальним являється дозування борошна кіноа в кількості 45%. Проведена органолептична оцінка мусу яблучного з повним вилученням цукру і манної крупи з використанням кіноа, желатину та фруктози за 5-бальною шкалою, де визначали такі показники якості, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція. За результатами проведених досліджень розроблено технологію мусу яблучного з фруктозою та кіноа з покращеним вмістом есенціальних нутрієнтів. На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що розроблений мус яблучного з фруктозою та кіноа, збагачують раціон харчування людини дефіцитними нутрієнтами та зменшують кількість легкозасвоюваних вуглеводів. Розроблені вироби можна рекомендувати у раціонах з метою профілактики цукрового діабету, для покращення травлення та зміцнення імунітету. Соціальна ефективність розробленої технології мусу яблучного з фруктозою та кіноа полягає у розширенні асортименту десертних страв зі зменшеною кількістю легкозасвоюваних вуглеводів. Розроблена десертна 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, для задоволення попиту споживачів на функціональні харчові продукти, а також для людей хворих на цукровий діабет і сприятиме поліпшенню якості харчування та оздоровленню населення України.

**Ключові слова:** харчова цінність, фруктоза, десертна страва, кіноа, легкозасвоювані вуглеводи, мус яблучний.

**Antonenko A. V., Brovenko T. V., Stukalska N. M., Kryvoruchko M. Yu., Tolok G. A., Tonkykh O. H. Simulation of the recipe composition of healthy food products based on functional compositions**

The most important factor in the health of the population is nutrition and the intensity of the lifestyle. The development of functional food products with reduced carbohydrate content and the creation of ways to improve the structure of nutrition in general will influence the further development of food products technologies with increased nutritional and reduced energy value. The main problem of nutrition in our country is excessive consumption of easily digestible carbohydrates and providing the population with essential nutrients that meet the physiological needs of the body. The article examines the relevance and development of technologies for functional dessert dishes – apple mousse with fructose and quinoa flour. Organoleptic, technological and physicochemical studies were conducted, which proved the feasibility of using fructose and quinoa flour. In the process of technological development, taking into account the organoleptic evaluation, a prototype was selected and the technology of apple mousse with fructose and quinoa flour was developed. Technological studies were carried out on the replacement of semolina with quinoa flour. It was added in amounts from 10 to 100% to the mass of semolina. It was established that the optimal dosage of quinoa flour is 45%. An organoleptic evaluation of apple mousse with complete extraction of sugar and semolina using quinoa, gelatin and fructose was carried out on a 5-point scale, where such quality indicators as appearance, color, smell, taste, consistency were determined. Based on the results of the research, the technology of applesauce with fructose and quinoa with an improved content of essential nutrients was developed. Based on the obtained data, it can be concluded that the developed apple mousse with fructose and quinoa enriches the human diet with deficient nutrients and reduces the amount of easily digestible carbohydrates. The developed products can be recommended in diets to prevent diabetes, to improve digestion and strengthen immunity. The social effectiveness of the developed technology of apple mousse with fructose and quinoa consists in expanding the assortment of dessert dishes with a reduced amount of easily digestible carbohydrates. The developed dessert products can be recommended for food in the daily diets of people working in heavy industry, living in

*ecologically polluted areas and all strata of the population, to meet consumer demand for functional food products, as well as for people with diabetes and will contribute to the improvement the quality of nutrition and improving the health of the population of Ukraine.*

**Key words:** *nutritional value, fructose, dessert dish, quinoa, easily digestible carbohydrates, apple mousse.*

**Вступ.** Десертна продукція в харчуванні населення є досить популярною, десертні страви поєднують в собі як новітні так і традиційні кулінарні технології. Десертні страви мають високу енергетичну цінність та глікемічний індекс, зменшення вмісту яких можливе завдяки використанню цукрозаміників, що зменшує кількість простих вуглеводів та рослинної сировини з низьким глікемічним індексом [1].

Цукровий діабет – це хронічне захворювання, що характеризується абсолютним або частковим дефіцитом вироблення підшлунковою залозою гормону інсуліну [2]. Цукровий діабет посідає третє місце у світі після серцево-судинних і онкологічних захворювань, на сьогоднішній день в Україні зареєстровано 1,3 млн. хворих на цукровий діабет з яких 8 тис. дітей. Тому доцільним є розробляти спеціальні продукти харчування з використанням цукрозамінників для даної групи населення [3].

**Постановка проблеми.** У зв'язку з вище наведеним розроблення десертних страв спеціального призначення із зменшеним вмістом простих вуглеводів та впровадження її в раціони людей хворих на цукровий діабет є актуальним. Оскільки дані продукти компенсують дефіцит біологічно активних компонентів в організмі, а також підтримують нормальну функціональну активність органів і систем, і можуть споживатися регулярно у складі раціону харчування [4-6].

**Мета дослідження.** *Метою роботи* є наукове обґрунтування, розроблення технологій десертних страв зі зниженим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів для харчування хворих на цукровий діабет.

*Об'єкт* – технологія десертних страв із використанням цукрозаміників.

*Предмет* – мус яблучний з фруктозою та борошном кіноа, мус яблучний.

За контроль обрано традиційну технологію виготовлення яблучного мусу [7].  
Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, визначення вітамінів методом тонкошарової хроматографії, експертні, математично-статистичні методи, методи моделювання, обробки експериментальних даних із використанням сучасного програмного забезпечення [8-12].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розроблення технології продуктів спеціального призначення базується на знанні норм вмісту кожного нутрієнту в готовому продукті з метою оптимального забезпечення потреб людини. Питанню нормування нутрієнтного складу продуктів харчування відповідно до фізіологічних потреб людини в поживних речовинах присвячені роботи багатьох вчених: М.Ф. Кравченка, О.О. Васильєвої, Д.В. Федорової, Т.О. Марцин, В.Н. Корзуна, Н.В. Притульської, А.М. Дорохович, М.І. Пересічного, Г.О. Сімахіної, В.А. Тутельяна, А.А. Кочеткової, Н.В. Шендерова, О.І. Черевка, М., К.Н. Honikel, Т. Mizota, М.В. Roberfroid та ін. [13-19].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Відповідно до проведеного аналітичного огляду літератури та згідно рекомендацій експертів ВООЗ одним із основних правил харчування при цукровому діабеті є вилучення цукру і зменшення кількості легкозасвоюваних вуглеводів. Десерти в цьому випадку заборонені, оскільки вони підвищують рівень глюкози в крові, в результаті чого виникає гіперглікемія, що призводить до порушення обміну речовин і поступового ураження практично всіх функціональних систем організму.

Для надання стравам солодкого смаку використовують різноманітні цукрозамінники. Всі цукрозамінники поділяють на дві групи – натуральні і штучні (рис. 1).



Рис. 1. Характеристика цукрозамінників

Для підсолодження харчових продуктів перспективним є використання природних підсолоджувачів, особливо фруктози. Фруктоза – це натуральний цукор, що вміщений в плодах, овочах, фруктах. Вона має високий коефіцієнт солодкості (1,5...1,7) та низький глікемічний індекс, відносно сахарози. Для засвоєння фруктози не потрібний гормон інсулін, тобто її можуть споживати хворі на цукровий діабет. До 12% введеної фруктози метаболізується у кишковому тракті з утворенням лактату, частина фруктози, яка залишилась, всмоктується у кров та може спричиняти незначне підвищення рівня глюкози у крові. Крім того, споживання фруктози підвищує рівень холестерину у сироватці крові та повільніше адсорбується у кишковоки.

При розробленні десертної страви для хворих на цукровий діабет було здійснено проробки повної заміни цукру на фруктозу. За контроль обрано № 667 мус яблучний, виготовлений за традиційною технологією. До складу мусу яблучного входить також крупа манна, яка має високий глікемічний індекс і містить значну кількість вуглеводів. З метою оптимізації нутрієнтного складу десерту манну крупу було замінено на борошно кіноа та желатин.

Кіноа або квіноа (лат. *Chenopodium quinoa*) — зернова культура, буває жовтого, чорного і червоного кольору. Це не справжнє зерно і тому ця рослина не відноситься до злаків, а є псевдозерновою культурою. Основна користь Кіноа полягає в тому, що це джерело повноцінного рослинного білка, який добре засвоюється. У ньому міститься достатня кількість лізину – амінокислоти, яка сприяє кращому засвоєнню кальцію (табл. 1).

Таблиця 1

## Амінокислотний склад зерна Кіноа, на 100 г [5]

Нутрієнти	Кількість	Задоволення добової потреби, %
Білки, г	14,12	19,3
Незамінні амінокислоти, г		
Валін	0,93	37,12
Ізолейцин	0,81	40,32
Лейцин	1,07	23,28
Лізин	0,83	20,15
Метіонін+Цистеїн	0,72	39,82
Треонін	0,62	25,99
Триптофан	0,24	29,82
Фенілаланін+Тирозин	1,10	24,95
Замінні амінокислоти, г		
Аланін	0,59	8,94
Аргінін	1,09	17,87
Аспарагінова кислота	1,23	10,08
Гістидин	0,43	20,48
Гліцин	0,69	19,71
Глутамінова кислота	1,87	13,75
Пролін	0,77	17,11
Серин	0,57	6,87
Тирозин	0,27	16,82
Цистин	0,30	33,33

В середньому зерно кіноа містить від 14,2 до 20% білка (для порівняння: 3,5% в кукурудзі, 7,5% в рисі, 9,9% в просі, і 11–14% в пшениці). Склад білків кіноа дуже збалансований і близький до складу білків молока, через що це зерно називають рослинним «материнським молоком» [5].

Крім унікальних білків, кіноа містить також вуглеводи, жири (з високим вмістом лецитинової кислоти), клітковину, мінеральні речовини і вітаміни групи В. У Кіноа більше рибофлавіну (0,32 мг), фосфору (457 мг), природних фолатів (42 мг) і клітковини (7 г), ніж у пшениці, ячмені і рисі. (табл. 2).

Таблиця 2

## Поживна цінність кіноа, (г/мг на 100 г)

Нутрієнти	Вміст	Нутрієнти	Вміст
Білки, г	14,12	Жири, г	6,07
Вуглеводи, г:	57,16	<i>Макроелементи, мг</i>	
у т.ч. крохмаль, г	52,22	Калій, К	563,0
Харчові волокна, г	7,0	Кальцій, Са	47,0
Вітаміни, мг		Магній, Mg	197,0
Вітамін А	0,001	Натрій, Na	5,0
бета Каротин	0,008	Фосфор, P	457,0
Вітамін В1, Тіамін	0,36	<i>Мікроелементи, мг</i>	
Вітамін В2, Рибофлавін	0,32	Залізо, Fe	4,57

Продовження таблиці 2

Вітамін В5, Пантотенова кислота	0,77	Марганець, Mn	2,03
Вітамін В6, Піридоксин	0,49	Мідь, Cu	0,59
Вітамін В9, Фолати	0,184	Селен, Se	0,0085
Вітамін РР, Ніацин	1,52	Цинк, Zn	3,1
Вітамін В4, Холін	70,2	Енергетична цінність, кКал	368,0

Кіноа містить велику кількість харчових волокон (7 г на 100г кіноа), що робить його необхідним всім, хто страждає діабетом, захворюваннями серця і гіпертонією, ожирінням. Харчові волокна допомагають виводити з організму шкідливі речовини, токсини, холестерин, знижують рівень цукру в крові, попереджують розвиток серцево-судинних захворювань.

Було проведено технологічні проробки щодо заміни манної крупи на борошно кіноа. Його вносили в кількості від 10 до 100% до маси манної крупи. Встановлено, що оптимальним являється дозування борошна кіноа в кількості 45%. Менше дозування недостатньо підвищує поживну цінність страви, а більша кількість негативно впливає на органолептичні показники мусу. Для надання структури десертній страві і з можливістю повного вилучення манної крупи до страви вводили желатин.

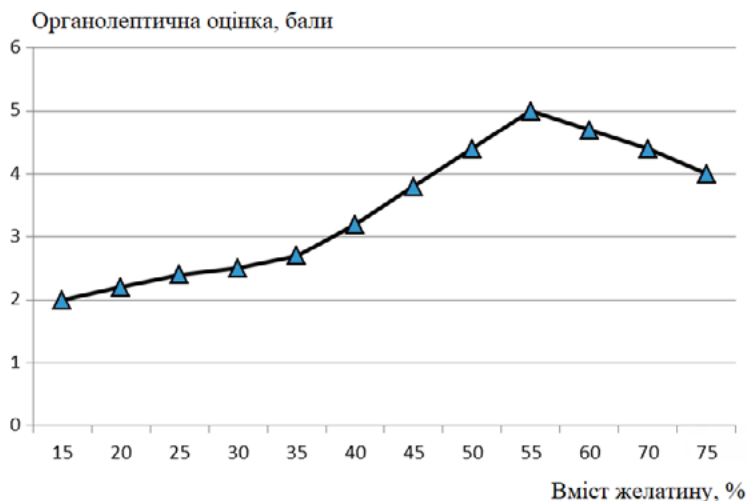


Рис. 2. Вміст желатину при заміні манної крупи в технології мусу яблучного

Проведена органолептична оцінка мусу яблучного з повним вилученням цукру і манної крупи з використанням кіноа, желатину та фруктози за 5-бальною шкалою, де визначали такі показники якості, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція (табл. 3).

При збільшенні концентрації зерна Кіноа до 80% спостерігається погіршення консистенції виробів, мус стає нещільним та починає розкришуватися, у зв'язку з чим вироби втрачають свою форму і їх зовнішній вигляд стає менш привабливим. Також відбувається зміна смакових якостей страви в гіршу сторону через



Таблиця 3

## Органолептичні показники мусу яблучного з фруктозою та кіноа

Кількість зерна Кіноа, % від маси рису	Органолептична оцінка показників, бали					Загальна органолептична оцінка
	Зовнішній вигляд	Запах	Колір	Смак	Консистенція	
	Коефіцієнт вагомості					
	2	1,5	1,5	3	2	
Контроль	4,8	4,9	4,6	4,8	4,9	4,80
Дослідний зразок	4,9	4,8	4,7	4,9	4,9	4,84

появу специфічного присмаку, властивого зерну Кіноа. Тому за результатами дослідження встановлено, що найбільш оптимальним варіантом із запропонованих дослідів є дослід № 2 з вмістом зерна Кіноа 50% від маси рису за рецептурою.

З метою оптимізації рецептури страв із круп та їх нутрієнтного складу, розроблена технологія мусу «Особливого» з зерном Кіноа та фруктозою (рис. 3).

Як бачимо (рис. 1), при заміні в традиційній рецептурі частини рису на зерно Кіноа (25 г), та цукру на фруктозу (8 г), технологічний процес приготування страви не змінюється.

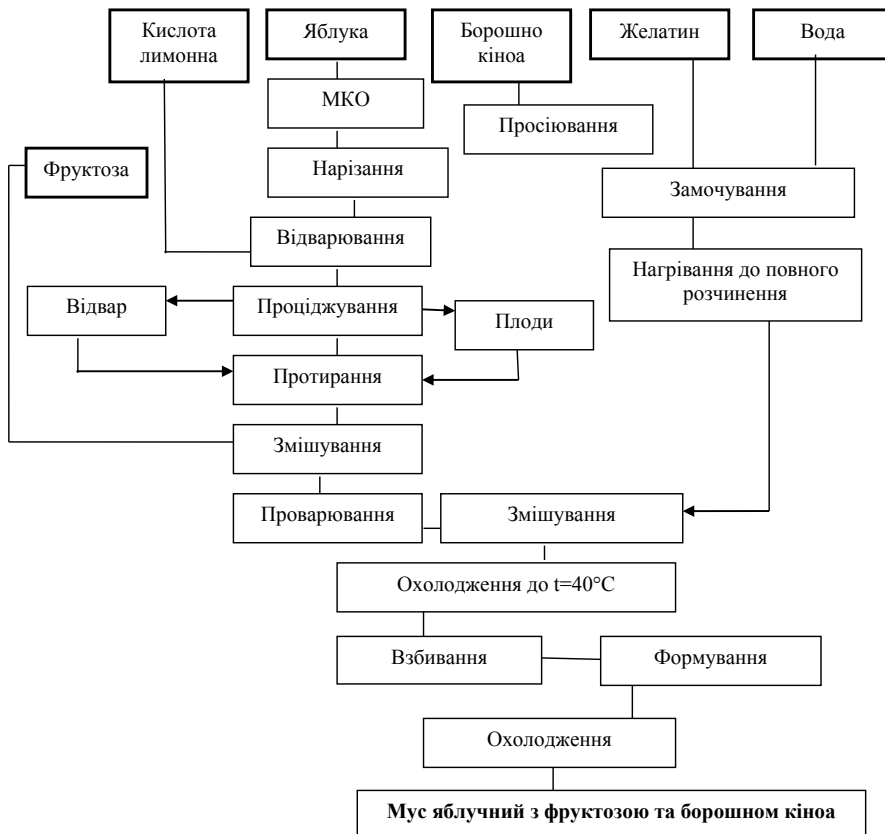


Рис. 3. Технологічна схема виготовлення мусу яблучного з фруктозою та борошном кіноа

Досліджено поживну цінність мусу яблучного з використанням фруктози та кіноа (табл. 4).

Таблиця 4

**Поживна цінність мусу яблучного з фруктозою та кіноа (на 100 г)**

Речовини хімічного складу	Вміст харчових речовин у 100 г				Різниця +/-	Відхилення, %
	Контроль	% від добової потреби (контроль)	Дослід	% від добової потреби (дослід)		
Білки,г	0,94	0,9	4,57	4,6	3,6	389,4
Жири,г	0,20	0,3	0,38	0,5	0,2	150,0
Вуглеводи, г	23,56	5,9	5,61	1,4	-18,0	-94,1
у т.ч. харчові волокна,г	0,83	3,3	0,85	3,4	0,0	309,6
Натрій,мг	8,19	0,2	10,16	0,3	2,0	96,3
Калій, мг	94,25	3,8	121,22	4,8	27,0	94,9
Кальцій, мг	6,85	0,9	38,99	4,9	32,1	28,5
Магній, мг	4,14	1,4	13,78	4,6	9,6	11,1
Фосфор, мг	10,10	1,0	33,51	3,4	23,4	66,3
Залізо, мг	0,79	5,2	1,05	7,0	0,3	786,1
Вітаміни:						
В1, мг	0,02	1,3	0,01	0,7	-0,6	-50,0
В2, мг	0,01	0,5	0,01	0,4	-0,1	0,0
РР, мг	0,19	1,2	0,16	1,1	-0,1	-15,8
Енергетична цінність, ккал	100,59	3,6	46,01	1,6	-54,6	-54,3

Як видно з таблиці 4, в дослідному зразку без цукру з фруктозою та кіноа збільшився вміст білків в 3,6 рази, зменшився вміст легкозасвоюваних вуглеводів на 94,1%. Покращився мінеральний склад десерту. Вміст калію збільшився на 94,9%, кальцію на 28,5%, магнію на 11,1%, фосфору на 66,3%. Суттєво збільшився вміст заліза.

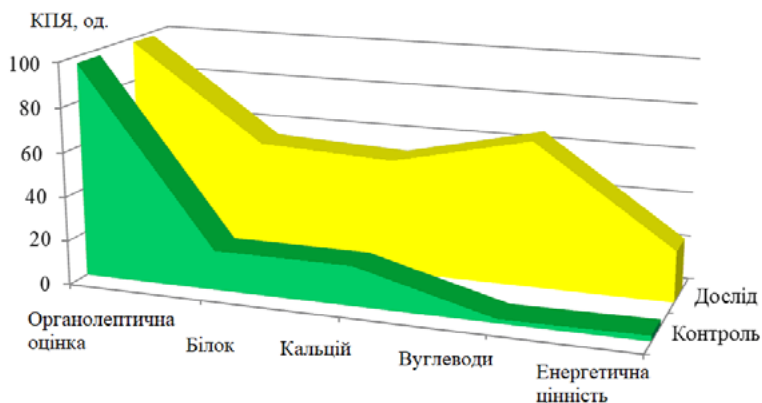


Рис. 3. Модель якості мусу яблучного з фруктозою та кіноа

Досить важливим для людей, схильних до розвитку цукрового діабету, є зменшення енергетичної цінності страви за рахунок зміни якісного складу вуглеводів майже на 54,3%.

Для оцінки якості десертної страви, а саме мусу яблучного виготовленого за розробленою технологією з повним вилученням цукру та з додаванням фруктози та кіноа, проведено розрахунок комплексного показника якості та побудовано модель якості (рис.3). Для побудови моделі якості використані наступні показники: органолептична оцінка, вміст білка, вуглеводів, кальція, енергетична цінність. Показники енергетичної цінності та вміст вуглеводів рахували як зворотні.

Результати оцінювання якості розробленої десертної страви у порівнянні з традиційною свідчать, що показники якості мусу яблучного перевищили контрольні за рахунок покращення поживної і зниження енергетичної цінностей.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень розроблено технологію мусу яблучного з фруктозою та кіноа з покращеним вмістом есенціальних нутрієнтів. На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що розроблений мус яблучного з фруктозою та кіноа, збагачують раціон харчування людини дефіцитними нутрієнтами та зменшують кількість легкозасвоюваних вуглеводів. Розроблені вироби можна рекомендувати у раціонах з метою профілактики цукрового діабету, для покращення травлення та зміцнення імунітету. Соціальна ефективність розробленої технології мусу яблучного з фруктозою та кіноа полягає у розширенні асортименту десертних страв зі зменшеною кількістю легкозасвоюваних вуглеводів. Розроблена десертна продукція може бути рекомендована для харчування дітей, у повсякденних раціонах людей, що працюють на виробництвах важкої промисловості, проживають на екологічно забруднених територіях та всіх верств населення, для задоволення попиту споживачів на функціональні харчові продукти, а також для людей хворих на цукровий діабет і сприятиме поліпшенню якості харчування та оздоровленню населення України.

### 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. Оса: 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. 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.
5. Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророшеного зерна пшениці. *Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки»*. 2012. № 1. С. 82–88.
6. 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.
7. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Издательство «Экономика», Москва, 1982. 495 с.
8. Михайлик В.С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. *Харчова наука і технологія : науково-виробничий журнал*. 2016. № 1. С. 72–77.
9. Кравченко М.Ф., Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророшеного зерна пшениці. *Товари і ринки: міжнародний науково-практичний журнал*. 2012. № 1. С. 82–88.

10. Антоненко А.В. Боршно з пророшеного зерна вівса як основа для борошняних кондитерських виробів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2014. № 46 (1). С. 149–153.
11. Журавська А.А. Новітні технології кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. *Научные труды SWorld*. 2013. № 1. С. 73–77.
12. 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.
13. Черевко О.І. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків : ХДУХТ. 2017. 591 с.
14. 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.
15. Русавська В.А. Теоретико-практичні підходи до ефективного функціонування ринку готельно-ресторанних послуг: стан, проблеми, тенденції. Київ : Видавництво Ліра. 2018. 420 с.
16. Преображенский А.П. Уровень развития техники и технологии в XXI веке. Одеса : КУПРИЕНКО С.В. 2019. 227 с.
17. Гамаюнова В.В. Инновационные технологии в жизни современного человека. Одесса : КУПРИЕНКО С.В. 2020. 209 с.
18. 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.
19. Мазаракі А.А. Збірник рецептур кулінарної продукції і напоїв функціонального призначення. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. 772 с.

#### 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 metabolichnogo syndromu u naselennia. Dovkillia ta zdorovia. № 1. 9–13.
4. 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.
5. Kryvoruchko M.Iu. (2012). Strukturno-mekhanichni vlastyvoli prisnoho tista z boroshna proroshchenoho zerna pshenytsi. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. «Tovary i rynky». № 1. 82–88.
6. Skurykhyn Y.M. (2002). Khymycheskyi sostav rossiyskykh pyshchevykh produktov: Spravochnyk. M:DeLy prynt. 236 s.
7. Sbornyk retseptur bliud y kulynarnykh yzdelyi dlia predpriyatiy obshchestvennogo pytanya. (1982). «Ekonomyka». 495 s.
8. Mykhailyk V.S. (2016). Tekhnolohiia ta yakist pechyva zi shrotamy oliinykh kultur. Kharchova nauka i tekhnolohiia: naukovy-vyrobnychy zhurnal. № 1. 72–77.
9. 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.
10. Antonenko A.V. (2014). Boroshno z proroshchenoho zerna vivsa yak osnova dlia boroshnianskykh kondyterskykh vyrobiv. Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii. № 46 (1). 149–153.
11. Zhuravska A.A. (2013). Novitni tekhnolohii kondyterskykh vyrobiv pidvyshchenoi kharchovoi tsinnosti. Nauchnye trudy SWorld. № 1. 73–77.

12. 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.
  13. Cherevko O.I. (2017). Innovacijni tekhnologii harchovoï produkcii funkcional'nogo pryznachennya. Harkiv: HDUHT. 591 s. [in Ukrainian].
  14. 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].
  15. Rusavs'ka V.A. (2018). Teoretiko-praktichni pidhodi do efektyvnoho funkcionuvannya rinku gotel'no-restorannih poslug: stan, problemi, tendencii. Kiïv : Vidavnytvo Lira. 420 s. [in Ukrainian].
  16. Preobrazhenskij A.P. (2019) Uroven' razvitiya tekhniki i tekhnologii v HKHI veke. Odesa: KUPRIENKO S.V. 227 s. [in Ukrainian].
  17. Gamayunova V.V. (2020) Innovacionnye tekhnologii v zhizni sovremennoho cheloveka. Odessa : KUPRIENKO SV. 209 s. [in Ukrainian].
  18. Brovenko T. (2018). Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. Visnyk Natsionalnoi akademii kerivnykh kadriv kultury i mystetstv : nauk. zhurnal. № 2. 91-94.
  19. Mazaraki A.A. (2013). Zbirnyk retseptur kulinarnoi produktsii i napoiv funktsionalnogo pryznachennia. Kyiv : Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t. 772 s.
-

УДК 664.661.2:005.591.6

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.5>

## ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ СИРОВИНИ З МЕТОЮ РОЗРОБКИ НОВИХ БЕЗГЛУТЕНОВИХ РЕЦЕПТУР

**Горач О. О.** – доктор технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-8737-5002

**Кіпіоро І. М.** – кандидат економічних наук,  
заступник директора з навчальної роботи  
Кропивницького фахового коледжу харчування та торгівлі  
ORCID ID: 0000-0002-8482-1265

**Гусар А. О.** – здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1742-1800

В статті приведено результати теоретичних та експериментальних досліджень з використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенових рецептур на основі використання власної, щорічно відновлюваної, безпечної рослинної сировини. За оцінками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), стан здоров'я людини великою мірою залежить від способу життя, в тому числі від харчування. Світовий досвід свідчить, що нераціональне та незбалансоване харчування є одним з найважливіших факторів ризику у виникненні багатьох захворювань, тому питання раціонального харчування в наш час набуло важливого значення.

Харчові продукти призначені для дієтичного харчування людей, є харчовими продуктами, які через свій особливий склад або особливий процес виготовлення значно відрізняються від харчових продуктів для звичайного споживання, які відповідають поставленій меті забезпечення дієтичного харчування і реалізуються так, щоб було ясно, що вони відповідають цій меті. Дієтичне харчування повинне відповідати спеціальним вимогам, що пред'являються до харчування деяких категорій споживачів з порушеним процесом засвоєння глютену в організмі. Зазначено, що останнім часом виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі через зростання кількості алергічних захворювань викликаних непереносимістю певних харчових сполук, зокрема глютену. Встановлено, що основну частку безглютенової продукції в Україні становить продукція закордонного виробництва, тому питання використання альтернативних видів рослинної сировини для заміни традиційного борошна, що містить глютен, набуває неабиякого значення та потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень. В статті наведено результати проведених досліджень з розробки рецептур безглютенових сумішей, які можна застосовувати для виготовлення безглютенової продукції різного функціонального призначення. Також подано рекомендації та параметри, щодо приготування безглютенового борошна в домашніх умовах на основі використання альтернативних видів борошна.

**Ключові слова:** борошно, глютен, рецептура, безглютенова суміш, продукція, виробництво.

**Gorach O. O., Kipioro I. M., Husar A. O. Use of alternative raw materials for the development of new gluten-free recipes**

The article presents the results of theoretical and experimental research on the use of alternative raw materials to develop new gluten-free recipes based on the use of its own, annually renewable, safe plant raw materials. It is noted that recently the production of gluten-free products has become very popular in the world due to the growing number of allergic diseases caused by intolerance to certain food compounds, including gluten. It is established that the main share

*of gluten-free products in Ukraine is foreign products, so the issue of using alternative vegetable raw materials to replace traditional gluten-containing flour is of great importance and requires in-depth theoretical and experimental research.*

*Therefore, the aim of the article is to develop recipes for gluten-free flour mixtures for the manufacture of gluten-free products based on the use of its own, annually renewable raw materials, which significantly saves and fills the Ukrainian market with its own available gluten-free raw materials.*

*The article presents the results of research on the development of recipes for gluten-free mixtures that can be used for the manufacture of gluten-free products for various functional purposes. It is noted that the search for alternative raw materials requires in-depth theoretical and experimental research, as the introduction of innovative new technologies and recipes involves the replacement of gluten and the use of raw materials with sufficient micronutrients, vitamins, dietary fiber and other vital nutrients. It is established that today, manufacturers offer ready-made mixes for gluten-free baking, but they are mostly imported, and therefore have a fairly high cost.*

*Recommendations and parameters for the preparation of gluten-free flour at home based on the use of alternative types of flour are also given.*

*Recommendations for the use of alternative types of flour in the preparation of various bakery products are given, as well as the parameters and methods of obtaining gluten-free flour at home.*

*The use and implementation of the developed recipes for the preparation of gluten-free mixtures will allow the use of its own, annually renewable raw materials, which will promote import substitution and fill the Ukrainian market with affordable, inexpensive, high-quality and safe functional products.*

**Key words:** *flour, gluten, recipe, gluten – free mixture, products, production.*

**Постановка проблеми.** За оцінками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), стан здоров'я людини великою мірою залежить від способу життя, в тому числі від харчування. Світовий досвід свідчить, що нераціональне та незбалансоване харчування є одним з найважливіших факторів ризику у виникненні багатьох захворювань, тому питання раціонального харчування в наш час набуло важливого значення.

Харчові продукти призначені для дієтичного харчування людей, є харчовими продуктами, які через свій особливий склад або особливий процес виготовлення значно відрізняються від харчових продуктів для звичайного споживання, які відповідають поставленій меті забезпечення дієтичного харчування і реалізуються так, щоб було ясно, що вони відповідають цій меті. Дієтичне харчування повинне відповідати спеціальним вимогам, що пред'являються до харчування деяких категорій споживачів з порушеним процесом засвоєння глютену в організмі.

Протягом останніх років виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі. Відповідно до тенденцій зростає кількість алергічних захворювань викликана не засвоюваністю певних харчових сполук, зокрема глютену. Проведений аналіз виробництва безглютенової продукції функціонального призначення дозволяє зробити висновок, що на сьогоднішній день основну частку ринку безглютенових продуктів харчування в Україні займають вироби імпортного виробництва, що свідчить про актуальність розробки та впровадження вітчизняних технологій та рецептур виготовлення безглютенової продукції на основі використання власної, щорічно відновлюваної рослинної сировини [1].

**Метою дослідження** є використання альтернативних видів сировини з метою розробки рецептур безглютенових сумішей для виробництва вітчизняної продукції різного функціонального призначення на основі використання власної, щорічно відновлюваної рослинної сировини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Провідними вітчизняними та закордонними науковцями було досліджено та розроблено рецептури з виробництва безглютенових виробів, зокрема такими як Дробот В. І., Грищенко А. М.,

Дорохович В.В., Бабіч О.В., Саблук В.І., Притульська Н.В., Doman G., Perlmutter D., Aguilar N., Gallagher E., Rosell C. та іншими [2].

Виробництво безглютенової продукції дозволить розширити асортимент вітчизняних виробників хлібобулочних виробів та замінити дорогою, імпортовану безглютенову продукцію власною, щорічно відновлюваною рослинною сировиною на основі використання та впровадження новітніх інноваційних технологій. У зв'язку з вищевикладеним, особливої актуальності набуває питання розробки рецептур безглютенових сумішей для виробництва продукції різного функціонального призначення на основі використання вітчизняної безглютенової рослинної сировини.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогоднішній день основою лікування хворих на непереносимість глютену людей є дієтичне харчування спрямоване на повному виключенні з раціону харчування всіх глютенівмісних продуктів, що містять пшеницю, жито, ячмінь, овес, а також гібриди цих зерен (камут і тритикале). Всі існуючі на сьогоднішній день технології безглютенового виробництва пов'язані із заміною традиційної випічки із пшеничного та житнього борошна, яке містить глютен, на кукурудзяне, гречане, рисове, амарантове та ін., яке не містить глютен [3; 4].

Таблиця 1

#### Опосередкований хімічний склад зернових культур

Зернові культури	Білки, г	Жири, г	Вода, г	Крохмаль, г	Клітковина, г
Овес	9,8	6,1	13,8	36,9	10,9
Просо	11,4	3,7	13,9	54,8	7,5
Ячмінь	10,1	2,1	14,2	48,0	4,0
Сорго	10,4	4,0	13,9	58,4	3,6
Кукурудза	8,1	4,2	14,1	59,6	2,0
Пшениця ярова	11,4	2,0	14,1	54,1	2,1
Рис	7,4	2,6	14,0	55,2	9,0

Відомо, що хімічний склад зернових культур залежить у великій мірі від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, району та генетичних особливостей сорту. Опосередкований хімічний склад зернових культур подано в табл. 1.

На рис. 1 наведено енергетичну цінність різних зернових культур на 100 г, ккал



Рис. 1 Енергетична цінність зернових культур на 100 г, ккал



Аналізуючи дані табл. 1 та рис. 1 можна зробити висновок, що за хімічним складом кукурудза та рис у порівнянні з іншими зерновими культурами містять найбільшу кількість крохмалю та відрізняються високою поживною цінністю. Так, вміст крохмалю у кукурудзі становить 59,6 г, у рисі 55,2 г, тоді як у пшениці 54,1 г.

Пошук альтернативних видів сировини, потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень, оскільки впровадження у виробництво інноваційних новітніх технологій та рецептур пов'язане із заміною клейковини та використання сировини з достатньою кількістю мікронутрієнтів, вітамінів, харчових волокон та інших поживних життєво необхідних речовин. Використання альтернативних видів сировини у співвідношенні 1:1 при заміні пшеничного борошна не можна застосовувати, оскільки заміна традиційного борошна потребує проведення експериментальних досліджень з метою розробки збалансованих рецептур, які дозволяють одержати необхідний запас поживних речовин необхідних для щоденного споживання в раціон людей, які мають непереносимість глютену.

На сьогоднішній день, виробники пропонують готові суміші для безглютенової випічки, але вони переважно імпортного виробництва, а тому мають досить високу вартість. Тому метою статті є розробка рецептур безглютенових сумішей борошна для виготовлення безглютенової продукції на основі використання власної, щорічно відновлюваної сировини, що дозволяє значно заощадити та наповнити ринок України власною, доступною безглютеновою сировиною.

Глютен є специфічним білком, який міститься у великій кількості у пшеничному борошні. Менша кількість глютену, тобто клейковини міститься в подрібненому житі і ячмені. Тому в основі розробки рецептур нами було використано борошно із безглютенової рослинної сировини, а саме зі злаків: гречки, рису, кукурудзи, пшона, вівса; з бобових: гороху, сої, сочевиці, нуту; з горіхів: мигдалю, кокоса, каштана, кедра; з насіння: льону, чіа, гарбуза, соняшнику, амаранту, кунжуту, коноплі; з коренеплодів і кореневищ: картоплі та ін. [5].

Як зазначалося вище, основою лікування хворих на непереносимість глютену людей є дієтичне харчування спрямоване на повному виключенні з раціону харчування всіх глютенвмісних продуктів, що містять пшеницю, жито, ячмінь, овес, а також гібриди цих зерен (камут і тритикале) та заміну альтернативними видами борошна. Далі приведено характеристику безглютенової рослинної сировини. Рисове борошно це найпопулярніший замітник пшеничного. Все тому, що рисове борошно нейтральна за смаком і відмінно зберігається. При приготуванні тіста рисове борошно краще змішується з будь-яким іншим борошном, що в свою чергу дозволяє уникнути підвищеної сухості готового продукту, тим самим поліпшивши смак. Рисове борошно застосовують для приготування практично всього, для чого потрібно тісто. Рисове борошно з коричневого рису вважається більш корисним, але в солодкій випічці сподобається не всім. Відмінно підійде для хлібопечення, коржів та інших солоних страв.

Гречана мука має досить незвичайний смак. Для того, щоб його пом'якшити, можна її змішувати з іншими, більш нейтральними за смаком, різновидами борошна. Підходить для вафель, млинців, локшини, а також хліба, при цьому має низьку калорійність і підходить для раціону тих, що худнуть.

Кукурудзяна мука також є однією з популярних альтернатив пшеничного. Підходить для хлібопечення, коржів, чіпсів. Також її можна додавати в супи, соуси або зварити кашу.

З вівсяної муки відмінно виходить пишна випічка, тому її найчастіше використовують для хлібобулочних виробів. Також можна використовувати для

приготування печива, солодкого хліба з сухофруктами і горіхами, домашньої локшини, пельменів.

Вище зазначені види культур вирощується в ґрунтово-кліматичних умовах півдня України, тому мають прийнятну ціну і знаходяться у вільному доступі. Для заміни клейковини, на сьогоднішній день досить широко використовують крохмаль (кукурудзяний, картопляний, рисовий), харчові волокна, клітковину, камедь (гуарова, ксантанова). Найчастіше використовується самі ці інгредієнти у різних комбінаціях, для того щоб отримати необхідну в'язкість та консистенцію. Як відомо, головне призначення глютену, полягає у тому, щоб забезпечити високі реологічні властивості, а саме в'язкість компонентів, пружність, еластичність тіста.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень було розроблено рецептуру безглютенових сумішей, яка може бути використана для одержання безглютенових хлібобулочних виробів різного функціонального призначення. В табл. 2 та табл. 3 подано рецептури безглютенових сумішей для заміни пшеничного борошна для виготовлення виробів різного функціонального призначення.

Таблиця 2

**Рецептура безглютенової суміші. Варіант 1**

№ п/п	Найменування сировини	Витрати сировини, нетто, кг
1.	Рисове борошно	38
2.	Картопляний крохмаль	43
3.	Кукурудзяний крохмаль	14
4.	Ксантанова камедь	5
Вихід, %		100

Таблиця 3

**Рецептура безглютенової суміші. Варіант 2**

№ п/п	Найменування сировини	Витрати сировини, нетто, кг
1.	Кукурудзяне борошно	56
2.	Картопляний крохмаль	31
3.	Кукурудзяний крохмаль	10
4.	Ксантанова камедь	3
Вихід, %		100

Відомо, що приготування якісного безглютенового тіста потребує значних витрат часу, порівняно з використанням традиційних видів борошна. Також, безглютенове тісто може розпливатися в процесі випікання, тому його рекомендують потримати в морозильній камері перед тим, як випікати.

Для того, щоб придати тісту пікантного смаку можна додавати під час приготування тіста ваніль, корицю, для солоних страв – пряні трави. Використання альтернативних видів безглютенового борошна дають свій присмак, тому спеції дозволяють їх пом'якшувати. Якщо необхідно зробити випічку більш вологою, використовують додаткові інгредієнти, а саме сметану, розтоплений шоколад, пюре з яблук або інших фруктів.

Особливості приготування безглютенового тіста полягає у тому, що рідину (воду, молоко) необхідно додавати невеликими порціями, різні види борошна по-різному її вбирають. Для того, щоб зменшити кількість рідини в тісті, можна додати крохмаль або подрібнений в порошок рис. Крім того, відомо що випічку без клейковини краще трохи перетримати в духовці, тому що безглютенова випічка дуже часто має вогкувату середину і це є однією з найпоширеніших проблем при її випіканні. Щоб вироби зберегли форму і легкість та щоб не опали, краще не діставати відразу з духовки, а залишити остигати на 10-15 хвилин.

Для того, щоб приготування безглютенове борошно в домашніх умовах, необхідно дотримуватися певних порад та рекомендацій. Для приготування рисового борошна в домашніх умовах необхідно рис висипати на пательню і ставити на середній вогонь, при цьому важливо крупу постійно помішувати. Через деякий час вона почне міняти забарвлення, так як буде присмажуватися, тоді вогонь треба зменшити і ще продовжувати обсмажування, поки рис не придбає світло-коричневе забарвлення. Увесь процес підсмажування займає близько десяти хвилин. Потім пательню знімають з плити і ще гарячий рис засипають у кавомолку або міксер, де його ґрунтовно подрібнюють. Якщо подібних електроприладів немає, можна скористатися ступкою і товкачем. Рисове борошно іноді може здатися дещо вогкуватим, в цьому випадку його рекомендується підсушити хвилин десять в духовці, де слід встановити температуру в 140°C.

Щоб приготувати гречане борошно, потрібно тільки гречана крупа, яку заздалегідь звільнить від стороннього сміття, промивають 5-8 разів у воді і висушать на паперових рушниках. Миття можна здійснювати теплою або холодною водою, але теплою водою це зробити краще. Для зручності ополіскування спочатку відправляють гречку в дрібнозернисте сито, потім опускають в таз і починають мити. Коли вода стане прозорою, миття закінчують та залишають сушитися.

Після часткового зникнення вологи здійснюють прожарювання протягом 7 хвилин, для того щоб досягти справжнього смаку гречаної крупи. Обсмажування має супроводжуватися інтенсивним помішуванням крупи, для того щоб не допустити пригорання. Після чого необхідно довести крупу до кімнатної температури, а потім подрібнити. Маніпуляції проводяться за допомогою кавомолки або будь-якого іншого подрібнювача. Для цього необхідно завантажувати гречку порціями, після чого просіяти за допомогою сита.

Щоб одержати кукурудзяне борошно в домашніх умовах крупу, можна перемолоти в кавомолці, протягом 2 хвилин. Після чого, отримане борошно необхідно просіяти через дрібне сито, а великі шматочки перемолоти ще раз до повного подрібнення. Таку ж саму підготовку, можна використати для приготування вівсяного борошна.

**Висновки.** На основі проведених досліджень, можна зробити висновок, що заміна традиційних видів борошна потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень, оскільки впровадження у виробництво інноваційних новітніх технологій та рецептур пов'язане із заміною клейковини та використання сировини з достатньою кількістю мікронутрієнтів, вітамінів, харчових волокон та інших поживних життєво необхідних речовин. В результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено рецептури безглютенових сумішей для приготування продукції різного функціонального призначення. Подано рекомендації, щодо використання альтернативних видів борошна в процесі приготування різних хлібобулочних виробів, а також приведено параметри та способи одержання безглютенового борошна в домашніх умовах. Використання

та впровадження у виробництво розроблених рецептур приготування безглютенових сумішей дозволить використовувати власну, щорічно відновлювану сировину, що сприятиме імпортозаміщенню та наповнить ринок України доступною, недорогою, якісною та безпечною продукцією функціонального призначення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ринок безглютенових продуктів: великий потенціал поки ще сплячої потреби : веб-сайт. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi>

2. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Нові тенденції та особливості виробництва піци в сучасних умовах. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі* : Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 303-306. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/materialy-3-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnologij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-26.11.2021.pdf>

3. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Сучасний стан виробництва, якість та безпека хлібобулочних виробів. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства, 17 листопада 2021 р. м. Херсон. С. 315-319. URL: <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7315>.

4. Українська спілка целиакії. <https://celiac.org.ua>

5. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Аналіз виробництва безглютенової продукції функціонального призначення на основі використання вітчизняної сировини. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 6. С. 94-100. URL: <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>.

### REFERENCES:

1. Rynok bezghlutenovykh produktiv: velykyj potencial poky shhe spljachoji potreby [Gluten-free market: great potential for dormant needs]. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi>

2. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Ghorach O.O. (2021) Novi tendenciji ta osoblyvosti vyrobnyctva picy v suchasnykh umovakh [New trends and features of pizza production in modern conditions]. Proceedings of the Tekhnichne zabezpechennja innovacijnykh tekhnologij v aghropromyslovomu kompleksi: Materialy III Mizhnarodnoji naukovo-praktychnoji konferenciji (Ukraine, Melitopolj: TDAU, 2021) Melitopolj: TDAU, pp. 303-306.

3. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Ghorach O.O. (2021) Suchasnyj stan vyrobnyctva, jakistj ta bezpeka khlibobulochnykh vyrobiv [The current state of production, quality and safety of bakery products]. Suchasna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku. Materialy IV vseukrajinsjkoji naukovo-praktychnoji konferenciji molodykh vchenykh z naghody dnja pracivnyka siljsjkogho goshpodarstva (Ukraine, Kherson, 17 November 2021) Kherson, pp. 315-319. URL: <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7315>.

4. Ukrainska spilka tseliakii [Ukrainian Celiac Union]. URL: <https://celiac.org.ua>.

5. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Ghorach O.O. (2021) Analiz vyrobnyctva bezghlutenovoji produkciji funkcionaljnogho pryznachennja na osnovi vykorystannja vitchyznjanoi syrovyny [Analysis of the production of gluten-free functional products based on the use of domestic raw materials]. Tavrijskij naukovyj visnyk, № 6, pp. 94-100. URL: <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>.

УДК 641.05:612.825  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.6>

## СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ НОВИХ ДІЄТИЧНИХ СОУСІВ

**Дзюба Н. А.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування  
Одеського національного технологічного університету  
ORCID ID: 0000-0001-6609-3965  
Scopus-Author ID: 57193135605  
Researcher ID: 2203711

**Степанова В. С.** – кандидат технічних наук,  
асистент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування  
Одеського національного технологічного університету  
ORCID ID: 0000-0001-5353-7475  
Researcher ID: 79467

На сьогоднішній день постала проблема наявності продуктів харчування зі збалансованим не тільки нутрієнтним складом, але й вираженим смако-ароматичним показником. Відомо, що саме рослинна сировина на ряду з вмістом цінних для організму речовин володіє яскраво вираженими пряними властивостями та містить високу концентрацію антиокисних речовин. Аналіз харчування сучасного українця показав високу востребованість в соусній продукції, як додаткового компонента до споживання основних страв. Провівши опитування 119 осіб щодо споживання соусної продукції серед населення було виявлено нішу, яку можна заповнити впровадивши нові дієтичні соуси з використанням традиційної сировини. Тому розширення виробництва дієтичних соусів на рослинній основі має високий соціальний ефект, направлений на корегування раціонів харчування. Для розробки нових продуктів харчування широко використовують сенсорні методи дослідження. В статті наведено дані щодо впливу сенсорного аналізу на розробку нового виду дієтичного соусу. В дослідженні брали участь 54 підготовлені дегустатори. Дегустаційний аналіз було використано для розробки рослинної основи для виробництва соусу, яка складалась з рисового молока, рисового борошна та кукурудзяної олії. Методом флейвору було складено чотири рецептури дієтичного соусу з яскраво вираженим смако-ароматичним профілем, завдяки збалансованому вмісту прованських трав. Для виявлення характеру поведінки дієтичного соусу в умовах виробництва було досліджено зміну реологічних властивостей (плинність та стабільність емульсії) при різних значеннях температури. Розроблений дієтичний соус було досліджено за показниками мікробіологічної безпеки та динаміки зміни сенсорних показників в умовах зберігання у закладах ресторанного господарства. Отримані дані показали, що соус можна зберігати при температурі (65-70)°C в продовж 2 годин.

**Ключові слова:** сенсорний аналіз, соусна продукція, безпечність.

**Dziuba N. A., Stepanova V. S. Sensory analysis as a basis for the creation of new dietary sauces**

Nowadays, there is a problem of the availability of food products with a balanced not only nutrient composition, but also a pronounced taste -aromatic indicator. It is known that vegetable raw materials, along with the content of valuable substances for the body, have pronounced spicy properties and contain a high concentration of antioxidant substances. Nutrition analysis of modern Ukrainians showed a high demand for sauce products as an additional component to the consumption of main dishes. After conducting a survey of 119 people regarding the consumption of sauce products, using traditional raw materials that can be filled by introducing new dietary sauces, a niche among the population was identified. Therefore, the expansion of the production of plant-based diet sauces has a high social effect aimed at correcting food rations. Sensory research methods are widely used to develop new food products. The article provides

*data on the influence of sensory analysis on the development of a new type of dietary sauce. 54 trained tasters participated in the research. The tasting analysis was used to develop a vegetable base for the production of the sauce, which consisted of rice milk, rice flour and corn oil. Using the flavor method, four recipes of dietary sauce with a pronounced taste -aromatic profile were made, thanks to the balanced content of Provençal herbs. In order to identify the nature of the diet sauce's behavior in production conditions, the change in rheological properties (fluidity and stability of the emulsion) at different temperature values was investigated. The developed dietary sauce was investigated for microbiological safety indicators and the dynamics of changes in sensory indicators under storage conditions in restaurants. The obtained data showed that the sauce can be stored at a temperature of (65-70)°C for 2 hours.*

**Key words:** sensory analysis, sauce products, safety.

**Вступ.** Сучасний ритм життя більшості населення нашої країни, особливо жителів великих міст, призвели до серйозного дисбалансу в раціоні харчування: перенасиченню насиченими жирами тваринного походження та простими легкозасвоюваними вуглеводами, при стійкому дефіциті незамінних жирних кислот, вітамінів, фосфоліпідів, мінеральних речовин і харчових волокон.

**Постановка проблеми.** Соусна продукція в наш час стала практично у кожного українця входити в раціон харчування. Її використовують в якості приправи для поліпшення смаку і засвоєння продуктів харчування.

Молочний соус – високопоживний продукт на основі рідких рослинних олій, молока та смакових добавок. Крім рослинної олії та молока, до його складу традиційно входять: борошно із зернових культур, цукор, сіль, прянощі. Молочні соуси характеризуються достатньо високою енергетичною цінністю та гарною засвоюваністю, проте низькою харчовою цінністю. Завдяки емульсійній структурі соуси є продуктами, що надають широкі можливості для фортифікації різнопрофільними функціональними добавками. Однак велика кількість людей, що мають лактозну непереносимість, обумовлює актуальність розширення асортименту молочних соусів та їх різновидів. Це обумовлює актуальність розробки молочних соусів з використанням традиційної для України сировини без використання молочної продукції для здорового харчування.

**Метою дослідження** є використання сенсорного аналізу при проектуванні нових видів дієтичних соусів.

**Аналіз останніх досліджень.** Вивченню питання застосування рослинної сировини при виробництві соусної продукції приділяють увагу широке коло вчених. Аналіз наукових розробок вітчизняних та зарубіжних вчених виявило проблеми у розробці дієтичних соусів з використанням лише рослинної сировини.

Розроблено технології виробництва емульсійних соусів «Провансаль» та соусу білого основного з використанням дієтичних добавок, що являють собою біологічно активні форми незамінних мікроелементів, а саме хелатний комплекс [1]. За допомогою сенсорного аналізу описовим методом було досліджено вплив дієтичної добавки на основні органолептичні показники. Для збалансування соусу за макронутрієнтним складом і поліпшення його реологічних властивостей автори використовували гідролізат колагену, тим самим надали соусу виражених протекторних властивостей [2]. При виробництві фортифікованих соусів функціонального призначення використовують дієтичні добавки з лікувальних штамів грибів фламмуліни (*Flammulina velutipes*) та рейши (*Ganoderma lucidum*) [3], завдяки чому відбувається не лише збагачення соусу амінокислотами, полісахаридами, але й надається приємний грибний аромат готовому продукту. Відома технологія виробництва ягідних соусів, для збагачення яких використовують водоростеву сировину як йодзбагачувальний компонент [4]. Сучасні технології соусів

низької калорійності можуть включати сушений м'ясний напівфабрикат, борошно амаранту та зародків пшениці, а також насіння льону [5]. З метою поліпшення реологічних, органолептичних та функціональних властивостей при виробництві низькокалорійних соусів рекомендується використання екстракту полісахаридів оболонки насіння льону [6]. Для виробництва імуномоделюючих соусів рекомендується використовувати пряно-ароматичну сировину [7], яка не лише створює смако-ароматичний профіль продукту, але й в своєму складі має високий вміст вітамінів-антиоксидантів.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження ринку соусної продукції, і навіть споживчих переваг і мотивацій під час виборів соусів має значення при створенні нового виду продукту. У зв'язку з вищесказаним і для обґрунтування вибору молочного соусу як продукту для здорового харчування було проведено дослідження ринку соусної продукції, а також споживчих переваг та мотивацій.

Основні завдання дослідження:

- скласти соціально-демографічний портрет споживачів;
- визначити частоту споживання соусної продукції;
- виявити переваги щодо складу молочного соусу;
- виявити ставлення споживачів до фізіологічно цінних та натуральних компонентів, зокрема до рослинного молока;
- виявити основні мотивації для придбання соусної продукції.

У дослідженні взяло участь 119 осіб, серед них 24,4% жінки, 75,6% чоловіків. Основний вік опитаних склав 18-26 років (73,1%), також вік опитуваних 27-35 років становив 14,3%, віку 36-59 років – 6,7%.

На питання щодо споживання соусів 37% респондентів дали позитивну відповідь, при чому доволі часто. 58,8% респондентів зазначили, що вживають соусну продукцію однак рідко. 23,5% респондентів зазначили, що самі готують соуси до страв, інші віддали перевагу покупним соусам.

Вподобання щодо вживання соусів представлено на рис.1. Як видно з результатів опитування 27% респондентів віддає перевагу майонезу, 30% – червоним соусам, споживання ягідних соусів розповсюджено серед 15% респондентів і лише 20% опитуваних віддають перевагу білим соусам.

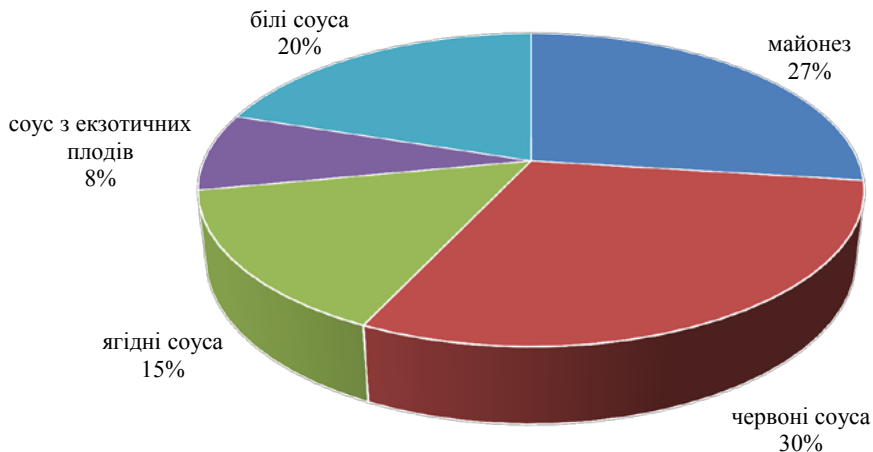


Рис. 1. Вподобання по вживанню соусів

Аналіз різновиду білих соусів (рис. 2), які найбільш представлені в торгівельній мережі, серед респондентів показав, що більшість (24%) віддають перевагу сирному і 21% соусу «Цибуля з сметаною».

Аналіз отриманих даних показує, що зацікавленість білими соусами достатньо невелика у зв'язку з їх достатньо нейтральним смако-ароматичним показником. Однак, 58% респондентів зазначили, що їм цікаво спробувати нові молочні соуси, а 89,2% респондентів виявили бажання спробувати молочні соуси з вираженими дієтичними властивостями.

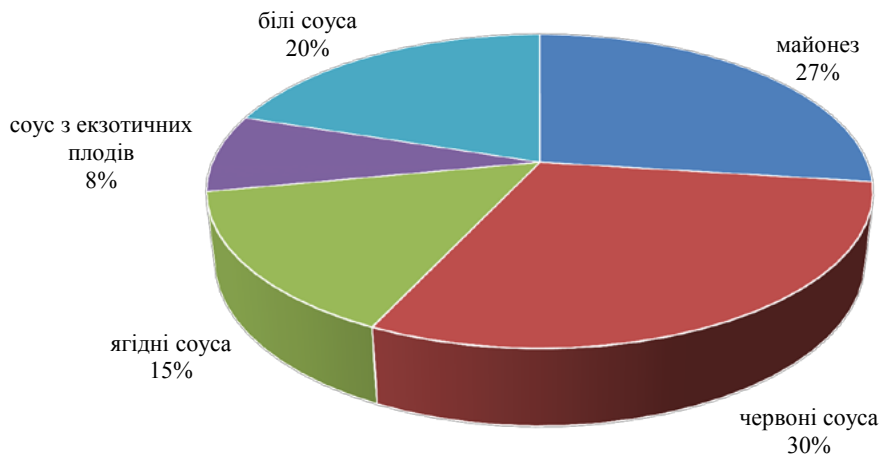


Рис. 2. Вподобання серед білих соусів, представлених в торгівельній мережі

Одним з головних бажань сучасного українця це ведення здорового способу життя, що в більшій мірі залежить і від харчування. 47,9% респондентів зазначили, що слідкують за своїм харчуванням і здатні відмовитись від шкідливої їжі. 25,2% респондентів готові відмовитись від вживання висококалорійної їжі. На питання «Якщо на полицях продуктових магазинів з'являться смачні соуси на натуральній сировині та зі зменшеною калорійністю, Ви б купували їх?» 70,3% респондентів відповіли позитивно.

За результатами, отриманими під час інтерв'ювання, можна зробити висновок про те, що 49% респондентів купують соуси один раз на тиждень, 34% – раз на два тижні, 14% – один раз на місяць, 3% опитаних відповіли, що купують соуси дуже рідко.

У зв'язку з тим, що білі соуси, а саме соуси на молочній основі, є затребуваним продуктом, то доцільно взяти його за основу для розробки нового продукту для здорового харчування. Для формування рецептури молочного соусу необхідно визначити контрольний зразок.

За контроль було обрано молочний соус зі збірника рецептур (№ 794) [8], до складу якого входять (на 1 л готового соусу): молоко – 1000 г, масло вершкове – 50 г, борошно пшеничне – 50 г, цукор – 10 г, сіль – 10 г. Для приготування нового дієтичного соусу було взято наступні компоненти: рисове молоко – 1000 г, борошно рисове – 50 г, кукурудзяна олія – 50 г, цукор – 10 г, сіль – 10 г.

Для соусу головна є консистенція, яка повинна бути гомогенною. Тому, для дегустаційного аналізу було вироблено соусу з використанням борошна рисового грубого (молочний соус №1) та мілкового (молочний соус № 2) помелу. Оцінка була



проведена з використанням п'ятибальної шкали за участю 54 осіб. Результати дегустаційної оцінки наведено в таблиці 1.

Результати дегустаційної оцінки соусів та порівняння з контролем показало (табл. 1), що вищі бали дегустатори віддали соусу дієтичному, при виготовлені якого використовували рисове борошно мілкового помелу, в порівнянні із соусом, в якому використовували борошно рисове грубого помелу в порівнянні з контролем молочний соус № 1 та №2 мають достатньо високі сенсорні показники. Таким чином, для виробництва нового соусу буде використано борошно рисове мілкового помелу, що відзначається на таких показниках сенсорного аналізу як «Колір» та «Консистенція».

Таблиця 1

## Дегустаційна оцінка модельної соусної системи

Показник	Контроль	Молочний соус № 1	Молочний соус № 2
Смак	5	4,7	4,8
Колір	4,5	4,3	5
Запах	4,6	4,7	4,7
Консистенція	4,2	3,2	4,6

Для моделювання співвідношення молока рисового, борошна рисового та кукурудзяної олії також використовували дегустаційний метод. Для визначення найкращого співвідношення основних компонентів соусу було складено чотири композиції по 100 г (табл. 2). Результати дегустаційного аналізу наведено на рис. 3.

Таблиця 2

## Моделі основних компонентів соусу

Рецептурні компоненти	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4
Рисове молоко	80	85	90	95
Рисове борошно	45	40	35	30
Кукурудзяна олія	30	35	40	45

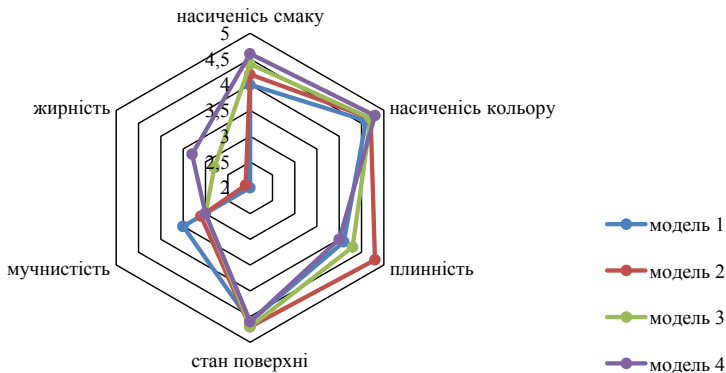


Рис. 3. Дегустаційний аналіз основи для соусу

Отримані дані (рис. 3) показали, що за загальним показником модель 2 є найбільш прийнятною для потенційних споживачів, які відмітили достатньо високі показники насиченості кольору та смаку. Мучнистість, як негативний показник,

у всіх зразках мав низьке значення (в середньому 3 бали). Плинність, як головний показник консистенції соусу, в середньому склав 4,5 бали, однак в моделі 2 цей показник становив 4,8 бали.

Плинність є показником важливим при виробництві соусів, тому було проведено дослідження щодо визначення впливу температури основи для соусу на її реологічні показники (рис. 4). Значення температури вибрали від 20°C до 70°C з шагом 10°C. Це дослідження не лише покаже як веде себе основа для соусу при різних температурах, але й може окреслити температурний режим при якому рекомендовано буде подавати розроблений соус.

Отримані дані, щодо дослідження динаміки зміни плинності соусної основи (рис. 4), показав, що найбільша плинність всіх чотирьох запропонованих основ досягає свого максимуму при температурі 40°C для моделі 4, при температурі 60°C для моделей 1-3. Порівняння плинності моделей 1-3 (рис. 4) показало, що найбільш прийнятна консистенція для соусної основи у моделі 2 та 3.

Наступним етапом дослідження стало визначення ступеню стабільності емульсії в соусній основі. Дослідження проводили при тих же умовах, що і дослідження плинності (рис. 5). За 100% стабільність брали стабільність основи одразу після виготовлення. Час витримки при обраній температурі брали 20 хвилин, що зумовлено часом подачі соусу у закладах ресторанного господарства.

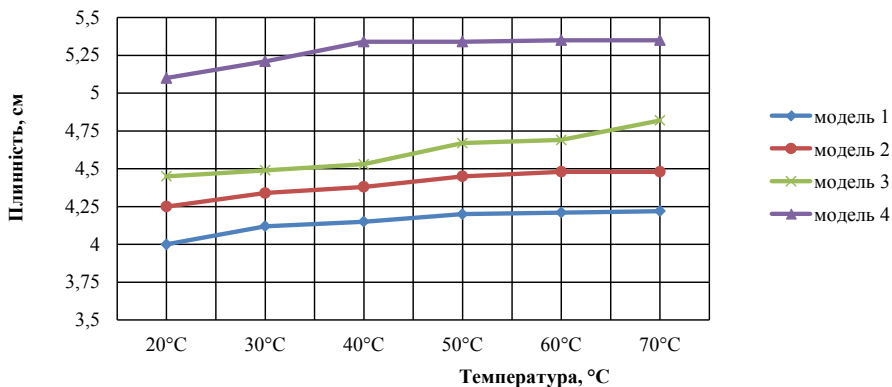


Рис. 4. Динаміка зміни плинності соусної основи в залежності від температури

Отримані дані (рис. 5) показали, що вибрані 4 композиції для розробки молочного соусу достатньо стабільні. Так, модель 1 найбільш стабільна у вибраному діапазоні температур, в продовж 20 хвилин її емульсійна стабільність при температурі 70°C сягає 98,7%. Найменш стабільною системою є модель 4, її стабільність при 70°C становить 94,7%. Всі моделі при температурі 20°C є максимально стабільними.

Таким чином, дані рис. 4 та 5 дають можливість рекомендувати до використання соусну основу у достатньо широкому температурному діапазоні. Враховуючи данні отримані в дегустаційному аналізі та дані щодо зміни реологічних показників соусних основ, найбільш прийнятною до подальшого вивчення та використання для розробки дієтичного молочного соусу є модель 2.

Враховуючи, що соус повинен мати виражений смако-ароматичний профіль, було розроблено 4 рецептури молочного соусу (табл. 3). В якості смакових добавок

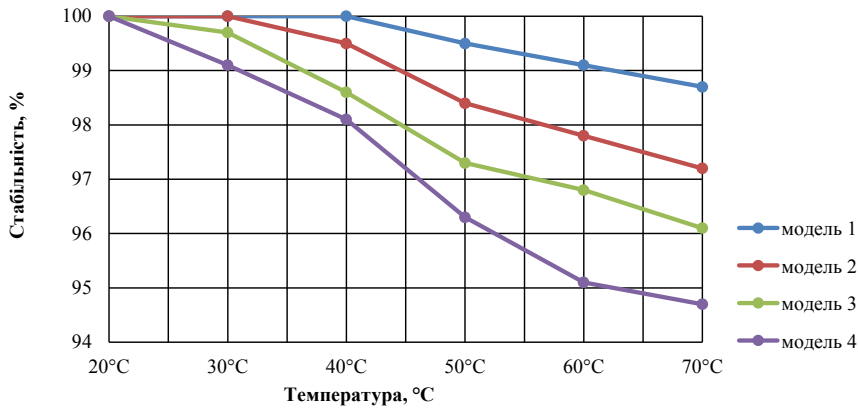


Рис. 5. Динаміка зміни стабільності емульсії в соусній основі

вибрали цукор-пісок та сіль. Прованські трави було обрано для посилення ароматичного профілю. Насіння кунжуту обрали за його багатий нутрієнтний склад і дозволить підвищити оздоровчі властивості соусу.

Таблиця 3

#### Композиції дієтичного молочного соусу

Компоненти	Соус 1	Соус 2	Соус 3	Соус 4
Рисове молоко	85	85	85	85
Рисове борошно	35	35	35	35
Кукурудзяна олія	35	35	35	35
Цукор	8	9	10	11
Сіль	7	8	9	10
Прованські трави	2	2,5	3	3,5
Кунжут	1	2	3	4

Композиції молочного соусу (табл. 3) було досліджено за допомогою дегустаційного аналізу за методом флейвору. В дослідженні взяли участь 54 особи. Для дослідження було окреслено основні показники насиченості: кольору, білого кольору, пряного смаку, жирності, молочного смаку; та обрано дескриптори: однорідність, збалансованість смаку і рівномірність кольору. Отримані дані наведено на рис. 6.

Результати дегустаційного аналізу показали, що соус 3 має більш збалансований смако-ароматичний профіль. Соус 4 має яскраво виражений пряний смак, що 74,2% дегустаторів відзначили як неприємний. Соус 1 за насиченістю аромату отримав оцінку в 4,2 бали. Підвищення вмісту кунжуту в соусі яскраво виразилось в показнику «насиченість жирності». За рахунок введення до композиції соусу насіння кунжуту відбулась стабілізація смаку, за рахунок зниження насиченості молочного смаку та підкреслення пряного.

Запропоновані на дегустацію композиції соусів було перевірено на зміну реологічних показників: плинність та стабільність емульсії (рис. 7). Значення температури вибрали від 20°C до 70°C з шагом 10°C. Отримані дані (рис. 7), показали,

що з підвищенням температури соусів плинність їх зростає. Стабілізація плинності всіх соусів відбувається при температурі 60°C, виключенням є соус 4, стабілізація плинності якого досягається при 70°C. Це можна пояснити тим, що при температурі вищій ніж 50 °C відбувається повне зв'язування вільної вологи харчовими волокнами рисового борошна та кунжуту.

Дослідження щодо стабільності емульсії соусів показали, що всі соуси в продовж 20 хвилин при температурі 60°C є стабільними на 100%.

Сукупність отриманих даних щодо сенсорної оцінки (рис. 6) та реологічних показників (рис. 7) соусів дає змогу стверджувати про можливість виробництва дієтичного молочного соусу на основі рослинної сировини в закладах ресторанного господарства.

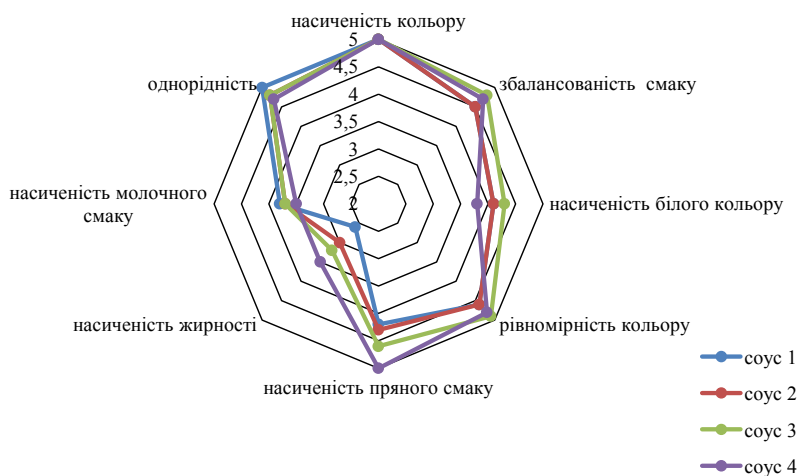


Рис. 6. Профіль флейвору дієтичного молочного соусу

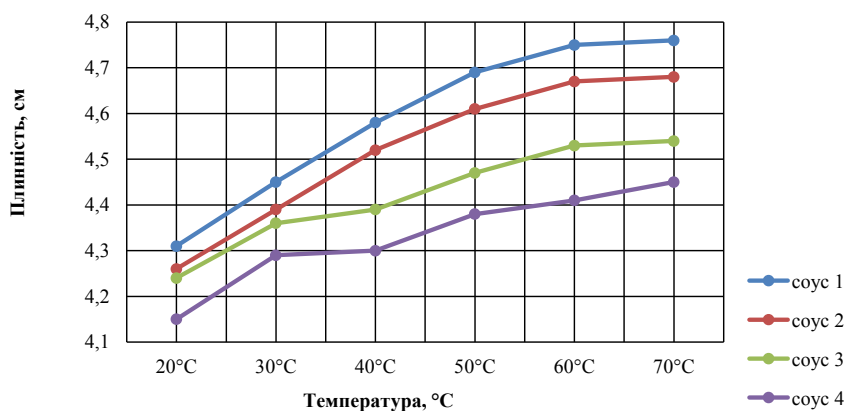


Рис. 7. Динаміка зміни плинності дієтичних молочних соусів

Відповідно до отриманих раніше даних, було складено рецептуру дієтичного молочного соусу на 1000 г та на 1 порцію (табл. 4). Було проведено дослідження

нутрієнтного складу молочного соусу (табл. 5), в 100 г соусу міститься 1,81 г білку, 20,16 г жиру, 26,37 г вуглеводів, 6,99 г харчових волокон. Калорійність 1 порції молочного соусу становить 1047,31 ккал, що дає можливість рекомендувати соус як додаткову складову до основних страв. Дослідження нутрієнтного складу соусу показало високий вміст, необхідних для організму людини нутрієнтів, а саме кальцію, калію, фосфору, заліза (табл. 5).

Таблиця 4

## Рецептурний склад дієтичного молочного соусу

Компоненти	Витрати на 1000 г	
	Брутто, г	Нетто, г
рисове молоко	472	472
рисове борошно	194,5	194
кукурудзяна олія	194,9	194
цукор	56	56
сіль	50	50
прованські трави	17	17
кунжут	17	17

Таблиця 5

## Нутрієнтний склад молочного соусу (в 100 г)

Мінеральні речовини	Добова потреба, мг	Вміст, мг	Задоволеність від добової потреби, %
каротин	5	0,03	0,6
V <sub>1</sub>	1,5	0,08	5,33
V <sub>2</sub>	1,8	0,08	4,44
V <sub>6</sub>	0,2	0,07	35
E	15	5,24	34,93
PP	20	1,04	5,2
C	80	2,50	3,12
Кальцій (Ca)	3000	97,09	3,236
Магній (Mg)	800	23,03	2,88
Фосфор (P)	400	71,76	17,94
Калій (K)	2500	46,19	1,84
Натрій (Na)	400	55,22	13,81
Залізо (Fe)	18	0,42	2,33

Отримані результати (табл. 6) свідчать, що розроблений дієтичний молочний соус є джерелом вітамінів групи В, особливо В<sub>6</sub>, та задовольняє в ньому потребу людини на 35% при споживанні 100 г соусу. Вміст вітаміну-антиоксиданту Е задовольняє добову потребу людини у цьому вітаміні на 34,93%. Розроблений молочний соус містить достатню кількість фосфору та натрію, добова потреба яких складає 17,94% та 13,81% відповідно.

Одним із основних показників якості соусів, що визначає їх безпечність для організму людини, є рівень вмісту патогенних та умовнопатогенних мікроорганізмів. Для наукового обґрунтування умов та строків зберігання, соус зберігали при температурі (65-70)°С в продовж 2 діб в скляній тарі.

Дослідження зміни кількості мікробіоти в процесі зберігання наведено в табл. 6. Результати мікробіологічних досліджень свідчать, що кількісний та якісний склад мікробіоти відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, що свідчить про високу якість розробленого молочного соусу та можливість впровадження їх у закладах ресторанного господарства.

Таблиця 6

**Динаміка змін мікробіологічних показників дієтичного молочного соусу в процесі зберігання**

Найменування показників	Характеристика показників після закінчення технологічного циклу	Тривалість зберігання, год.			
		0,5	1,0	1,5	2,0
БГКП у 1 г	Не виявлено	Не виявлено			
Патогенні мікроорганізми, в тому числі <i>Salmonella</i> у 100 г	Не виявлено	Не виявлено			
МАіФАМ у 1 г, не більше $10^3$	0,4	0,4	0,5	0,55	0,55
Кількість пліснявих грибів у 1 г, не більше	1,5	1,5	1,5	1,52	1,53

Враховуючи, що розроблений соус будуть виготовляти у закладі ресторанного господарства було досліджено зміну сенсорних показників відповідно вимогам до реалізації молочних соусів (не більш ніж 1,5 години при температурі 65–70°C). Отримані дані (рис. 8) показали, що під час зберігання основні показники якості соусу практично не змінюються.

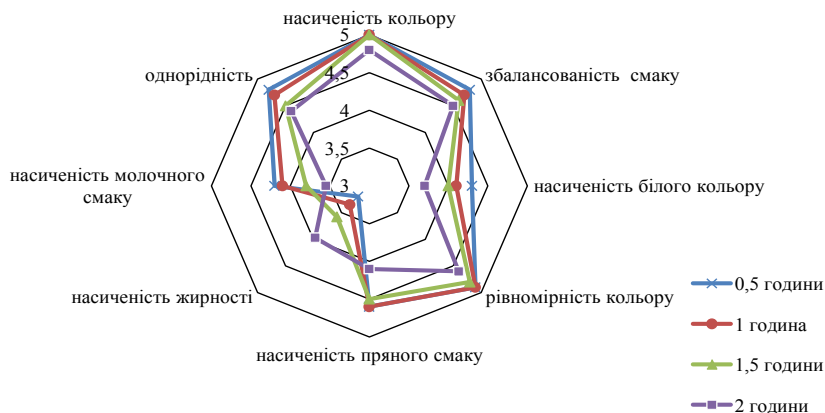


Рис. 8. Динаміка зміни сенсорних показників дієтичного молочного соусу

Аналіз динаміки зміни сенсорних показників розробленого дієтичного молочного соусу (рис. 3.8) показав високі показники в продовж зберігання при температурі (65–70)°C в скляній тарі.

**Висновок.** Отримані дані показали, що для розробки нових дієтичних соусів можна використовувати дегустаційний аналіз серед потенційних споживачів. Аналіз, проведений методом флейвору, дав можливість створити рецептуру соусу

не лише привабливою для споживача, але й з високими біологічними та реологічними властивостями. Дослідження розробленого соусу відповідно до показників мікробіологічної безпеки та динаміки зміни інтенсивності обраних дескрипторів дає змогу рекомендувати розроблений дієтичний соус на основі рослинної сировини до реалізації у закладах ресторанного господарства.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Погожих М.І., Головка Т.М., Дьяков О.Г. Розробка технології збагачення соусів емульсійного типу дієтичними добавками. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2016. № 1(78). С. 37-44.
2. Дзюба Н.А., Сіроцінська Д.А. Проектування полікомпонентних соусів дієтичної спрямованості. *Вісник «ХП»*. 2019. № 1. С. 75-85.
3. Кублінська І. Соуси функціонального призначення з дієтичними добавками порошку рейши та фламуліни. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 28-29 травня 2015 р., м. Київ. К. : НУХТ, 2015 р. С. 46-47.
4. Дейниченко Г.В., Листопад Т.С. Визначення вмісту йоду в ламінарії та збагачення нею ягідному соусі. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Том 25, № 5. С. 152-161.
5. Неміріч О.В., Лявинець Г.М., Вінніков В.В., Михайленко В.м. Теоретичні передумови розроблення технології соусів зі зниженою калорійністю. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2018. Т. 20. № 85. С. 90-94.
6. Tamsen, M., Shekarchizadeh, H., & Soltanizadeh, N. (2018). Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. *LWT Food Science and Technology*. 91, 580–587. doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.001
7. Козонова Ю.О., Тележенко Л.М., Атанасова В.В. Імуномоделюючі соуси. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 16. С. 98-108.
8. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий: Для предприятий общес-твенного питания. Авт.-сост. : А.И. Здобнов, В.А. Цыганенко, М.И. Пересичный. К. : А.С.К. 2008. С. 656.

### REFERENCES:

1. Pohozykh, M.I., Holovko, T.M., Diakov, O.H. (2016). Rozrobka tekhnolohii zbahachennia sousiv emulsiinoho typu diietychnymy dobavkamy. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli*, 1(78), 37-44 [in Ukrainian].
2. Dzyuba, N.A., Sirotsinska, D.A. (2019). Proektuvannia polikomponentnykh sousiv diietychnoi spriamovanosti. *Visnyk «KhPl»*, 1, 75-85 [in Ukrainian].
3. Kublinska, I. (2015). Sousy funktsionalnoho pryznachennia z diietychnymy dobavkamy poroshku reishy ta flamuliny. *Ozdorovchi kharchovi produkty ta diietychni dobavky: tekhnolohii, yakist ta bezpeka: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 28-29 travnia 2015 r., m. Kyiv*. K.: NUKhT, 46-47 [in Ukrainian].
4. Deinychenko, H.V., Lystopad, T.S. (2019). Vyznachennia vmistu yodu v laminaryi ta zbahachennia neiu yahidnomu sousi. *Naukovi pratsi NUKhT*, 25, 5, 152-161 [in Ukrainian].
5. Niemirich, O.V., Liavynets, H.M., Vinnikov, V.V., Mykhailenko, V.M. (2018) Teoretychni peredumovy rozroblennia tekhnolohii sousiv zi znyzhenoiu kaloriinistiu. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Hzhyskoho*, 20, 85, 90-94 [in Ukrainian].
6. Tamsen, M., Shekarchizadeh, H., & Soltanizadeh, N. (2018). Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. *LWT Food Science and Technology*. 91, 580-587.
7. Kozonova, Yu.O., Telezhenko, L.M., Atanasova, V.V. (2021) Imunodeliui-uchi sousy. *Prodovolchi resursy*, 9, 16, 98-108 [in Ukrainian].
8. Zdobnov, A.Y., Tsihanenko, V.A., Peresychnii, M.Y. (2008) *Sbornyk retseptur bliud y kulynarnykh yzdeliy: Dlia predpriyatiy obshchestvennogo pytanyia*. K.: A.S.K.

УДК 637.5(075.8)

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.7>

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ М'ЯСНИХ СІЧЕНИХ СТРАВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

**Майкова С. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0002-2591-412X

**Маслійчук О. Б.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0003-2045-9284

**Федина Л. О.** – кандидат хімічних наук,  
доцент кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0001-6597-674X

**Бомба М. Я.** – доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0001-7865-2111

**Максимець О. Б.** – старший викладач кафедри готельно-ресторанної справи  
та харчових технологій  
Львівського національного університету імені Івана Франка

*Робота присвячена удосконаленню технології виготовлення м'ясних січених страв, збагачених борошном із сочевиці з метою отримання продукції з підвищеною білковою протеїновою складовою для подолання білкового дефіциту в населення. Під час виконання дослідження використовували такі методи: органолептичні (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція, соковитість), системного аналізу, планування експериментальних робіт.*

*Споживання рослинної їжі з антиоксидантною, антитоксичною, антистресорною, адаптогенною, імуностимулювальною та іншими видами біологічної активності забезпечує позитивний вплив на організм людини та запобігає виникненню великої кількості небезпечних захворювань. Зернобобові культури, зокрема сочевиця, є основним джерелом збалансованого за аміно-кислотним складом і вмістом екологічно безпечного білка.*

*Сочевиця – невибаглива рослина, дає високі врожаї на чорноземі і легких суглинках чи супісках (1,29 т/га). Її насіння містить від 23 до 36% білків, 47-60% вуглеводів, 0,6-2% жиру, 2,3-4,4% мінеральних речовин. Сочевиця багата на вітаміни групи В, А, мікроелементи: калій, фосфор, кальцій, залізо, мідь, молібден, марганець, бор, кобальт, йод, цинк, жирні кислоти групи омега-6, омега-3. Своїми поживними властивостями сочевичний білок нічим не поступається м'ясному білку, він набагато легше засвоюється нашим організмом і не має тих жирових компонентів, які супроводжують м'ясний білок.*

*На основі аналітичного огляду літератури окреслено способи досягнення мети роботи з удосконалення технології м'ясних січених страв із використанням нетрадиційної сировини. Розроблено рецептури модельних фаршів та котлет «Ніжна», «Апетитна», «Пікантна». Удосконалено технологічну схему виробництва м'ясних січених страв із використанням нетрадиційної сировини.*

**Ключові слова:** борошно із сочевиці, технологія, м'ясні січені страви, нетрадиційна сировина, котлета, рецептура, харчова цінність.



**Maikova S. V., Masliuchuk O. B., Fedyna L. O., Bomba M. Ya., Maksymezj O. B. Innovative technologies of cooking chopped meat dishes using non-traditional raw materials**

The work is devoted to the development of the innovative technologies for the production of minced meat dishes enriched with lentil flour in order to obtain products with an increased protein content to overcome the protein deficiency in the population. During the research, the following methods were used: organoleptic (appearance, color, smell, taste, consistency, juiciness), system analysis, planning of experimental works.

Consumption of plant foods with antioxidant, antitoxic, antistress, adaptogenic, immunostimulating and other types of biological activity ensures a positive effect on the human body and prevents the occurrence of a large number of dangerous diseases. Leguminous crops, in particular lentils, are the main source of environmentally safe protein with a balanced amino acid composition and content.

Lentils – contains from 23 to 36% proteins, 47-60% carbohydrates, 0.6-2% fat, 2.3-4.4% minerals. Lentils are rich in B vitamins, A, trace elements: potassium, phosphorus, calcium, iron, copper, molybdenum, manganese, boron, cobalt, iodine, zinc, omega-6, omega-3 fatty acids. In its nutritional properties, lentil protein is in no way inferior to meat protein, it is much more easily absorbed by our body and does not have those fatty components that accompany meat protein.

On the basis of an analytical review of the literature, the methods of achieving the goal of the work on improving the technology of meat cut dishes using non-traditional raw materials are outlined. Recipes of model minced meat and cutlets "Tender", "Appetizing", "Spicy" have been developed. The technological scheme for the production of chopped meat dishes using non-traditional raw materials has been improved.

**Key words:** lentil flour, technology, minced meat dishes, non-traditional raw materials, cutlet, recipe, nutritional value.

**Актуальність дослідження.** В останній час зріс попит на продукти, які мають оздоровчо-профілактичні властивості, відповідають вимогам здорового, збалансованого харчування, доступні за ціною, смачні та не потребують значних витрат часу на приготування. На тлі несприятливих військових та епідеміологічних умов, психоемоційного навантаження – населення України страждає на білковий дефіцит, що негативно відображається на стані здоров'я, працездатності, тривалості життя людей. [1]

Споживання рослинної їжі з антиоксидантною, антитоксичною, антистрессорною, адаптогенною, імуностимулювальною та іншими видами біологічної активності забезпечує позитивний вплив на організм людини та запобігає виникненню великої кількості небезпечних захворювань. [2-4]

Вирішення цього завдання можливе за рахунок науково обґрунтованого комбінування м'ясної та рослинної сировини з високим вмістом білка, природних антиоксидантів і пребіотиків.

Науковці вимушені здійснювати пошук альтернативних джерел повноцінних білків серед вітчизняних сортів сільськогосподарських зерно-бобових культур. Широкого використання на сьогоднішній день набула саме соя, але цей продукт викликає невдоволення серед населення, через велику кількість генномодифікованої сировини. Тому особливу цікавість викликала сочевиця.

Сочевиця – невибаглива рослина, дає високі врожаї на чорноземах і легких суглинках чи супісках (1,29 т/га). Її насіння містить від 23 до 36% білків, 47-60% вуглеводів, 0,6-2% жиру, 2,3-4,4% мінеральних речовин. Сочевиця багата на вітаміни групи В, А, мікроелементи: калій, фосфор, кальцій, залізо, мідь, молібден, марганець, бор, кобальт, йод, цинк, жирні кислоти групи омега-6, омега-3. Аналіз аміно-кислотного складу показує наявність повного набору незамінних амінокислот (мг/100г): валіну – 1270, ізолейцину – 1020, лейцину – 1890, лізину – 1720, метіоніну+цистину – 510, треоніну – 960, триптофану – 220, фенілаланіну + тирозину – 2030. Своїми поживними властивостями сочевичний білок нічим не поступається м'ясному білку, він набагато легше засвоюється нашим організмом і не має тих жирових компонентів, які супроводжують м'ясний білок.

**Аналіз наукових досліджень.** Вагомий внесок у розроблення технології м'ясних продуктів із використанням рослинної сировини зробили зарубіжні й вітчизняні науковці: S. Pennisi Forell, L. Cocolin, L. Karre, A. Жарінов, Л. Пешук, М. Головка, М. Янчева, М. Паска, Г. Сімахіна, В. Пасічний та інші вчені. [5-9].

Останніми роками науковцями доведена доцільність поповнення дефіциту білка в харчуванні людини за рахунок використання саме рослинного білка. В якісному відношенні рослинні білки менш повноцінні, але їх ресурси значні і витрати праці й енергії на виробництво рослинних білків в 10 разів менші, ніж витрати на виробництво тваринних білків. Більшість науковців вважають, що ефективним та економічно вигідним є переробка білка рослин прямо в харчові білкові продукти. Нестача окремих амінокислот у складі рослинних білків може бути доповнена добавками цих амінокислот, отриманих з інших джерел промисловим способом.

Безліч рослинних високобілкових продуктів, зокрема боби, сочевиця та соя, від природи багаті й іншими корисними поживними речовинами, а саме клітковиною, вітамінами, мінералами, корисними жирами та антиоксидантами, водночас містять дуже мало насичених жирів, натрію.

Картопляний білок практично повноцінний, але його мало (близько 2% сухої маси). Тому білок із рослин має відносно низьку біологічну цінність, тобто засвоюється на 50-60% (білки яєць і молока – до 100%) [10].

До білоковмісних добавок належать препарати рослинного (зернові, зернобобові, олійні) і тваринного походження (молочні, кров і кровопродукти, яйця та ін.). До групи білоковмісних добавок входять наповнювачі (нерозчинні білкові продукти, крупи, текстурати, концентрати). Багаті білком гарбузове борошно (40%), люпин харчовий (до 50%), льняне борошно (34%), сочевиця (26%), горох (25%), квасоля (залежно від сорту, від 19 до 25%), рисове борошно та мигдаль.

Створення м'ясо-рослинних виробів не суперечить рекомендаціям комісії, де вказується, що рослинні білки можна використовувати з функціональною метою: як замітники м'яса в кількостях не більше 50%.

**Метою нашого дослідження** є удосконалення технології м'ясних січених страв із використанням нетрадиційної сировини – борошна сочевиці.

**Методи досліджень.** Під час виконання дослідження використовували такі методи: органолептичні (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція, соковитість), системного аналізу, планування експериментальних робіт.

**Результати дослідження.** Перспективність використання сочевиці як сировини для харчової промисловості визначається, в першу чергу, її хімічним складом і біологічною цінністю (табл. 1) [2].

Таблиця 1

**Хімічний склад сочевиці порівняно з іншими зернобобовими культурами**

Назва культури	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %
Нут	22,7–30,7	4,1–4,5	25–28
Люпин	32–56	5,0–5,7	20–25
Соя	35–40	22–24,3	30–32
Амарант	18,2–19,6	8,0–8,6	65–70
Квасоля	17–32	3,5–5,0	53–72
Горох	20–36	0,8–2,1	55–75
Чина	25–34	0,5–1,2	24–25
Сочевиця	22–36	0,6–0,21	47–60
Кормові бобові	25–35	1,0–1,3	50–55

У харчуванні людини спостерігається дефіцит біологічно активних нутрієнтів, найважливішим з яких є білок. За даними ФАО/ВОЗ, норма споживання білка становить 90-100 г/добу, серед них – 30-40% білків рослинного походження. Поліпшити існуючий стан у досить стислі терміни можна, збагативши раціон людини білком зерно-бобових культур: сої, люпину, гороху, квасолі, сочевиці, машу, нуту, насіння яких містить до 42% білка. Збільшення кількості харчового білка за рахунок тваринництва є менш перспективним способом, у порівнянні з рослинництвом. На отримання 1 кг тваринного білка, що міститься в молоці, м'ясі і яйцях, потрібно витратити 5-8 кг кормового білка. При цьому коефіцієнти трансформації рослинних білків у білках високопродуктивних тварин і птахів – дуже низькі (25-39%).

Зернобобові культури, зокрема сочевиця, є основним джерелом збалансованого за аміно-кислотним складом і вмістом екологічно безпечного білка.

Сочевиця – невибаглива рослина, дає високі врожаї на чорноземах і легких суглинках чи супісках (1,29 т/га). Її насіння містить від 23 до 36% білка, 47-60% вуглеводів, 0,6-2% жиру, 2,3-4,4% мінеральних речовин. Сочевиця багата на вітаміни групи В, А, мікроелементи: калій, фосфор, кальцій, залізо, мідь, молібден, марганець, бор, кобальт, йод, цинк, жирні кислоти групи Омега-6, Омега-3. Аналіз аміно-кислотного складу показує наявність повного набору незамінних амінокислот (мг/100 г): валіну – 1270, ізолейцину – 1020, лейцину – 1890, лізину – 1720, метіоніну+цистину – 510, треоніну – 960, триптофану – 220, фенілаланіну + тирозину – 2030.

Сочевиця є одним з небагатьох продуктів нашого харчування (разом з горохом і злаковими культурами), до яких наш організм генетично адаптований. Своїми поживними властивостями сочевичний білок нічим не поступається м'ясному білку, він набагато легше засвоюється нашим організмом і не має тих жирових компонентів, які супроводжують м'ясний білок. Таким чином, сочевиця може замінити хліб, крупи і навіть м'ясо.

За смаковими якостями, поживністю і корисними для організму людини властивостями сочевиця є визнаним лідером серед інших бобових. У 200 грамах продукту міститься денна норма всіх корисних речовин. Вживання в їжу страв із сочевиці необхідне для кровотворення. Корисні властивості бобових пояснюються низьким глікемічним індексом (ГІ= 30). Це дозволяє краще контролювати глікемію (вміст глюкози у крові) і суттєво знизити ризик ішемічної хвороби серця.

Продукти із сочевиці зміцнюють не тільки тіло, її рекомендують вживати і за наявності нервових розладів, а також для підвищення імунітету, профілактики онкологічних захворювань, нормалізації роботи сечостатевої системи, стимулювання роботи головного мозку, покращення травлення.

Вміст жиру, сірчаних амінокислот і триптофану в сочевиці – нижчий, ніж в інших бобових. Вона є чудовим джерелом фолієвої кислоти (у 200-250 г приготовленої сочевиці міститься 90% рекомендованої денної норми), що робить цей продукт прекрасною альтернативою м'ясним і молочним стравам.

Сочевиця містить ізофлавоїди – вторинні метаболіти, що належать до групи природних фітоестрогенів (поділяються на 6 основних груп: ізофлавоїди, лігнани, куместани, лактони резорцилової кислоти, флавоїди та халкони), які допомагають при остеопорозі, клімактеричному синдромі і мають метаболічні й антиканцерогенні властивості, а також позитивно впливають на стан шкіри і роботу серцево-судинної системи. Фітоестрогени зберігаються після термооброблення.

Сочевиця не накопичує в собі ніяких шкідливих чи токсичних елементів (нітратів, радіонуклідів та ін.) і завдяки цьому може повною мірою вважатися екологічно чистим продуктом. До безсумнівних переваг можна віднести і швидкість

приготування сочевиці. Калорійність сочевиці в сирому вигляді становить близько 290-320 ккал/100г, а при будь-якому термообробленні її енергетична цінність знижується до 110-120 ккал, в той час як корисні властивості зберігаються.

Борошно з сочевиці має порошокоподібну текстуру. Цей харчовий продукт виготовляють за допомогою помелу бобової культури. Колір варіюється і залежить від сорту. Користь сочевичного борошна обумовлена тим, що до його складу входять поживні речовини. Отримане сочевичне борошно необхідно використовувати протягом п'яти діб.

Щоб виготовити продукт, боби збирають виключно після досягнення їх зрілості. Її визначають по підсиханню стручків. Примітно, що в умовах невеликих за розміром господарств збір бобогів здійснюють вручну, а в великих – машинним способом.

Борошно сочевиці не містить гліадин і глютенін і може бути використаним у розробці нових видів безглютенових виробів.

Виготовлення борошна із сочевиці включає кілька етапів:

1. Стручки бобів зсипають в спеціальний бункер для подальшого надходження в сепаратор.

2. Обмолот і подальше видалення лущиння проводять в пристрої, який відрізняється регульованими оборотами. Це необхідно для збереження цілісності бобів.

3. Сочевицю промивають, а потім просушують за допомогою спрямованого повітряного струменя перед її подрібненням.

4. Боби перемелюють за допомогою механізму, оснащеного вбудованими ситами. Вони мають різні типи отворів. Процес повторюють до отримання однорідної структури. Величина крупинок не повинна перевищувати 0,2 мм.

Можливість виготовлення сочевичного борошна вдома залежить безпосередньо від сорту культури. Процес включає наступну послідовність дій:

1. Боби коричневого, червоного або жовтого відтінку промивають, а потім підсушують в духовці. Їх розкладають тонким шаром на деку. Дверцята духової шафи при цьому відкривають.

2. Необхідна температура для сушки складає 40°C. Щоб прискорити процес, боби можна перемішувати періодично.

3. Помел виробляють, використовуючи блендер, м'ясорубку або кухонний комбайн.

При перетримуванні сочевиці можливе отримання не муки, а пудри.

Слід зазначити що продукт швидко псується навіть в холодильнику.

Послідовність дій при подрібненні бобів зеленого кольору:

1. Сочевицю слід вимочити протягом доби, міняючи воду кожні чотири години.

2. Крупу промивають, у вологому стані перемелюють, просушують. Для цього боби розкладають тонким шаром в дегідратор або на деку. Продукт можна також сушити і при кімнатній температурі. При цьому сочевицю розкладають на харчовому пергаменті. Необхідно обов'язково підкласти паперовий рушник для вбирання вологи.

3. Потім боби перемелюють блендером. Можна також скористатися м'ясорубкою або кухонним комбайном.

Зберігання продукту.

Самостійно приготований продукт досить швидко псується в герметичній посуді. Придбане в магазині сочевичне борошно залишають в паперовому пакеті. Його також можна пересипати в полотняний мішечок і зберігати

в провітрюваному приміщенні при температурі, яка не перевищує 15°C. Корисні властивості сочевичного борошна зберігаються протягом півроку у прохолодному темному місці.

Вивчено можливість заміни у складі рецептури посічених напівфабрикатів м'яса на борошно сочевиці пророщеної. Найвищу оцінку отримали напівфабрикати до складу яких входить м'ясо курятини та борошно сочевиці пророщеної у кількості 8 та 10%. При виготовленні м'ясних виробів необхідно враховувати не лише органолептичні, але і їх фізико-хімічні, структурно-механічні та функціонально-технологічні показники.

Важливим є поєднання різної м'ясної сировини, а саме м'яса птиці в заданому співвідношенні та вплив борошна пророщеної сочевиці на фізико-хімічні, структурно механічні та функціонально-технологічні показники розроблених продуктів.

Вміст золи коливається в межах 2,18–2,48, що вище показників контролю через те, що в сочевиці міститься від 2 до 4,4% золи, для порівняння у м'ясі 0,9–1,0%.

З функціонально-технологічних та структурно-механічних показників посічених напівфабрикатів встановлено вміст зв'язаної вологи, пластичність, вологота жирутримуючу здатності.

При тепловій обробці посічених напівфабрикатів відбувається розм'якшення продукту, зміни форми, об'єму, маси, кольору, харчової цінності, формування смаку та аромату, зміни структурно-механічних характеристик.

Це впливає за зміну органолептичних показників (консистенцію та соковитість). У зв'язку з цим теплова обробка вагомо впливає на ці показники, а отже і на вихід готових виробів.

Зростання вмісту золи при термічній обробці пояснюється збільшенням концентрації мікроелементів внаслідок зменшення вмісту вологи в готовому продукті.

Покращення функціонально-технологічних та структурно-механічних показників січених напівфабрикатів відбувається за рахунок використання у їх рецептурі борошна пророщеної сочевиці.

Борошно із сочевиці – це однорідний дрібнодисперсний порошок від світло-жовтого до жовтого кольору, нейтральний за смаком і запахом.

Борошно виготовляли з сочевиці, що була вирощена в Інституті землеробства Національної академії аграрних наук.

У таблиці 2 представлені органолептичні показники борошна із сочевиці.

Таблиця 2

### Органолептичні показники борошна із сочевиці

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний порошок, однорідний по всій масі
Колір	Від світло-жовтого до жовтого
Смак	Властивий виду борошна із сочевиці, не допускається кислий, гіркий та інші сторонні присмаки
Запах	Приємний, властивий борошну із сочевиці, не допускається кислий, пліснявий та інші сторонні запахи
Консистенція	Сипка, допускається агломерація часточок, наявність грудочок, які розсипаються при легкому натисканні
Мінеральні домішки	При розжовуванні борошна, змоченого водою, не повинен відчуватися хрускіт на зубах

Встановлено, що борошно із сочевиці містить високий вміст білка, що в 2,5 раза перевищує його вміст у борошні пшеничному обдирному, та жиру – в 1,5 раза. Враховуючи достатньо високий вміст білка в борошні із сочевиці, можна застосувати його в інноваційних технологіях м'ясних січених страв для заміни частини м'яса, що потенційно дозволить отримати продукти з високими значеннями функціонально-технологічних показників та збалансовані за харчовою цінністю. Також, з урахуванням цінового діапазону вартості борошна із сочевиці, його використання в якості заміни частини м'ясної сировини буде економічно доцільним.

У табл. 3 наведений склад модельних рецептур фаршів для м'ясних січених страв.

Таблиця 3

### Модельні рецептури фаршів із використанням борошна із сочевиці

Найменування сировини	Витрата основної сировини на 100 кг готової продукції			
	Контроль	Модельна рецептура 1	Модельна рецептура 2	Модельна рецептура 3
Яловичина (котлетне м'ясо)	70,13	66,62	63,12	57,61
Борошно із сочевиці	-	3,51	7,1	10,52
Жир-сирець	6,49	6,49	6,49	6,49
Хліб пшеничний	19,48	19,48	19,48	19,48
Цибуля ріпчаста	3,90	3,9	3,9	3,9

Дані рецептури модельних фаршових композицій із 5%, 10% та 15% заміною м'ясної частки на борошно із сочевиці можна використовувати, для розробки січених страв збагачених нетрадиційною сировиною.

Після опрацювання всіх результатів досліджень та розробки зразків із покращеними фізико-хімічними характеристиками була проведена дегустація котлет «Ніжна», що містить 5% борошна із сочевиці, «Апетитна» – 10% та «Пікантна» – 15% борошна.

Результати статистичної обробки результатів наведено у таблиці 4, де відображений органолептичний аналіз дослідного продукту та його оцінка за категоріями.

Таблиця 4

### Органолептичні показники котлет з борошном із сочевиці

Назва продукту	Оцінка продукту за 5-бальною шкалою						
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Консистенція	Смак	Соковитість	Загальна оцінка, в балах
Контроль	5,0	5,0	5,0	4,5	5,0	4,5	4,83
«Ніжна»	4,8	5,0	5,0	4,5	5,0	4,5	4,80
«Апетитна»	4,8	5,0	5,0	4,8	5,0	5,0	4,93
«Пікантна»	4,0	4,6	4,6	4,0	4,0	4,0	4,2

Результати оброблені методом математичної статистики. Встановлено, що котлета «Апетитна» за смаком, запахом, кольором, консистенцією відповідають контролю, але за соковитістю – найкращі, мають високу оцінку.

**Висновки.** Аналізом закордонних та вітчизняних джерел встановлено, що борошно із сочевиці є хорошим компонентом для балансування харчової цінності продукту. Щодо соєвого та пшеничного борошна воно має вищі функціонально-технологічні та структурно-механічні показники, значно кращий амінокислотний склад білка, зокрема і за вмістом незамінних амінокислот. Достатня кількість в ньому вітамінів і мінеральних речовин.

Узагальнення даних аналізу літературних джерел дозволило обґрунтувати науково-технічні та економічні передумови збагачення м'ясних січених страв борошном із сочевиці. У результаті проведених досліджень розроблено рецептури модельних фаршів для котлет із використанням нетрадиційної сировини: зразок № 1 – котлета «Ніжна» містить у своєму складі борошна із сочевиці з заміною 5% м'ясної сировини; зразок № 2 – котлета «Апетитна» – із заміною 10% та зразок № 3 «Пікантна» – із заміною 15%. Порівняльний аналіз одержаних результатів дозволяє зробити висновок, що найкращими сенсорними характеристиками володіє котлета «Апетитна», яка містять 10% борошна із сочевиці та заміною яловичини, що підтверджує доцільність впровадження цього продукту в ресторанне господарство та виробництво у промислових масштабах.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Слободянюк, Н.; Веретинська, І. Фізико-хімічні показники модельних композицій котлет із використанням насіння льону. *Науковці-переробникам*, 2016. С. 10–14.
2. Паска М.З., Маслійчук О.Б. Мікробіологічна та споживча характеристика м'ясних січених напівфабрикатів з додаванням люпинового борошна і дивосилу. *Вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького*. 2016. Том 18, № 4. С. 121-123.
3. ДСТУ 4437: 2005. Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні січені. Технічні умови. [Чинний від 2005-07-15], Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 24 с.
4. Дмитриенко, О. Про м'ясні напівфабрикати. *М'ясні технології світу*. 2016. № 5 (6). 97 с.
5. Дмитрієвич, Л.Р.; Степанова, Т.М.; Макаренко, Т.І. Харчові волокна в технології м'ясних продуктів. *Мясное дело*. 2011. № 4. С. 10–11.
6. Паска М.З., Маслійчук О.Б. Розробка рецептур та удосконалення технології функціональних м'ясних посічених напівфабрикатів та котлет з використанням білкового збагачувача. *Продовольчі ресурси*. 2018. 11. С. 132-138.
7. Сімахіна, Г.О.; Українець, А.І. Інноваційні технології та продукти: оздоровче харчування. К. : НУХТ, 2010. 294 с.
8. Ракша-Слюсарєва, О.; Круль, В. М'ясні посічені напівфабрикати функціонального призначення. *Товари і ринки*. 2013. № 2. С. 74–86.
9. Москаленко, В.Ф.; Грузєва, Т.С.; Галієнко, Л.І. Особливості харчування населення України та їх вплив на здоров'я. *Науковий вісник Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця*. 2009. 3. С. 64–73.
10. Іванова, Т.М.; Гошовська, Ю.В.; Охі, І.Я.; Пешук, Л.В.; Романенко, М.С.; Федічкіна, Р.С.; Шаповал І.М. Дослідження м'ясного продукту з додаванням кварцетинвмісної сировини в середовищі *in vivo*. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2017. № 80 (19). С. 43–47.

**REFERENCES:**

1. Slobodianiuk N., Veretynska I. (2016) Fyzyko-khimichni pokaznyky modelnykh kompozytsii kotlet iz vykorystanniam nasinnia lonu. [Physico-chemical indicators of model compositions of cutlets using flax seeds]. *Naukovtsi-pererobnykam*, pp. 10–14.
2. Paska M.Z., Masliichuk O.B. (2016). Mikrobiologhichna ta spozhyvcha kharakterystyka m'jasnykh posichenykh napivfabrykativ z dodavannjam ljupynovogho boroshna ta dyvosylu. [Microbiological and consumer characteristics of chopped meat semi-finished products with the addition of lupine flour and divosil]. *Naukovyj visnyk LNUVM ta BT im. S.Z. Ghzhycjkogho*, vol. 18, no. 4, pp.121-123.
3. DSTU 4437: 2005. (2006)/Napivfabrykaty miasni ta miaso-roslynni sicheni. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2005-07-15]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, p. 24.
4. Dmytryenko O. (2016). Pro miasni napivfabrykaty. [About meat semi-finished products]. *Miasni tekhnolohii svitu*, vol 5, no 6, p. 97.
5. Dymytriievych L.R., Stepanova T.M., Makarenkova T.I. (2011). Kharchovi volokna v tekhnolohii miasnykh produktiv. [Dietary fibers in the technology of meat products]. *Miasnoe delo*, vol. 4, pp. 10–11.
6. Paska M.Z., Masliichuk O.B. (2018). Rozrobka retseptur ta udoskonalennia tekhnolohii funktsionalnykh miasnykh posichenykh napivfabrykativ ta kotlet z vykorystanniam bilkovoho zbahachuvacha. [Development of recipes and improvement of the technology of functional chopped meat semi-finished products and cutlets using a protein enhancer]. *Prodovolchi resursy*, vol. 11, pp. 132-138.
7. Simakhina H.O., Ukrainets A.I. (2010). *Innovatsiini tekhnolohii ta produkty: ozdorovche kharchuvannia*. [Innovative technologies and products: healthy nutrition]. K.: NUKhT, p. 294. (in Ukraine).
8. Raksha-Sliusareva O., Krul V. (2013). Miasni posicheni napivfabrykaty funktsionalnoho pryznachennia. [Chopped meat semi-finished products of functional purpose]. *Tovary i rynky*, vol. 2, pp. 74–86.
9. Moskalenko V.F, Hruzieva T.S., Haliienko, L.I. (2009). Osoblyvosti kharchuvannia naseleattia Ukrainy ta yikh vplyv na zdorovia. [Peculiarities of nutrition of the population of Ukraine and their impact on health]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho medychnoho universytetu im. O.O. Bohomoltsia*, vol. 3, pp. 64–73.
10. Ivanova T.M., Hoshovska Yu.V., Okhi I.Ia., Peshuk L.V., Romanenko M.S., Fedichkina R.Ie., Shapoval I.M. (2017). Doslidzhennia miasnoho produktu z dodavanniam kvartsetynvmisnoi syrovyny v seredovyshchi in vivo. [Research of a meat product with the addition of quartzetin-containing raw materials in an in vivo environment]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Ghzhytskoho*, vol. 80. no. 19, pp. 43–47.



УДК 637.136

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.8>

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ АПІПРОДУКТІВ

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

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

Метою роботи є удосконалення технологій виробництва йогурту з апіпродуктами. Основним компонентом, що зумовлює харчову, біологічну та енергетичну цінність кисломолочних напоїв є молоко, яке після термічної обробки втрачає ряд есенціальних речовин, серед яких вітаміни, особливо водорозчинні та мінеральні речовини. Тому, у якості натуральних наповнювачів, які мають у своєму складі вітамінно-мінеральні та консервуючі компоненти для ферментованого молочного напою було обрано бджолине обніжжя та маточне молочко. У статті вивчено біологічний та функціональний ефект обраної продукції бджільництва. Результатами досліджень встановлено доцільність використання та концентрації апіпродуктів в рецептурах замість традиційних цукру та штучних наповнювачів. Оптимізовано технологічні і технічні параметри окремих процесів та етапів виготовлення продукту. Обґрунтовано, що внесення апіпродуктів до складу кисломолочного напою повинно відбуватися на стадії заквашування. Таке рішення забезпечило високу оцінку кисломолочного напою за органолептичними показниками (5 балів), позитивно вплинуло на стабілізацію кислотності 90–120 °С під час зберігання продукту протягом 6 діб. Крім того, внесення апіпродуктів під час заквашування відрізняється простотою виконання і є ефективним для збереження нативності БАР апіпродуктів. Вміст мінералів у обніжжі у десятки разів перевищує їх вміст у маточному молочці: Кальцію – у 40 разів, Фосфору – у 22, Мангану – у 19, Магнію – у 8, Калію – у 2 рази. У ньому більше вітамінів, зокрема, ніотинової та аскорбінової кислот – у 2 та 65 разів, відповідно. Оптимізована технологія ферментованого молочного напою з комплексом натуральних апіпродуктів дозволила досягти ефекту збагачення за дефіцитними мікронутрієнтами. Зокрема, за тіаміном – у два рази, рибофлавіном – на 16%, ніацином – на 40%, суттєво підвищився рівень аскорбінової кислоти.

**Ключові слова:** апіпродукти, вітаміни, мінеральні речовини, кисломолочний напій, йогурт, маточне молочко.

### **Novikova N. V., Sumska O. P. Improvement of the technology of the production of sourdairy beverage using apiproducs**

The purpose of the work is to improve the production technology of yogurt with api products. The main component determining the nutritional, biological and energy value of fermented milk drinks is milk, which after heat treatment loses a number of essential substances, including vitamins, especially water-soluble and mineral substances. Therefore, bee pollen and royal jelly were chosen as natural fillers that contain vitamin-mineral and preservative components for the fermented milk drink. The article examines the biological and functional effect of selected beekeeping products. The research results established the feasibility of using and concentrating apiproducs in recipes instead of traditional sugar and artificial fillers. Technological and technical parameters of individual processes and stages of product manufacturing have been optimized. It is substantiated that the addition of apiproducs to the composition of a sour milk drink should take place at the fermentation stage. This decision provided a high evaluation of the fermented milk drink according to organoleptic indicators (5 points), had a positive effect on the stabili-

zation of acidity at 90–120 °T during product storage for 6 days. In addition, the introduction of apiproducs during fermentation is easy to perform and is effective in preserving the nativeness of the BAR of apiproducs. The content of minerals in colostrum is ten times higher than in royal jelly: Calcium – 40 times, Phosphorus – 22, Manganese – 19, Magnesium – 8, Potassium – 2 times. It contains more vitamins, in particular, nicotinic and ascorbic acids – 2 and 65 times, respectively. The optimized technology of the fermented milk drink with a complex of natural apiproducs made it possible to achieve the effect of enrichment for deficient micronutrients. In particular, the level of ascorbic acid increased significantly for thiamin – by two times, riboflavin – by 16%, niacin – by 40%.

**Key words:** apiproducs, vitamins, minerals, fermented milk drink, yogurt, royal jelly.

**Вступ.** Кисломолочні продукти і зокрема, ферментовані молочні напої, займають одне з провідних місць у збалансованому харчуванні людини. Їм приділена велика увага у сучасній дієтології та нутриціології завдяки пробіотичним властивостям та доступності нутрієнтного складу. Основним компонентом, що зумовлює харчову, біологічну та енергетичну цінність кисломолочних напоїв є молоко, яке після термічної обробки втрачає ряд есенціальних речовин, серед яких вітаміни, особливо водорозчинні (аскорбінова кислота, ніацин), та мінеральні речовини. Продовж останніх років дослідники займаються активними пошуками можливостей створення інноваційних розробок високоякісних і безпечних кисломолочних напоїв, збагачених дефіцитними аліментарними компонентами [1].

Нині на вітчизняному ринку створено досить різноманітний асортимент кисломолочних напоїв, проте серед них часто переважають ті, які мають синтетичні або модифіковані складники. Стабілізатори, згущувачі, продукти вторинної переробки тощо значною мірою знижують харчову та біологічну цінність натуральних кисломолочних продуктів. Поряд з цим, попит на органічні молокопродукти, виготовлені суто з натуральної, без перетворень сировини постійно зростає [2].

Сьогодні актуальним постає питання щодо створення натуральних і безпечних кисломолочних напоїв, які б мали спрямовану дію на організм споживача, високі споживчі властивості та пролонгований термін придатності до вживання. Результати аналізу останніх досліджень показали, що даної мети можна досягти шляхом застосування біотехнологічних прийомів та використання апіпродуктів у їх виробництві [3].

**Постановка проблеми.** З появою нових біоактивних добавок для харчової промисловості відкрилися нові можливості для розробки і впровадження на ринок продуктів підвищеної харчової цінності. Зокрема, застосування біологічно активних добавок дозволило значно розширити асортимент традиційних молочних продуктів. Можна виокремити ряд наступних характерних напрямків позитивного впливу спеціалізованих молочних продуктів на організм людини: на фізіологію шлунково-кишкового тракту і стан кишкової мікрофлори [4]. Продукти бджільництва мають очевидну перевагу і при виборі способу лікування, профілактики, поєднуючи в собі безпеку, ефективність, можливість використання, тривалість зберігання, відвідносну дешевизну і доступність. Функціональні продукти розглядаються не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, але і як складний медикamentозний комплекс, що забезпечує достовірний лікувально-профілактичний ефект.

**Мета дослідження.** Удосконалення технології виробництва нових видів йогуртів функціонального призначення з додаванням апіпродуктів, та визначення вітамінного і нутрієнтного складу отриманого продукту.

**Аналіз останніх досліджень.** Одним з шляхів поліпшення здоров'я населення є вживання функціональних продуктів харчування. Такі продукти розробляються на основі знань про властивості і взаємодію окремих інгредієнтів та їх комбінацій.

В якості функціональних обирають продукти щоденного або майже щоденного вжитку. До таких безумовно відносяться кисломолочні продукти, які отримують за допомогою заквасок. На даний час відома значна кількість функціональних інгредієнтів, серед котрих не останнє місце займають продукти бджільництва. Це пояснюється широким переліком корисних компонентів в їхньому складі [5].

Розроблена технологія біоактивного йогурту із додаванням продуктів бджільництва: меду, прополісу та пилка. Мед рекомендовано додавати до біоїогуртів як натуральний підсолоджувач. Одночасне застосування меду та прополісу надає продукту функціональній лікувально-профілактичній дії щодо шлунково-кишкових захворювань. Такий продукт володіє лікувально-профілактичною дією щодо респіраторних захворювань та рекомендовано для щоденного вживання в раціоні молоді [6].

Апіпродукти корисні для зміцнення імунітету і боротьби з різними захворюваннями: при анемії, високому артеріальному тиску та інших серцево-судинних недугах, хворобах нервової системи тощо. Апі-продукти рекомендовано молодому поколінню, які не мають алергічних проявів на продукти бджільництва [7].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Продукти бджільництва є цінним джерелом вуглеводів, вітамінів, антиоксидантів і біологічно активних протеїнів, тому впродовж тисячоліть їх широко використовують як в якості продуктів харчування, так і в складі фармацевтичних препаратів. Всі використовувані апіпродукти можна розділити на дві групи – мають рослинне походження (перга, мед) і вироблені організмом бджіл (отрута, маточне молочко, прополіс) [8; 9].

Функціональні властивості продуктів харчування бджільництва не залишаються обмеженими цим переліком. Фенольні компоненти в його структурі роблять позитивний вплив на імунну систему організму на вирішальному рівні. Функціональна харчова характеристика та біологічна дія продуктів бджільництва досить чисельні (табл. 1) [10].

Таблиця 1

**Біологічний та функціональний ефект продукції бджільництва**

Продукт	Біологічний ефект	Функціональний ефект
Мед, пилка, бджолиний хліб, маточне молоко, прополіс	Антибактеріальні, противірусні, антиоксидатні, імуноактивуючі, протизапальні властивості	Інгібує ріст, патогенних бактерій, грибків та вірусів, стимулює імунну різницю проти запалення, має протипухлинний ефект
Пилок, маточне молоко, прополіс	Посилює поглинання Са, має протиартеріосклеротичний та радіозахисний ефект	Захищає від радіації, артеросклерозу та остеопорозу
Мед	Пребіотик (олігосахариди)	Стимулює здорове травлення
Маточне молоко	Гіпотензивний, судинорозширювальний, збільшує розмноження та поглинання кисню клітинами та впливає на центральну і периферичну нервову систему	Кардіопротектор, стимулюючий та енергетичний проти стресу та втоми

Внесення апіпродуктів до складу кисломолочного напою відбувалося на стадії заквашування. Таке рішення забезпечило високу оцінку кисломолочного напою за органолептичними показниками (5 балів), позитивно вплинула на стабілізацію кислотності 90–120 °Т під час зберігання продукту протягом 6 діб. Крім того, внесення апіпродуктів під час заквашування відрізняється простотою виконання і є ефективним для збереження нативності БАП апіпродуктів.

У таблиці 2 приведено результати дослідження хімічного складу та властивостей маточного молочка та обніжжя бджолиного.

Бджолине обніжжя та маточне молочко обрано наповнювачами для ферментованого молочного напою у якості натуральних вітамінно-мінеральних та консервуючих компонентів.

Таблиця 2

**Хімічний склад маточного молочка та бджолиного обніжжя,  
n=3, P≤0,05**

Показник	Маточне молочко	Обніжжя бджолине
Вуглеводи, %		
Глюкоза	5,1±0,3	19,26±0,6
Фруктоза	9,0±2,1	20,60±1,1
Макроелементи, мг/100 г		
Ca	8,22±0,57	300,56±109
P	27,1±1,14	565,16±105
Mg	57,09±1,71	463,56±51
K	578,0±32,4	1122,50±150
Мікроелементи, мкг/100 г		
Mn	131,0±10	2541,3±134
Zn	4250±100	4375,4±93
Вітаміни, мг/100 г		
Тіамін (B <sub>1</sub> )	2,06±0,3	1,15±0,2
Рибофлавін (B <sub>2</sub> )	2,77±0,3	2,31±0,2
Нікотинова к-та (B <sub>3</sub> )	10,45±0,9	22,5±0,2
Аскорбінова к-та (C)	2,00±0,09	131,53±1,5

Вміст мінералів у обніжжі у десятки разів перевищує їх вміст у маточному молочці: Кальцію – у 40 разів, Фосфору – у 22, Мангану – у 19, Магнію – у 8, Калію – у 2 рази. У ньому більше вітамінів, зокрема, нікотинової та аскорбінової кислот – у 2 та 65 разів, відповідно. Проте маточне молочко багате ліпідами – 6,8%, тіаміном – 2,8 мг/100 г і рибофлавіном – 2,1 мг/100 г. Деценові кислоти маточного молочка у кількості 3,5±0,3 г/100 г зумовлюють антибактеріальну активність. Сумісне застосування цих апіпродуктів у складі кисломолочного напою доповнювало їх одне одним, що, у свою чергу, збільшувало ефективність їх дії як збагачувачів. Дослідження на відповідність апіпродуктів Державним стандартам України (ДСТУ 4497:2005, ДСТУ 4666:2006, ДСТУ 3127-95) показали, що вони безпечні і можуть застосовуватися як компонент кисломолочного напою [4].

За результатами проведеної експертизи якості та безпеки йогурту з апіпродуктами у табл. 3 представлено порівняльний аналіз хімічного складу дослідного та контрольного зразків йогурту.

Таблиця 3

**Вплив апіпродуктів на загальний хімічний склад йогурту, n=5, p<0,05**

Показник, мг	Досліджуваний зразок йогурту, 100 г		Різниця між зразками, %
	контроль	дослід	
Волога	88,1±0,03	83,5±0,024	5,1±1,2
Сухі речовини	9,0±0,07	13,2±0,34	44,4±3,3
Зола	0,70±0,04	0,75±0,026	7,1±1,2
Жир	3,24±0,034	3,20±0,034	1,2±0,4
Білок	4,5±0,02	5,35±0,04	18,9±1,5

У результаті експерименту було встановлено, що у дослідному зразку більше СЗР на 44%, ніж у контролі. Це призвело до підвищення в'язкості та поліпшення синергетичних властивостей розробленого продукту.

У досліді підвищився вміст зольних елементів, що корелюється із збільшенням мінеральних речовин (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив апіпродуктів на мінеральний склад йогурту, n=5, p<0,05**

Показник, мг	Досліджуваний зразок йогурту, 100 г		Різниця між зразками, %
	контроль	дослід	
Кальцій (Ca)	121,50±0,1	130±4,3	7±1
Магній (Mg)	21,00±0,8	26,62±1,5	27±5
Калій (K)	150,00±1,0	167,91±7,3	12±3
Фосфор (P)	99,50±1,0	126,42±4,0	27±8
Манган (Mn)	0,007±0,0006	0,015±0,001	114±25

Внесення апіпродуктів призводить до позитивного результату. Зокрема, підвищує рівень корисних мінеральних компонентів. Кількість Мангану зросла удвічі, Магній та Фосфор збільшилися рівномірно, обидва на 27%, Калій зріс на 12%, Кальцій на 7%.

Оптимізована технологія ферментованого молочного напою з комплексом натуральних апіпродуктів дозволила досягти ефекту збагачення за дефіцитними мікронутрієнтами (Табл 5.). Зокрема, за тіаміном – у два рази, рибофлавіном – на 16%, ніацином – на 40%, суттєво підвищився рівень аскорбінової кислоти.

Таблиця 5

**Вітамінний склад зразків йогурту, n=5, p<0,05**

Показник, мг	Досліджуваний зразок йогурту, 100 г		Різниця між зразками, мг
	контроль	дослід	
Тіамін (B <sub>1</sub> )	0,043±0,01	0,0985±0,083	55,5±8,6
Рибофлавін (B <sub>2</sub> )	0,220±0,01	0,2540±0,06	34±5,5
Аскорбінова кислота (C)	0,180±0,004	0,8310±0,027	651±74,0
Ніацин (B <sub>3</sub> )	0,640±0,007	0,8960±0,035	256±12,7

**Висновки і пропозиції.** Дослідженнями встановлено, що використання апі-продуктів є перспективним способом збагачення кисломолочних напоїв. Високий вміст вітамінів у обніжжі бджолиному і маточного молочка за умов сумісного застосування підвищать їх пребіотичну дію.

Удосконалено технологію кисломолочного напою з комплексом апіпродуктів, що дозволило створити харчовий продукту з покращеними смаковими якостями.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Alberoni D, Baffoni L, Gaggia F. Administration of lactobacilli and bifidobacteria on *Apis mellifera* L. *beehives to increase health of the bee super-organism*. Chicago : 2015. 108 p.
2. Caplice E., Fitzgerald G. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *Madrid: Int. J. Food Microbiol.* 2002. 150 p.
3. Зубар Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування. Київ : Центр учбової літератури. 2010. 260 с.
4. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 21 с.
5. Канарейкина С.Г. Пастеризованные молочные напитки из сухого кобыльего молока. *Актуальная биотехнология*. 2013. Вып. 7. 17 с.
6. Омаров Ш. Апитерапия: продукты пчеловодства в мире медицины. Ростов : Феникс, 2009. 350 с.
7. Семенова Н.А. Перова Н.А. Исследование влияния пчелиного меда на размножение бифидобактерий в кисломолочном напитке. Кемерово : КемТИПП, 2007. 172 с.
8. Сinyaков А. Ф. Мед и медолечение. Москва : Вече, 2000. 464 с.
9. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування. *Київ: Здоров'я*, 2000. 306 с.
10. Єрмакова О. Д. Синчикова Б. П. Технологія отримання екстракту із бджолиного підмору. *Біотехнологія*. 2010. Вип 2. 105 с.
11. Чорна Т. М. Мікробіологія : навчальний посібник. Ірпінь : УДФСУ, 2020. 451 с.

#### **REFERENCES:**

1. Alberoni D. & Baffoni L, Gaggia F. (2015) Administration of lactobacilli and bifidobacteria on *Apis mellifera* L. *beehives to increase health of the bee super-organism*. Chicago. 108 p.
2. Caplice E. & Fitzgerald G. (2002) Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. Madrid : Int. J. Food Microbiol. 150 p.
3. Zubar N.M. (2010) Fundamentals of physiology and food hygiene. Kiev : Center for Educational Literature. 260 p.
4. DSTU 4497:2005. Natural honey. Kiev : Derzhspozhivstandart of Ukraine, 2005. 21 p.
5. Kanareikina S.G. (2013) Pasteurized milk drinks made from mare's milk powder. Actual biotechnology. P. 7. 17 p.
6. Omarov Sh. (2009) Apitherapy: bee products in the world of medicine. Rostov : Phoenix, 350 p.
7. Semenova N.A. & Perova N.A. (2007) Study of the influence of bee honey on the reproduction of bifidobacteria in a fermented milk drink. Kemerovo : KemTIPP, 172 p.
8. Sinyakov A. F. (2000) Honey and honey treatment. Moscow : Veche, 464 p.
9. Smolyar V. I. (2000) Physiology and hygiene of eating. Kiev : Health, 306 p.
10. Ermakova O.D. & Sinchikova B.P. (2010) Biotechnology. P 2. 105 p.
11. Chorna T. M. (2020) Microbiology: a guide book. Irpin : UDFSU. 451 p.

УДК 619:614.31:637.524.075:664  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.9>

## СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ БІЛКОВО-ЖИРОВИХ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ НАПІВФАБРИКАТІВ З М'ЯСА ПТИЦІ

**Приліпко Т. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації  
харчових продуктів  
Закладу вищої освіти «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  
Закладу вищої освіти «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  
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-2182-7723

Наведені результати з використання білково-жирових емульсій у виробництві рубаних напівфабрикатів і вивчення їх хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей. – за основу було взято білково-жирові емульсії, рецептури яких включали білкові препарати як рослинного (білок соєвого ізоляту «Супро 500Е» (Бельгія)), так і тваринного (молочний білок «Белмікс») походження, колагеномісна сировина (куряча шкірка), молочна сироватка. З жиромісної сировини в емульсію вхвив шпик. Одним із шляхів збільшення виробництва м'ясопродуктів та покращення якісних показників рубаних напівфабрикатів з м'яса птиці є введення до їх складу білково-жирових емульсій (БЖЕ). Встановлено, що рівень функціонально-технологічних властивостей емульсій знаходиться у прямій залежності від співвідношення компонентів, таких як молочний білок, білок соєвого ізоляту та сировини, що містить жир. Виявлено, що при зниженні дози білка соєвого ізоляту та введення курячої шкурки змінюються співвідношення коефіцієнтів білок: жир та білок: волога. Встановлено, що Емульсія №5 з оптимальним співвідношенням білок: волога: жир, які складають співвідношення білок: вода в білково-жирових емульсіях становить 1:(4,5-5), а вміст жиру змінюється від 3 до 8 частин на кожну частину білка і має високу стабільність, оптимальну міцність, після теплової обробки. Комбінування курячої шкурки в емульсіях з білками тваринного походження ефективно позначається на рівні їх функціонально-технологічних властивостей, які під час виробництва напівфабрикатів із м'яса птиці сприятимуть отриманню виробів високої якості, монолітної структури, з ніжною консистенцією, приємним смаком, ароматом. Стабільність одержаних емульсій залежить від виду жирної сировини та компонентів функціональних сумішей. Збільшення кількості жиру в емульсіях 20% призводить до зменшення їх стабільності, зниження волого-утримуючої здатності і погіршення органолептичних показників готової продукції.

**Ключові слова:** емульсія, напівфабрикати, птиця, жир, білок, вода, суміш.

**Prylipko T. M., Fedoriv V. M., Kostash V. B. Composition and properties of protein-fat emulsions for poultry semi-finished products**

The results of the use of protein-fat emulsions in the production of chopped semi-finished products and the study of their chemical composition and functional and technological properties are given. – protein-fat emulsions were taken as a basis, the recipes of which included protein

*preparations of both plant (soy isolate protein "Supro 500E" (Belgium)) and animal (milk protein "Belmix") origin, collagen-containing raw materials (chicken skin), milk serum. Fatty raw materials included lard in the emulsion. One of the ways to increase the production of meat products and improve the quality indicators of chopped semi-finished products from poultry meat is the introduction of protein-fat emulsions into their composition. It has been established that the level of functional and technological properties of emulsions is directly dependent on the ratio of components such as milk protein, soy isolate protein and fat-containing raw materials. It was found that the protein:fat and protein:moisture ratios change when the soy isolate protein dose is reduced and chicken skin is introduced. It was found that Emulsion No. 5 with the optimal ratio of protein: moisture: fat, which make up the ratio of protein: water in protein-fat emulsions is 1:(4.5-5), and the fat content varies from 3 to 8 parts for each part of protein and has high stability, optimal strength. after heat treatment. The combination of chicken skin in emulsions with proteins of animal origin effectively affects the level of their functional and technological properties, which during the production of semi-finished products from poultry meat will contribute to obtaining products of high quality, monolithic structure, with a delicate consistency, pleasant taste, aroma. The stability of the obtained emulsions depends on the type of fatty raw materials and components of functional mixtures. An increase in the amount of fat in emulsions by 20% leads to a decrease in their stability, a decrease in moisture-holding capacity and a deterioration of the organoleptic indicators of the finished product.*

**Key words:** *emulsion, semi-finished products, poultry, fat, protein, water, mixture.*

**Постановка проблеми.** Проблема забезпечення населення безпечною продукцією агропромислового комплексу надзвичайно актуальна. Вона носить глобальний характер, адже дефіцит якісної сировини існує в більшості країн, Україна не виключення, а попит на продукцію навпаки зростає [1, с. 103 8, с. 85]. Тому питання безпечності та якості харчових продуктів дуже важливе не лише для Уряду нашої країни, а й для кожного громадянина як споживача [3, с. 111, 5, с. 11].

Необхідними умовами збільшення обсягу виробництва м'ясних продуктів та покращення їх якості є підвищення ефективності використання сировинних ресурсів, зокрема м'яса птиці, скорочення втрат і вдосконалення асортименту виробів, що випускаються. М'ясо птиці є гарною сировиною для виготовлення продуктів харчування, так як більшу частину тушок складають їстівні м'якотні.

М'ясо птиці – найважливіше джерело повноцінного білка тваринного походження, ліпідів з високим рівнем есенціальних жирних кислот [6, с. 8].

Перспективним напрямом у м'ясній галузі є динамічно виробництво напівфабрикатів з м'яса птиці, що розвивається. Частка напівфабрикатів із м'яса птиці становить приблизно 25% від реалізації м'ясних напівфабрикатів. Це пояснюється рядом причин: доступною для всіх виробників та споживачів ціною, технологічністю переробки сировини та виробництва готових виробів. Крім того, м'ясо птиці є найдоступнішим і дієтичним джерелом білка (високий вміст білка та низьке – жиру) в раціоні людини [4, с. 718].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Збільшення кількості жиру в емульсіях 20% призводить до зменшення їх стабільності, зниження волого-утримуючої здатності і погіршення органолептичних показників готової продукції. Для одержання стабільних емульсій з високим вмістом жирної сировини необхідною умовою є наявність емульгаторів або емульгаторів-стабілізаторів. Головна причина стійкості таких емульсій полягає в утворенні на поверхні розділу фаз адсорбційної оболонки, яка утворюється або подвійним електричним шаром за рахунок того, що емульгатори мають в своєму складі полярні та неполярні групи; або колоїдно-дисперсним шаром з желеподібною структурою тому, що підвищується в'язкість дисперсного середовища [2, с. 18; 7, с. 4].

В якості продуктів, що забезпечують стабільність емульсії можуть виступати:

– продукти білкового походження – білки рослинного і тваринного походження, амінокислоти;



– гідроколоїди-карагенани, альгінати, які без посередньо не беруть участі в гідрофобному скріпленні жиру, але за рахунок їх використання підвищують стабільність шляхом збільшення в'язкості середовища, з'єднання води, утворення структурних шарів;

– похідні жирів – моногліцериди жирних кислот;

– хімічні сполуки-солі, що емульгують – фосфати. Одним з найпоширеніших і ефективних способів переробки жирної сировини є приготування жирових та білково-жирових емульсій. Перевага даного методу переробки жирної сировини полягає в наступному – підвищенні стабільності фаршевої емульсії за рахунок попереднього емульгування жиру;

– швидкому та рівномірному розповсюдженні емульсії при складанні фаршу ковбас;

– поліпшенні консистенції ковбасних виробів унаслідок збільшення хімічно зв'язаної частки вологи у фарші – за рахунок чого зростають твердо подібні властивості фаршу;

– зниженні втрат вологи при термообробці ковбасних виробів в білкових та натуральних оболонках;

– раціональному використанні жировмісної сировини за рахунок підвищення її функціональних властивостей і маскуванню специфічного присмаку жиру;

– зниженні собівартості жирної сировини. Стабільність одержаних емульсій залежить від виду жирної сировини та компонентів функціональних сумішей [3, с. 99].

Одним із шляхів збільшення виробництва м'ясопродуктів та покращення якісних показників рубаних напівфабрикатів з м'яса птиці є введення до їх складу білково-жирових емульсій (БЖЕ).

**Постановка завдання.** Мета – вивчення складу та властивості білково-жирових емульсій для напівфабрикатів з м'яса птиці. Під час проведення експерименту за основу було взято білково-жирові емульсії, рецептури яких включали білкові препарати як рослинного (білок соєвого ізоляту «Супро 500Е» (Бельгія)), так і тваринного (молочний білок «Белмікс») походження, колагеновісна сировина (курача шкірка), молочна сироватка. З жировмісної сировини в емульсію входив шпик.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Варіанти білково-жирових емульсій представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Варіанти білково-жирових емульсій

Компоненти (кг на 100 кг сир'я)	Варіанти				
	1	2	3	4	5
Шпик свинячий	45,5	16,0	16,0	14,5	13,5
Куряча шкірка	-	36,5	36,5	36,5	36,4
Соевий ізолят	9,0	4,5	-	4,5	-
Молочний білок	-	-	3	-	6,8
Молочна сироватка	-	-	-	10	-
Вода	45,5	43,0	44,5	34,5	43,3
Всього	100	100	100	100	100

Для розробки рекомендацій щодо використання білково-жирових емульсій у виробництві рубаних напівфабрикатів вивчено їх хімічний склад та функціонально-технологічні властивості (табл. 2).

Встановлено, що рівень функціонально-технологічних властивостей емульсій знаходиться у прямій залежності від співвідношення компонентів, таких як молочний білок, білок соєвого ізоляту та сировини, що містить жир. Виявлено, що при зниженні дози білка соєвого ізоляту та введення курячої шкірки змінюються співвідношення коефіцієнтів білок: жир та білок: волога.

Встановлено, що рівень функціонально-технологічних властивостей емульсій знаходиться в прямій залежності від співвідношення компонентів, таких як молочний білок, білок соєвого ізоляту та жировмісного сировини. Виявлено, що при зниженні дози білка соєвого ізоляту та введення курячої шкірки змінюються співвідношення коефіцієнтів білок: жир і білок: волога.

Таблиця 2

**Хімічний склад та функціонально-технологічні властивості  
білково-жирових емульсій**

Показники	Варіанти				
	1	2	3	4	5
Волога, %	39,1±0,1	55,9±0,3	56,4±0,2	45,6±0,2	49,6±0,2
Білок	10,1±0,1	12,0±0,1	11,0±0,1	12,0±0,1	10,0±0,1
Жир, %	40,9±0,2	31,2±0,2	32,0±0,3	41,5±0,1	39,8±0,1
Зола, %	0,8±0,1	0,9±0,1	0,6±0,1	0,9±0,1	0,6±0,1
Співвідношення коефіцієнтів Б:Ж	1:4,1	1:2,6	1:3,0	1:3,4	1:4,0
Б:В	1:3,9	1:4,7	1:5,0	1:3,8	1:5,0
ВСС, %	66,1±0,2	60,0±0,3	76,6±0,1	51,4±0,2	79,0±0,1
ВУС, %	81,1±0,5	76,0±0,5	92,4±0,1	67,0±0,2	94,0±0,1
Стабільність, %	77,2±0,5	71,0±0,5	85,0±0,1	65,0±0,5	87,0±0,1
ЖУС, %	86,4±0,2	80,0±0,3	88,6±0,2	77,9±0,5	92,1±0,2
Емульгувальна здатність, %	75,0±0,5	75,0±0,5	86,0±0,1	70,0±0,2	92,0±0,2
Втрати при т.о., %	10,0±0,3	12,0±0,5	8,0±0,2	13,0±0,2	7,0±0,2
pH, д. од.	6,0±0,1	5,8±0,2	6,2±0,2	5,4±0,1	6,1±0,2

Відношення білка: води є вирішальним фактором для стабільності та структурно-механічних характеристик емульсії [9, с. 163].

Рівень жиру впливає на ці показники менше, ніж вміст води в емульсії. Оптимальне співвідношення білок: вода в білково-жирових емульсіях має становити 1:(4,5-5), а вміст жиру може змінюватися від 3 до 8 частин на кожну частину білка.

Емульсія №5 з оптимальним співвідношенням білок: волога: жир, має високу стабільність, оптимальну міцність. після теплової обробки. Як правило, такі емульсії дають низькі втрати при тепловій обробці. Ймовірно, це пов'язано з тим, що вони здатні утворювати на поверхні частинок жиру еластичну та стійку при тепловій обробці плівку (мембрану), яка захищає жирові глобули від злипання та плавлення. Такі емульсії можна рекомендувати для виробництва м'ясопродуктів, оскільки білок пов'язує максимальну кількість води та жиру.

**Висновки.** Таким чином, комбінунання курячої шкірки в емульсіях з білками тваринного походження ефективно позначається на рівні їх функціонально-технологічних властивостей, які під час виробництва напівфабрикатів із м'яса птиці сприятимуть отриманню виробів високої якості, монолітної структури, з ніжною консистенцією, приємним смаком, ароматом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баль-Прилипка Л.В. Актуальні проблеми та характеристика стану м'ясної промисловості України. *Мясное дело*. Київ: 2010. № 9. С. 4-17.
2. Баль-Прилипка Л.В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 207 с.
3. Bal'-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R., Brona, A.I. Trends, Achievements And Prospects Of Biotechnology In The Food Industry. *Mikrobiologichnyi zhurnal*. 2016. Vol. 78(3). p. 99-111.
4. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія / Пересічний М.І. та ін.; за ред. М.І. Пересічного. Київ: КНТЕУ, 2008. 718 с.
5. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2017.
6. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT). Чинний від 2008-01-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 30 с.
7. Тваринні білки ТД «Технологія Трейд». URL: <https://www.ttr.in.ua/products/nutritional-supplements/animal-proteins> (дата звернення 12.04.20)
8. 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.
9. Чередніченко О.О. До питання виробництва і збереження якості м'яса та м'ясопродуктів. *Наук. вісн. Нац. аграр. ун-ту*. 2007. № 110 (ч. 2). С. 163-165.

### REFERENCES:

1. Bal-Prylypko L.V. (2010). Aktualni problemy ta kharakterystyka stanu miasnoi promyslovosti Ukrainy. [Actual problems and characteristics of the state of the meat industry of Ukraine]. *Miasnoe delo*. Kyiv. № 9. С. 4-17. [in Ukrainian].
2. Bal-Prylypko L.V. (2012). Innovatsiini tekhnolohii yakisnykh ta bezpechnykh miasnykh vyrobiv. [Innovative technologies of high-quality and safe meat products]: monohrafiia. Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy, 207 с. [in Ukrainian].
3. Bal'-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R., Brona, A.I. (2016). Trends, Achievements And Prospects Of Biotechnology In The Food Industry. *Mikrobiologichnyi zhurnal*. Vol. 78(3). p. 99-111. [in Ukrainian].
4. Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia funktsionalnoho pryznachennia [Technology of functional food products]. (2008): monohrafiia / Peresichnyi M.I. ta in.; za red. M.I. Peresichnoho. Kyiv : KNTEU. 718 с. [in Ukrainian].
5. DSTU 8380:2015 Miaso ta miasni produkty. Metod vymiriuvannia masovoi chastky zhyru. [Meat and meat products. The method of measuring the mass fraction of fat]. (2017). Chynnyi vid 2017-07-01. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, [in Ukrainian].
6. DSTU ISO 936:2008 Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia masovoi chastky zahalnoi zoly [Meat and meat products. The method of determining the mass fraction of total ash].(2008). (ISO 936:1998, IDT). Chynnyi vid 2008-01-01. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 30 с. [in Ukrainian].

7. Tvarynni bilky TD «Tekhnolohiia Treid». [Animal proteins TD "Technology Trade"]. URL: <https://www.tr.in.ua/products/nutritional-supplements/animal-proteins>. (data zvernennia 12.04.20). [in Ukrainian].
  8. 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. [in Ukrainian].
  9. Cherednichenko O.O. (2007). Do pytannia vyrobnytstva i zberezhenia yakosti miasa ta miasoproduktiv. [To the issue of production and preservation of the quality of meat and meat products]. *Nauk. visn. Nats. ahrar. un-tu*. № 110 (vol. 2). pp. 163-165. [in Ukrainian].
-

УДК 633.522: 631.53.01  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.10>

## АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ

**Резвих Н. І.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-4727-512X

**Федоренко Л. Є.** – здобувач вищої освіти другого (магістерського)  
рівня спеціальності 181 «Харчові технології»  
Херсонського державного аграрно-економічного університету

У статті розглянуто значення борошняних кондитерських виробів у щоденному раціоні харчування людини. На сьогоднішній день, в середньому, споживання борошняних кондитерських виробів на душу населення складає до 500 г.

Встановлено, що борошняні кондитерські вироби займають значну частку в загальному обсязі виробництва кондитерської продукції і характеризуються широким асортиментом. Вони можуть задовольняти різноманітні потреби споживачів.

Подано інформацію про критерії формування асортименту борошняних кондитерських виробів за різноманітними ознаками. Асортиментний поділ борошняних кондитерських виробів здійснюється в залежності від складу сировини і особливостей технологічного процесу їх виробництва, розміру, умов їх реалізації, а також способу оформлення.

Наведено перелік завдань, що постали перед підприємствами харчової промисловості в даний час в залежності від потреб конкретних груп населення.

Встановлено, що борошняні кондитерські вироби посідають вагоме місце в харчовій промисловості нашої держави, і характеризуються широким асортиментом, мають потужний потенціал – все це дозволяє стверджувати, що кондитерська галузь є однією із найрозвинутіших у харчовій промисловості України.

Проведений аналіз закордонних літературних джерел показав, що проблемою в харчуванні населення економічно розвинутих країн світу став дефіцит мікронутрієнтів. Даний дефіцит спричинений з різким зниженням енерговитрат і зміною раціону харчування, який не забезпечує сформованих фізіологічних потреб у цілому ряді незамінних харчових речовин. Ця проблема існує в населення України. Особливу стурбованість викликає дефіцит мікронутрієнтів у дитячому харчуванні. Тому, ефективним способом ліквідації дефіциту мікронутрієнтів є збагачення ними харчових продуктів масового споживання до рівня, що відповідає фізіологічним проблемам людини.

В статті висвітлено данні аналізу хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів. Встановлено, що борошняні кондитерські вироби характеризуються незбалансованістю за нутрієнтами (а саме мають високий вміст жирів, вуглеводів та відносно низький вміст білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот та вітамінів).

**Ключові слова:** борошняні кондитерські вироби, харчова цінність, нутрієнти, асортимент.

### **Rezvykh N. I., Fedorenko L. E. Analysis of the consumption of flour confectionery products in human nutrition**

The article considers the importance of flour confectionery products in the daily diet of a person. Today, on average, the consumption of flour confectionery products per capita is up to 500 g.

It has been established that flour confectionery occupies a significant share in the total volume of confectionery production and is characterized by a wide range. They can satisfy a variety of consumer needs.

Information is provided on the criteria for forming the range of flour confectionery products based on various characteristics. Assortment division of flour confectionery products is carried out depending on the composition of raw materials and features of the technological process of their production, size, conditions of their sale, as well as the method of design.

*The list of tasks faced by food industry enterprises at the present time, depending on the needs of specific groups of the population, is given.*

*It has been established that flour confectionery occupies an important place in the food industry of our country, and is characterized by a wide assortment, has a powerful potential – all this allows us to claim that the confectionery industry is one of the most developed in the food industry of Ukraine.*

*The analysis of foreign literary sources showed that the shortage of micronutrients became a problem in the nutrition of the population of the economically developed countries of the world. This deficit is caused by a sharp decrease in energy consumption and a change in the diet, which does not provide the formed physiological needs in a whole range of irreplaceable food substances. This problem exists in the population of Ukraine. The lack of micronutrients in children's nutrition is of particular concern. Therefore, an effective way to eliminate the deficiency of micronutrients is to enrich food products for mass consumption with them to a level that corresponds to the physiological problems of a person.*

*The article highlights the data of the analysis of the chemical composition and nutritional value of flour confectionery products. It has been established that flour confectionery products are characterized by an imbalance in nutrients (namely, they have a high content of fats, carbohydrates and a relatively low content of proteins, dietary fibers, unsaturated fatty acids and vitamins).*

**Key words:** flour confectionery, nutritional value, nutrients, assortment.

**Вступ.** Сьогодні, борошняні кондитерські вироби є одним із основних продуктів в раціоні харчування сучасної людини. Їх добове споживання в середньому складає до 500 г на душу населення.

Борошняні кондитерські вироби користуються сталим попитом насамперед завдяки вишуканим смаковим властивостям. Значення кондитерських виробів у харчуванні зумовлено їх високою енергетичною цінністю, яка забезпечується значним вмістом цукрів, а в деяких виробках і жирів [1; 2].

**Постановка проблеми.** Борошняні кондитерські вироби займають значну частку в загальному обсязі виробництва кондитерської продукції і характеризуються широким асортиментом. Вони можуть задовольняти різноманітні потреби споживачів. Більшість з них характеризується привабливим зовнішнім виглядом, достатньо високою енергетичною цінністю, крім вуглеводів та жирів, включають також білки.

Випуск борошняних кондитерських виробів організований на кондитерських фабриках, у кондитерських цехах хлібопекарної промисловості, підприємств ресторанного господарства, у тому числі споживчої кооперації.

Асортимент борошняних кондитерських виробів дуже різноманітний і його можна згрупувати за кількома ознаками. В залежності від набору сировини і особливостей технологічного процесу серед борошняних кондитерських виробів виділяють печиво, крекери, галети, пряники, вафлі, тістечка, торти, кекси, рулети, ромові баби. Борошняні кондитерські вироби також поділяються за розміром (дрібноштучні, середні та великі), за умовами реалізації (штучні, вагові, фасовані за окремими видами або в наборах), способом оформлення (з оздобленням і без оздоблення поверхні). За останні роки зростає випуск виробів для задоволення потреб конкретних груп населення, а саме виробів дієтичного призначення, у тому числі з пониженим вмістом цукру, збагачених білками, вітамінами, мінеральними речовинами, іншими цінними компонентами [3].

Оскільки, борошняні кондитерські вироби посідають вагоме місце в харчовій промисловості нашої держави, характеризуються широким асортиментом, мають потужний потенціал – все це дозволяє стверджувати, що кондитерська галузь є однією із найрозвинутіших у харчовій промисловості України.

**Мета дослідження** є обґрунтування необхідності в розробці нових технологій борошняних виробів із заданими властивостями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кондитерські борошняні вироби повинні відповідати вимогам нормативних документів, бути виготовленими з високоякісної сировини із застосуванням технологій, що забезпечують випуск високоякісних продуктів, адже кондитерські вироби входять в щоденний раціон харчування і мають прямий вплив на здоров'я кожної людини. З особливою увагою треба ставитися до виробів, призначених для дитячого і дієтичного харчування.

Одним з основних завдань, що стоїть перед підприємствами харчової промисловості в даний час, є цілеспрямоване створення цивілізованого ринку продуктів лікувально-дієтичного, профілактичного і дитячого призначення, що відповідають потребам конкретних груп населення: дітей різних вікових груп; людей з різними захворюваннями; людей, що зазнають різні фізичні навантаження [4].

Підприємства виробляють вироби з пониженим вмістом сахарози, реалізовані технології виробництва вітамінізованого печива і групи виробів з бета-каротином, виробляють шоколад з додаванням природного антиоксиданту (дигідрокверцетину) і ін.

Аналіз хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів свідчить, що переважна більшість з них не відповідає вимогам нутріціології. Незбалансованість складу борошняних кондитерських виробів пов'язана з високим вмістом жирів, вуглеводів та відносно низьким — білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот, вітамінів.

Борошняні кондитерські вироби зі зміненим хімічним складом та фізичними властивостями спеціально створені для використання в профілактичному (функціональному) та лікувальному харчуванні (для окремих контингентів або професійних груп населення), відносяться до груп дієтичних продуктів. Ці продукти можуть відрізнитися вмістом білків, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, зменшеним вмістом холестерину, натрію та ін. [4; 5].

Харчова цінність борошняних кондитерських виробів функціонального або дієтичного харчування зумовлена особливостями їх складу. Направлена зміна харчової цінності борошняних виробів досягається включенням до їх рецептури корисних (бажаних) або вилученням небажаних (некорисних) компонентів. Під час створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціональних інгредієнтів (харчових волокон, білків, вітамінів антиоксидантів та ін.) і зниженню енергетичної цінності.

Калорійність борошняних кондитерських виробів висока. Оскільки вони не збалансовані за хімічним складом вони мають низьку біологічну та поживну цінність. Немає у їх складі і біологічно-активних речовин. Для виготовлення борошняних кондитерських виробів використовують борошно вищого ґатунку. До їх складу входить велика кількість жиру та цукру. Вміст вітамінів, мінеральних речовин, поліфенолів недостатній. Над створенням борошняних кондитерських виробів, що матимуть підвищену поживну та біологічну цінність та функціональні властивості працюють вчені в усьому світі.

Попит на борошняні кондитерські вироби з кожним роком зростає. І споживач, перш за все, має бути задоволений від покупки виробів, виготовлених з високоякісної сировини, що матимуть функціональні властивості, підвищену поживну та біологічну цінність. У технологіях борошняних кондитерських виробів використання натуральної рослинної сировини є перевагою. Збагачення борошняних

кондитерських виробів при використанні такої сировини відбувається за рахунок вмісту в ній вітамінів, мінералів, органічних кислот, харчових волокон та інших цінних компонентів харчування. Організм людини легко засвоює мінерали, вітаміни та білки, що містяться в натуральних продуктах, оскільки вони знаходяться в них у вигляді природних сполук. Збагачення борошняних кондитерських виробів у такий спосіб переважає над збагаченням штучними препаратами. Так, з метою підвищення харчової цінності, борошняні кондитерські вироби збагачуються білковими препаратами [5; 6].

Білки – найбільш цінні і незамінні компоненти їжі. Білки належать до основних харчових речовин, які виконують будівню функцію в організмі кожної людини. Під впливом ферментів в організмі людини білки розпадаються на амінокислоти і продукти їх розпаду. Деякі амінокислоти в організмі не синтезуються і тому повинні надходити з їжею. Білок харчової сировини, що використовують у виробництві кондитерських виробів, має різну цінність. Тому дуже важливим є постачання разом з їжею повноцінних білків, до складу яких входять всі незамінні амінокислоти, які не синтезуються в людському організмі і мають становити у середньому 12% калорійності добового раціону і поєднуватися з іншими харчовими речовинами у певних співвідношеннях.

Серед збагачувачів борошняних виробів білкові продукти переробки:

- сої – найбільш перспективні в зв'язку з компліментарністю їх амінокислотного складу порівняно з білками зернових культур. Вміст білка в
- соєвих бобах – 30–50 %. Білки сої посідають проміжну сходинку між рослинними білками та білками тваринного походження і наближаються до
- білка коров'ячого молока. Висока біологічна цінність сої зумовлена тим, що вона є багатим джерелом незамінних амінокислот, передусім лізину. Жири входять до продуктів харчування у вигляді тваринних жирів (вершкове масло, молочний та вершковий маргарини), а також молочних та яєчних продуктів і рослинних олій (соняшникова, кукурудзяна, соєва, ріпакова, оливкова) [4; 5].

Велике значення жирів пояснюється їх участю в утворенні клітинних структур, особливо мембран, і виконанням різних функцій. Жири є джерелом необхідних вітамінів та інших біологічно активних речовин. Жири – єдине джерело жиророзчинних вітамінів А і D. Одночасно жири мають високу енергетичну цінність і підвищують калорійність продуктів. Вуглеводи в багатьох харчових продуктах складають значну частину, особливо в борошняних кондитерських виробах.

Вуглеводи представлені простими цукрами та полісахаридами. Засвоюваність вуглеводів різна. Не засвоюються речовини, що входять до групи грубих харчових волокон (целюлоза тощо) і м'яких харчових волокон (пектинові речовини, камеді декстрини та ін.) Засвоювані вуглеводи мають енергетичну цінність і покривають 50–60% загальної кількості калорій.

У добовому раціоні має бути присутнім 20–25г харчових волокон, в тому числі 10 – 15г клітковини і пектину.

Вітаміни мають високу біологічну активність і беруть участь в обміні речовин, регулюють окремі біохімічні та фізіологічні процеси. Вітаміни не є пластичним матеріалом або джерелом енергії. Відомо близько 13 низькомолекулярних органічних сполук, які можуть бути віднесені до вітамінів. Розрізняють водорозчинні вітаміни (С, В1, В2, В6, В12, РР, фолацин – фолієва кислота, пантотенова кислота і біотин) та жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К.). Ряд речовин відносять до вітаміноподібних сполук (біофлавоноїди, холін, карнітин, ліпоєва, оротовая і пара-амінобензойна кислоти).



Джерелами вітамінів при виготовленні кондитерських виробів є окремі види сировини. Збереження вітамінів у готових виробках залежить від процесів технологічної обробки сировинних сумішей.

Проведений аналіз закордонних літературних джерел показав, що проблемою в харчуванні населення економічно розвинутих країн став дефіцит мікронутрієнтів. Даний дефіцит спричинено з різким зниженням енерговитрат і зміною раціону харчування, який не забезпечує революційно сформованих фізіологічних потреб у цілому ряді незамінних харчових речовин. Ця проблема існує в населення України. Особливу стурбованість викликає дефіцит мікронутрієнтів у дитячому харчуванні. Тому, ефективним способом ліквідації дефіциту мікронутрієнтів є збагачення ними харчових продуктів масового споживання до рівня, що відповідає фізіологічним проблемам людини. Кондитерські вироби є зручним об'єктом для збагачення. До того ж сировина що використовується в цій галузі, містить незначну кількість мінеральних речовин і вітамінів, які в процесі технологічної обробки руйнуються. У цьому зв'язку збагачення кондитерських виробів не тільки доцільне, але й необхідне. Кондитерські вироби – це харчові продукти, для виготовлення яких використовується приблизно 200 видів різноманітної сировини. Основною з яких являється цукор. В основному це солодкі вироби, що відрізняються приємним солодким смаком, ароматом, гарним зовнішнім виглядом і високою харчовою цінністю. Енергетична цінність їх складає 1200-2500 кДж на 100 гр. продукту [3; 5].

**Висновки і пропозиції.** Проблема забезпечення організму людини всіма необхідними нутрієнтами залишається не вирішеною. Зважаючи на це дослідження спрямовані на розроблення нових технологій виробництва борошняно-кондитерських виробів із збалансованим вмістом нутрієнтів є досить актуальним.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гирич С.В., Софіна О.Ю., Савлук О.А. Сучасні тенденції виробництва борошняних кондитерських виробів. *Матеріали міжвузівської студентської науково-практичної конференції*. Вінниця : ВТЕК КНТЕУ, ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2019, 108 с.
2. Скуріхін І.М. Хімічний склад харчових продуктів: Книга 1: Довідні таблиці вмісту харчових речовин і енергетичної цінності харчових продуктів. / І. М. Скуріхін, М.Н. Волгарьова, переробив і доп. / М. : ВО «Агропромздат», 1987, 224 с.
3. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. К.: Центр учбової літератури, 2009. 331 с.
4. Сирохман І. В., Лебединець В. Т. Асортимент і якість кондитерських виробів. К. : Центр учбової літератури, 2009. 636 с.
5. Дорохович А. М., Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : навч. посіб. / за ред. проф. А.М. Дорохович і проф. В.М. Ковбаси. К.: Фірма «ІНКОС», 2015. 632 с.
6. Чурсіна Л.А., Богданова О.Ф., Ляліна Н.П., Резвих Н.І.; Товарознавство і стандартизація продукції безнаркотичної коноплі: Монографія / за заг. ред. Л.А. Чурсіної. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2012, 308 с.

**REFERENCES:**

1. Gyrych S.V., Sofina O.Y., Savluk O.A. (2019). Suchasni tendentsiyi vyrobnytstva boroshnyanykh kondyters'kykh vyrobiv [Modern trends in the production of flour confectionery products]. *Materialy mizhvuzivs'koyi student-s'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. Materials of the interuniversity student scientific and practical conference.* 108 [In Ukrainian].
2. Skurihin I.M. (1987) *Khimichnyy sklad kharchovykh produktiv: Knyha 1: Dovidni tablytsi vmistu kharchovykh rehovyn i enerhetychnoyi tsinnosti kharchovykh produktiv.* [Chemical composition of food products: Book 1: Reference tables of the content of food substances and energy value of food products]. Moscow: VO "Agropromizdat" [in Russian]
3. Sirohman I.V. (2009) *Tovaroznavstvo kharchovykh produktiv funktsional'noho pryznachennya* [Merchandising of functional food products] K.: Fond ekonomicheskoy knigi. [in Ukraine].
4. Sirohman I.V., Lebedinets V.T. (2009) *Asortyment i yakist' kondyters'kykh vyrobiv.* [Assortment and quality of confectionery products]. K.: Fond ekonomicheskoy knigi. (in Ukraine).
5. Dorohovich A.M. (2015) *Tekhnolohiya ta laboratornyy praktykum kondyters'kykh vyrobiv i kharchovykh kontsentrativ* [Technology and laboratory practice of confectionery and food concentrates]. K.: Fond ekonomicheskoy knigi. (in Ukraine).
6. Chursina L.A., Bogdunova O.F., Lulina N.P., Rezvykh N.I. (2012) *Tovarovedeniye i standartizatsiya produktsii beznarkoticheskoy konopli: Monografiya* [Commodity science and standardization of narcotic cannabis products: Monograph]. Kherson : PP Vishemirsky V.S.

УДК 664.34

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.11>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕНЗИМІВ НА СТУПІНЬ ОБРОБКИ СОНЯШНИКОВОГО ФУЗУ

**Ряполова І. О.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-7672-6639  
Scopus-Author ID: 57207853973

**Остапчук А. А.** – здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня  
біолого-технологічного факультету  
Херсонського державного аграрно-економічного університету.  
ORCID ID: 0000-0002-7722-5692

Стаття присвячена висвітленню особливостей роботи ферментативних препаратів у олійно-жировій сфері для проведення обробки побічного продукту переробки олії – фузу; для визначення можливості збільшення виходу кінцевого продукту та зменшення кількості промислових відходів. Ферменти дуже різноманітні за своїми властивостями, що дає змогу ситуативно підбирати комплекс препаратів виходячи із параметрів вхідної сировини, майже або зовсім не змінюючи хід технологічної обробки.

Вивчення питання використання ензимів у харчових технологіях дозволило прийти до висновку про широке застосування ферментативних препаратів у багатьох сферах харчової промисловості, однак їх додавання при переробці рослинної олії для підприємств України ще не має широкого впровадження і знаходиться на достатньо низькому рівні. Використання ензимів може дозволити значно спростити технологію віджиму побічних продуктів та забезпечити біологічно-безпечну технологію обробки. Ферменти обираються виходячи із вхідних параметрів сировини і вони здатні значно покращити хімічні показники вихідної олії. Ферментативний метод також контролює кількість фосфоліпідів в готовій продукції, що дуже важливо при виготовленні і харчової, і технічної олії.

В даній роботі наведено приклад обробки соняшникового фузу фосфоліпазами групи А1, А2 та їх одночасного використання для порівняння виходу олії та кінцевих показників у продукті. Отримані результати свідчать про доцільність одночасного використання фосфоліпаз групи А1, А2 та перспективність технологічної обробки для виготовлення рослинної олії. Використання ензимів для переробки олії є економічно вигідним рішенням, яке значно збільшує вихід готового продукту, забезпечує оптимальні фізико-хімічні показники, спрощує умови та хід гідратації олії. Ферменти можуть стати важливою частиною технологічної обробки вторинних продуктів, що дозволить значно збільшити вихід олії та мінімізувати кількість відходів.

**Ключові слова:** ферменти, ензими, рослинна олія, фуз, харчові технології, фосфоліпази.

### **Ryapolova I. O., Ostapchuk A. A. Study of the influence of enzymes on the processing stage of sunflower oil**

The article is devoted to highlighting the peculiarities of the work of enzymatic preparations in the oil-fat sector for the treatment of the by-product of oil processing – fuzz, to determine the possibility of increasing the yield of the final product and reducing the amount of industrial waste. Enzymes are very diverse in their properties, which makes it possible to situationally select a complex of drugs based on the parameters of the input raw materials, almost or not at all changing the course of technological processing.

The study of the issue of the use of enzymes in food technology allowed us to come to the conclusion about the widespread use of enzymatic preparations in many areas of the food industry; however, their addition during the processing of vegetable oil for Ukrainian enterprises has not yet been widely implemented and is at a sufficiently low level. The use of enzymes can significantly simplify the technology of pressing by-products and provide a biologically safe processing technology. Enzymes are selected based on the input parameters of raw materials and they are

able to significantly improve the chemical parameters of the starting oil. The enzymatic method also controls the amount of phospholipids in the finished product, which is very important in the production of both edible and technical oil.

*This paper provides an example of processing sunflower fuzz with phospholipases of group A1, A2 and their simultaneous use to compare oil yield and final parameters in the product. The obtained results indicate the expediency of the simultaneous use of phospholipases of groups A1 and A2 and the prospects of technological processing for the production of vegetable oil. The use of enzymes for oil processing is an economically beneficial solution that significantly increases the yield of the finished product, provides optimal physicochemical parameters, and simplifies the conditions and process of oil hydration. Enzymes can become an important part of the technological treatment of secondary products, which will allow to significantly increase the yield of oil and minimize the amount of waste.*

**Key words:** *enzymes, enzymes, vegetable oil, fuzz, food technologies, phospholipases.*

**Вступ.** Ферменти, або ензими – це біологічні каталізатори білкової природи, які синтезуються в клітинах живих організмів, прискорюють і координують біохімічні реакції, що регулюють обмін речовин. Вони широко застосовуються у різних сферах харчових технологій, а також у фармацевтиці та медицині. Використання ферментів значно оптимізує технологічні процеси виготовлення харчових продуктів, забезпечуючи спрощений та більш економічно вигідний технологічний результат.

Згідно даних прес-служби Асоціації «Укроліяпром» [1], за сезон з 2021 по 2022 рік підприємствами України було вироблено 5 мільйонів тонн соняшникової олії на внутрішній та зовнішній ринок. У 2021 році експорт олійно-жирової продукції з України становив 12,6% від загального експорту товарів та 31% від експортованої продукції сільського господарства. Не дивлячись на високий виробничий потенціал, аналітики «Укроліяпром» зазначають, що олійноекстраційні заводи України завантажені лише на 50 %.

Зазначені данні вказують на надзвичайну актуальність олійно-жирової сфери для загального економічного та виробничого стану держави. Використання ферментативних препаратів може дозволити спростити технологію віджиму олії та зменшити кількість відходів, що дозволить задіяти у процесі виробництва олійної продукції більшу кількість підприємств.

**Постановка проблеми.** В залежності від сфери застосування і бажаних результатів технологічного процесу використовують різні ензими. Деякі розм'якшують волокна в плодах та фруктах при виготовленні соків, інші – прискорюють визрівання тіста тощо.

Такі технології за останні п'ять років стали звичними, або навіть очевидними для підприємств. Наприклад, у вищезазначеній технології використання ферментів у сокових напоях, використання ферментів у виготовленні яблучного соку підвищує вихід готової продукції на 25-35%, що, враховуючи відносну невелику ціну на фермент, дозволило широко розповсюдити дану методику.

Попри це, досить незвичним для підприємств України є використання технології переробки рослинної олії та тваринних жирів за допомогою ферментів. Одним із найбільш розповсюдженим продуктом переробки олійно-екстраційних підприємств є фуз, і зменшення його кількості лінійно впливає на вихід харчової олії та економічну зацікавленість виробників. Тому, досить перспективним напрямом вважається дослідження з ферментативної обробки залишку після первинного віджиму соняшникової олії – фузу.

**Мета роботи.** Дослідження направлені на вивчення можливості використання ферментів фосфоліпази A1 та A2 та їх комбінації для обробки продукту переробки рослинної олії – фузу в умовах підприємства Товариство з обмеженою

відповідальність «Науково-виробниче підприємство «Текоіл». За параметри визначення якості олії після обробки буде взято кінцеве кислотне число, отримане титруванням згідно загальної методики визначення кислотного числа ліпідів, органолептичні показники (колір, запах, прозорість) та вихід олії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Науковці із кафедри біології і хімії Державного університету Марінга, Бразилія, проводили дослідження щодо застосування ферментативних препаратів у соняшниковій олії. Дослідники особливо акцентували увагу на екологічності даної технології та потенційне зниження собівартості продукту після обробки. Вони дійшли до висновку, що в деяких випадках ферментативна обробка не тільки підвищує вихід продукту, а й покращує хімічні показники субстрату (в тому числі кислотне число та кількість фосфоліпідів) [2].

Також, А.О. Черства [3] експериментально довела продуктивність впровадження у технологію пресування ріпакової олії, стадії ферментативної обробки. У своїй роботі вона дійшла до висновку, що використання ферментів протилітичної та целюлозолітичної дії при попередній обробці ріпакової м'ятки значно збільшує кількість розкритих клітин і покращує вихід готового продукту.

Дослідники із Національного університету харчових технологій у Києві займалися вивченням технології пресування гарбузового насіння і зазначили, що попередня ферментативна обробка гарбузової м'ятки зберігає корисність кінцевого продукту, майже не змінюючи його хімічні показники (окрім значного підвищення вмісту токоферолів на 68%), а вихід збільшується у діапазоні від 1,9 до 10,7% [4].

Одним із основних параметрів для готової до вживання олії є кислотне число – кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH), яка необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 грамі жиру. Згідно дослідів науковців, ферментативна обробка показує гарні результати щодо значень кислотного числа у готовій продукції. В таблиці 1 наведені параметри кислотного числа, які отримані при ферментативній та при хімічній рафінації іншими дослідниками [5].

Таблиця 1

**Зміна кислотного числа олії після рафінації при використанні хімічних реагентів та ферментів**

Сировина	Вхідне КЧ, мг	КЧ, мг при хімічній рафінації	КЧ, мг при ензимній рафінації
Соняшник	3,2	0,1-0,2	>0,01
Соя	4,2	0,2-0,3	>0,02
Ріпак	5,2	0,05-0,2	>0,01

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як відомо, за проходження гідратації в олії відповідають ферменти групи гідролаз та трансфераз, а саме фосфоліпази А1 та А2. Тому, ці групи ферментів були обрані для дослідження ефективності переробки відходів соняшникової олії.

При технологічній обробці ферментами рослинної олії та тваринних жирів необхідно враховувати специфічність певних ензимів – тобто який тип реакції він здійснює та на яку саме речовину (або групу речовин схожої структури) діє.

Ф.Ф. Гладкий, С.В. Волошенко [6], вважають, що обрати певний ферментативний препарат можна виходячи з таких параметрів:

1) Залишкова кількість фосфоліпідів (масова частка фосфоровмісних речовин має складати щонайменше 0,1% за стеаролеолецитином).

2) Найбільш продуктивне зменшення промислових відходів при переробці олії під час гідратації.

3) Специфічність певного ферменту (ензим в технологічному процесі мас каталізувати розщеплення наявної в досліджуваній олії групи фосфоліпідів).

4) Активність ферменту (швидкість та продуктивність розщеплення фосфоліпідів).

5) Регенерація (можливість використання ферменту декілька разів).

6) Доступність (ціна та наявність на території України).

Для кожного ензиму притаманні ліміти технологічних параметрів, за яких препарат показує оптимальний результат. До таких параметрів відносяться:

– Робоча температура – оптимальні показники температури, за яких ензим діє. Якщо обробка проводиться при недостатній температурі, фермент не активується, тобто не вступає в реакцію гідратації. При перевищенні робочої температури фермент денатурується.

– Дозування – перевищення оптимальної кількості ферменту може в деяких випадках прискорити виробничий процес, проте підвищити економічні витрати на сировину за рахунок ціни ферментного препарату.

– Кількість води, яку необхідно додати для проходження реакції гідратації.

– Час обробки.

– рН сировини.

Ферментативний метод також контролює кількість фосфоліпідів в готовій продукції, що дуже важливо при виготовленні і харчової, і технічної олії. До того ж використання ферментів дає змогу використовувати м'які режими пресування – при значно нижчих температурах та атмосферному тиску, що суттєво зменшує виробничі витрати [7]. Використання для проведення рафінації активних ферментів-фосфоліпаз дає можливість зменшити витрати води на процес, а також зменшити відходи олії при вилученні фосфоліпідів.

На підприємстві використання ферментативних препаратів не потребує особливого обладнання. Головне під час роботи з ензимами враховувати необхідні певному ферменту температури та рН середовища, для оптимального проходження реакції розщеплення. Тобто введення методики ферментативної обробки не тягне за собою суттєву перебудову виробничої лінії [8; 9; 10].

У нашому дослідженні для переробки соняшникового фузу в умовах виробничої лабораторії ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Текоіл» були використані зразки ферментного препарату типу фосфоліпази А1 і А2 та їх суміш у рівній пропорції, надані лабораторією по переробці технічної рослинної олії.

За робочі параметри кожного зразка обирали середній показник, вказаний підприємством-виробником препарату, враховуючи оптимальні параметри дії ферменту: рН, температуру, рекомендоване дозування, необхідну кількість води та час обробки (табл. 2).

Таблиця 2

### Оптимальні параметри дії обраних ферментів

Оптимальний показник дії ферменту	Ферментні препарати	
	Фосфоліпаза А1	Фосфоліпаза А2
рН	5.5-5.9	5.5-5.9
Температура, °С	65-75	45-55
Дозування, г/л	0,03-0,8	0,03-0,8
Кількість води, %	1,5-2,5	1,5-2,5
Час обробки, годин	4-5	4-5

Фосфоліпаза А1 – щільна, темно-коричневого забарвлення рідина з різким ароматом. Фосфоліпаза А2 має рідку консистенцію, коричневе забарвлення та специфічний аромат.

Об'єктом дослідження є побічний продукт переробки соняшникової олії – фузу. Параметри сировини: кислотне число наближене до 1, вологість 0,6%, коричневе забарвлення, консистенція текуча, рідина непрозора, аромат притаманний насінню, присмний.

Для обробки ферментними препаратами ми використовували магнітну мішалку з функцією нагрівання. Три наважки масою по 450 г заливали у термостійкі лабораторні стакани і вносили магніт для перемішування. В кожному стакані вносили 3 грами води та додавали 0,2 грами ферменту. У перший дослідний зразок (зразок № 1) – фермент групи А1, у другий дослідний зразок (зразок № 2) – фермент групи А2, у третій (зразок № 3) – суміш двох ферментів у пропорції 1:1. Зазначені зразки нагрівали з постійним перемішуванням до рекомендованої виробником температури і обробляли 2 години. Зразок № 3 спочатку нагрівали до температури 50°C, обробляючи 1 годину, а потім витримували температуру 70°C протягом ще однієї години. Після закінчення обробки залишили всі зразки в термостаті на 4 години для відділення осаду. Після закінчення дії препаратів, визначили органолептичні показники, кислотне число та вихід олії з вторинного продукту – фузу (табл. 3).

Таблиця 3

#### Результати обробки дослідних зразків соняшникової олії фузу ферментами

Дослідні зразки	Показники				
	кислотне число	колір	запах	прозорість	вихід олії, %
Зразок № 1	>	коричневий	притаманний	непрозорий	65,0
Зразок № 2	>	коричневий	притаманний	прозорий	71,0
Зразок № 3	>	світло-коричневий	притаманний	прозорий	75,5

Як видно з даних таблиці, найкращий результат показало використання обох ферментів одночасно, вихід олії склав 75,5%, що перевищує перший зразок на 14%, а другий на 6%. Також, при використанні ферментів у другому і третьому зразку було зафіксовано покращення прозорості продукту, а в третьому досліді також незначне освітлення олії після відстоювання.

Отже, застосовуючи комбінацію фосфоліпази А1 та А2 у рівних пропорціях для обробки продукту переробки соняшникової олії – фузу в умовах підприємства ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Текоїл», підприємство може отримати більший вихід якісної сировини, підвищити кількість готового продукту та значно зменшити вторинні відходи.

**Висновки.** На даний момент застосування ферментів у технологічному процесі виготовлення олії ще не знаходить широкого застосування на переробних підприємствах в Україні. Ферменти дуже різноманітні за своїми властивостями, що дає змогу ситуативно підбирати комплекс препаратів виходячи із параметрів вхідної сировини, майже, або зовсім не змінюючи хід технологічної обробки. Використання ензимів для переробки олії є економічно вигідним рішенням, яке значно збільшує вихід готового продукту, забезпечує оптимальні фізико-хімічні показники, спрощує умови та хід гідратації олії.

Також, ферментні препарати можуть стати важливою частиною технологічної обробки вторинних продуктів, що дозволить значно збільшити вихід олії та мінімізувати кількість відходів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Частка України у світовому виробництві олії скоротиться до 21 відсотка. Видання Bizagro. 2022. URL: <https://bizagro.com.ua/chastka-ukrayini-u-svitovomu-virobnitstvi-ta-eksporti-oliyi-u-2022-23-marketingovomu-rotsi-skorotitsya-do-21-i-35-vidsotkiv-vidpovidno-usda/> (дата звернення 23 жовтня 2022).
2. Suellen A. O. Ribeiro, Antonio E. Nicacio, Ana B. Zanqui. Application of Enzymes in Sunflower Oil Extraction: Antioxidant Capacity and Lipophilic Bioactive Composition. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. № 5. 2016. С. 835-839.
3. Черства А.О. Удосконалення технології пресового вилучення ріпакової олії з використанням ферментних препаратів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів» НУХТ: К., 2018. 18 с.
4. Вовк Г.О., Носенко Т.Т. Вплив попередньої ферментативної обробки гарбузового насіння на вихід пресової олії та її хімічний склад «Якість і безпека харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення»: матеріали конференції присвячена 80-річчю Заслуженого діяча науки і техніки України, д.т.н., професора Львівського торговельно-економічного університету І.В. Сирохмана 2020. Київ : НУХТ, 2020. С. 207-209.
5. Гладкий Ф.Ф., Волошенко С.В. Можливість проведення реакції гідратації фосфоліпідів олій з використанням ферментного препарату фосфоліпази С. *Вісник національного технічного університету «ХПІ»*. Харків : НТУ «ХПІ». 2011. № 34. С. 32-37.
6. Гладкий Ф.Ф., Волошенко С.В. Нова ферментна технологія гідратації олій. Критерії вибору ферментних препаратів «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, оліє жирової та молочної галузей»: Міжнародна науково-технічна конференція 22–23 березня 2012 р. Київ : НУХТ, 2012. С. 82.
7. Волошенко С.В. Застосування ферментів класів гідролаз та ацилтрансфераз в технології гідратації олії *Технологический аудит и резервы производства*. 2012. № 3/2(5). С.11-12.
8. Носенко Т.Т., Жупанова Д.О. Огляд технології ферментативного рафінування рослинних олій. «Підвищення ефективності діяльності підприємств харчової та переробної галузей АПК» матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 2020 р. Київ : НУХТ, 2020. С. 53-54.
9. Гладкий Ф.Ф., Богодіст-Тимофєєва О.Ю. Модифікування фосфатидного концентрату за допомогою ферменту. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Харків : НТУ «ХПІ». 2002. № 9, т. 2. С. 35-38.
10. Демидова А.О., Гладкий Ф.Ф., Березка Т.О. Сучасні способи гідратування рослинних олій: аналітичний огляд. *Innov Biosyst Bioeng*. 2021. № 5(2). С. 105–116.

### REFERENCES:

1. Chastka Ukrainy u svitovomu vyrobnytstvi oliyi skorotytsya do 21 vidsotka. Vydannya Bizagro 2022 [Ukraine's share in world oil production will decrease to 21 percent. Bizagro 2022 edition] Retrieved from URL: <https://bizagro.com.ua/chastka-ukrayini-u-svitovomu-virobnitstvi-ta-eksporti-oliyi-u-2022-23-marketingovomu-rotsi-skorotitsya-do-21-i-35-vidsotkiv-vidpovidno-usda/> (data zvernennya 23 zhovtynya 2022) [in Ukrainian].
2. Suellen A. O. Ribeiro, Antonio E. Nicacio, Ana B. Zanqui (2016) Application of Enzymes in Sunflower Oil Extraction: Antioxidant Capacity and Lipophilic Bioactive Composition. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 5, 835-839 [in Brazil].



3. Cherstva A.O. (2018) Udoskonalennya tekhnolohiyi presovoho vyluchennya ripakovoyi oliyi z vykorystannyam fermentnykh preparativ [Improvement of the technology of press extraction of rapeseed oil using enzyme preparations] Extended abstract of candidate's thesis NUHT [in Ukrainian].

4. Vovk H.O., Nosenko T.T. (2020) Vplyv poperedn'oyi fermentatyvnoyi obrobky harbuzovoho nasinnya na vykhid presovoyi oliyi ta yiyi khimichnyy sklad [The effect of pre-enzymatic treatment of pumpkin seeds on the yield of pressed oil and its chemical composition] «*Yakist' i bezpechnist' kharchovoyi produktsiyi i syrovyny – problemy s'ohodennya*»: *materialy konferentsiyi prysvyachena 80-richchyu Zasluzhenoho diyacha nauky i tekhniky Ukrainy, d.t.n., profesora L'vivs'koho torhovel'no-ekonomichnoho universytetu I.V. Syrokhmana* (2020 r. m. Kyiv: NUKHT) 207-209. [Quality and safety of food products and raw materials – today's problems": materials of the conference dedicated to the 80th anniversary of the Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor Lvivsky trade – University of Economics I.V. Syrokhman 2020 m. Kyiv: NUHT], 207-209 [in Ukrainian].

5. Hladkyy F.F., Voloshenko S.V. (2011) Mozhyvist' provedennya reaktsiyi hidratatsiyi fosfolipidiv oliy z vykorystannyam fermentnoho preparatu fosfolipazy S [The possibility of conducting the hydration reaction of phospholipids of oils using the enzyme preparation phospholipase S] *Visnyk natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KHPI»*. Kharkiv: NTU «KHPI» [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Kharkiv: NTU "KhPI"] no 34, 32-37 [in Ukrainian].

6. Hladkyy F.F., Voloshenko S.V. (2012) Nova fermentna tekhnolohiya hidratatsiyi oliy. Kryteriyi vyboru fermentnykh preparativ [New enzyme technology of oil hydration. Criteria for the selection of enzyme preparations] *Tekhnichni nauky: stan, dosyahnennya i perspektyvy rozvytku m"yasnoyi, oliye zhyrovoyi ta molochnoyi haluzey: Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya* (22–23 bereznya 2012 r. Kyiv : NUKHT). 82 [Technical sciences: state, achievements and development prospects of the meat, oil, fat and dairy industries (march 22-23, 2012. Kyiv: NUHT)], 82 [in Ukrainian].

7. Voloshenko S.V. (2012) Zastosuvannya fermentiv klasiv hidrolaz ta atsyltransferaz v tekhnolohiyi hidratatsiyi oliyi [Application of hydrolase and acyltransferase enzymes in oil hydration technology] *Tekhnolohycheskyy audyt y rezervy proyzvodstva* [Technological audit and production reserves] no 3/2(5), 11-12 [in Ukrainian].

8. Nosenko T.T, Zhupanova D.O. (2020) Ohlyad tekhnolohiyi fermentatyvnoho rafinuvannya roslynnykh oily [Overview of the technology of enzymatic refining of vegetable oils] *Pidvyshchennya efektyvnosti diyal'nosti pidpryyemstv kharchovoyi ta pererobnoyi haluzey APK» materialy Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi* (2020 r. m. Kyiv: NUKHT), 53-54. [Increasing the efficiency of the activities of enterprises of the food and processing sectors of the agro-industrial complex" materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference of (2020. Kyiv : NUHT)], 53-54 [in Ukrainian].

9. Hladkyy F.F., Bohodist-Tymofeyeva O.YU. (2002) Modyfikuvannya fosfatydnoho kontsentratu za dopomohoyu fermentu [Modification of phosphatide concentrate using an enzyme] *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «Kharkivs'kyy politekhnichnyy instytut»*. Kharkiv: NTU «KHPI» [Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Kharkiv: NTU "KhPI"] no 9 (2), 35-38 [in Ukrainian].

10. Demydova A.O., Hladkyy F.F., Berezka T.O. (2021) Suchasni sposoby hidratuvannya roslynnykh oliy: analitychnyy ohlyad [Modern methods of hydration of vegetable oils: an analytical review] *Innov Biosyst Bioeng* [Innov Biosyst Bioeng], no 5(2), 105–116 [in Ukrainian].

УДК 663:[637.142+634.74+635.72]  
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.12>

## ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА СЛАБОАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

**Сорокіна С. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-2137-5077

**Колесник В. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-3178-9801

**Полупан В. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-3705-1616

**Акмен В. О.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0001-5938-6161

**Пенкіна Н. М.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-0125-4275

*Робота присвячена актуальним питанням використання молочної сироватки, пере-робці якої, в Україні, стало приділятися менше уваги, для покращення якості таких товарів, як слабоалкогольні напої. З метою задоволення підвищених вимог споживачів до алкогольної продукції та акцентом на інноваційних рецептурах слабоалкогольних напоїв, проведено дослідження технологічних параметрів виробництва даної продукції та запропоновано введення суміші цукрово-сироваткового концентрату. Визначено раціональне співвідношення компонентів цього концентрату та хімічний склад, що є найбільш збалансованим, для введення. Рослинну сировину, для алкогольних напоїв, підібрано виходячи з її фармакопейних властивостей, економічних та органіолетичних характеристик, а також наявністю властивостей щодо знижування токсичного ефекту напою.*

*Розроблено рецептуру слабоалкогольних напоїв шляхом використання концентрату молочної сироватки згущеної з цукром з додаванням морсів спиртових з ягід та водних настоїв з рослинної сировини. Представлено спосіб їх виробництва відповідно до класичних технологічних схем. Проведено порівняльну оцінку хімічного складу цукрово-сироваткового концентрату зі зразком молока згущеного з цукром. Визначено хімічний склад розроблених напоїв, що дозволило говорити про перехід, у новий продукт, амінокислот з сироваткових білків та гістидину і проліну з плодів калини, а також про підвищення вмісту органічних кислот, низки зольних елементів та наявність вітаміну С і  $\beta$ -каротину. Зазначений спосіб виробництва може розглядатись як ресурсозберігаючий, а нові слабоалкогольні напої мають перспективи попиту на ринку алкогольної продукції. Впровадження зазначеної технології дозволить розширити існуючий асортимент, задовольнити споживчі вимоги щодо високої якості, підвищити конкурентоспроможність підприємства.*

**Ключові слова:** слабоалкогольні напої, сироватка молочно, морс спиртовий, настій.

**Sorokina S. V., Kolesnyk V. V., Polupan V. V., Akmen V. O., Penkina N. M. Use of non-traditional raw materials during the production of low-alcoholic beverages**

*The work is devoted to the topical issues of using whey to improve the quality of products from the category of low-alcohol drinks. The processing of which, in Ukraine, has been paid less attention. In order to meet the increased requirements of consumers for alcoholic beverages and focus on innovative formulations of low-alcohol beverages, a study of the technological parameters of the production of these products was carried out and the introduction of a condensed mixture of sugar whey concentrate was proposed. The rational ratio of the components of this concentrate and the chemical composition, which is the most balanced, for the introduction is determined. Plant raw materials for alcoholic drinks were selected based on their pharmacopoeial properties, economic and organoleptic characteristics, as well as the presence of properties to reduce the toxic effect of the drink.*

*The recipe of low-alcohol drinks made on the basis of concentrate of milk whey condensed with sugar with the addition of alcoholic fruit drinks from berries and water infusions from vegetable raw materials is developed. The method of their production according to classical technological schemes is presented. A comparative evaluation of the chemical composition of sugar whey concentrate with a sample of condensed milk with sugar was carried out. The chemical composition of the developed drinks was determined, which allowed us to talk about the transition of amino acids from whey proteins and histidine and proline from viburnum fruits into a new product, as well as an increase in the content of organic acids, a number of ash elements and the presence of vitamin C and  $\beta$ -carotene. The mentioned method of production can be considered as resource-saving, and new low-alcohol drinks have prospects of demand in the market of alcoholic products. The introduction of the mentioned technology will allow to expand the existing range, satisfy consumer demands for high quality, and increase the competitiveness of the enterprise.*

**Key words:** low-alcohol drinks, whey, alcohol fruit drink, infusion.

**Вступ.** Вимоги споживачів останнім часом стають більш жорсткими стосовно сенсорного сприйняття слабоалкогольних напоїв. В умовах сьогодення слабоалкогольні напої належать до товарів, які найбільш часто фальсифікуються. Зниження якості досягається за рахунок внесення добавок, не передбачених рецептурою, а саме шляхом заміни натуральної сировини синтетичними ароматизаторами, підсолоджувачами та фарбуючими речовинами [1, 2]. Удосконалення технології, раціональне використання альтернативної вихідної сировини під час виробництва є важливими процесами для покращення якості. Тому, слід звернути увагу саме на використання у рецептурі нетрадиційної (вторинної) сировини, яка буде сприяти покращенню якості готового продукту та розширювати асортимент відповідної товарної групи.

Розробка інноваційних рецептур слабоалкогольних напоїв, на основі вторинної сировини, і їх виробництво у промислових масштабах, є перспективним напрямом розвитку харчової індустрії. Питання переробки сироватки, як цінної молочно-білкової сировини, займає одне з основних місць в молочної промисловості розвинених країн світу і в Україні [3-7].

Разом з цим, на сьогодні, переробці вторинної молочної сировини у промисловості, зокрема у лікєро-горіллячній, приділяється недостатньо уваги, незважаючи на те, що сироватка є цінним продуктом і потенціал її використання не вичерпано.

Користь молочної сироватки обумовлена тим, що наразі це один з найдешевших і найдоступніший видів сировини, який містить близько половини сухої речовини молока і є повноцінною молочною сировиною [8]. Незважаючи на ці факти і наявність безлічі розроблених технологій переробки, споживання молочної сироватки в останні роки не збільшилося.

Харчова цінність і біологічні властивості дають можливість використовувати молочну сироватку безпосередньо або після попередньої обробки [9]. Одним із шляхів використання може стати організація виробництва слабоалкогольних напоїв на основі концентрату молочної сироватки згущеної з цукром. Вивчення

асортименту і технології виробництва слабоалкогольних напоїв з використанням молочної сироватки показало, що асортимент незначний і не відповідає сучасним вимогам науки про харчування [10]. У зв'язку з цим, проблема виробництва нових продуктів на основі сироватки є актуальною і потребує вирішення.

**Мета роботи.** Виходячи з аналітичного огляду, метою даної роботи було наукове обґрунтування використання нетрадиційної сировини під час виробництва слабоалкогольних напоїв.

Об'єктами досліджень були цукрово-сироватковий концентрат, згущене знежирене молоко з цукром, нові слабоалкогольні напої «Горобина чорноплідна», «Калина червона». Хімічний склад визначали за методиками, регламентованими за Технологічним регламентом на виробництво горілок і лікєро-горілочаних напоїв та у ДСТУ 4258:2003 [11-13].

**Результати дослідень.** Попередньо, доводячи можливість використання цукрово-сироваткового концентрату для виробництва слабоалкогольних напоїв, були змодельовані різні варіанти, оскільки сучасні погляди на харчові продукти можуть мати розвиток лише на базі розробки науково-теоретичних основ створення математичних моделей складу і якості продуктів з метою управління процесами їх формування на різних етапах їх життєвого циклу.

Для визначення раціональних співвідношень молочної сироватки та цукру із метою досягнення відповідного рівня якості концентрату, необхідно обґрунтувати оптимальну комбінацію. Із метою зменшення числа дослідів як план експерименту було вибрано оптимальний насичений план який складається з 6 експериментів. Цей план не передбачає перевірку всіх комбінацій вхідних величин, як у плані повного факторного експерименту, але він за точністю відтворення математичної моделі наближається до нього. Визначення сукупностей вхідних величин, здійснюється за допомогою програми оптимізації Maximize пакета MathCAD. Встановлено, що з усіх варіантів суміші сироватки і цукру найбільш придатним є співвідношення 90% сироватки і 10% цукру.

Для отримання цукрово-сироваткового концентрату вихідну суміш необхідно декілька разів сконденсувати, встановлюючи ступінь згущення. При цьому, виходили з теоретичних передумов, що цукор має консервуючі властивості тільки в тому випадку, якщо його вміст в продукті перевищує 63%. Згідно з літературними даними, саме при зазначеній концентрації цукрів, осмотичний тиск в системі досягає рівня, при якому мікрофлора припиняє свою життєдіяльність, а тому не розмножується. З огляду на те, що при зазначеному співвідношенні цукру і сироватки в суміші загальна кількість цукрів становить 13...14%, ступінь згущення повинна бути кратна 5, тобто згущення суміші призводить до концентрації сухих речовин 76...77%.

Склад і властивості цукрово-сироваткового концентрату обумовлені видом та хімічним складом вихідної сировини, а також апаратним оформленням процесу [14]. Різні види молочної сировини відрізняються за вмістом лактози, білків, пептидів, амінокислот, вітамінів, тому є різною за хімічним та мінеральним складом сировиною [6-8]. Актуальним стає дослідження та порівняльна характеристика хімічного складу цукрово-сироваткового концентрату, отриманого шляхом згущення цукрово-сироваткової суміші і хімічного складу згущеного знежиреного молока з цукром (табл. 1).

Як видно з даних табл. 1, цукрово-сироватковий концентрат за своїм складом практично ідентичний такому виду молочних концентратів, як згущене знежирене молоко з цукром. Вміст сухих речовин, в т.ч. і загальна кількість цукрів,

Таблиця 1

**Хімічний склад цукрово-сироваткового концентрату та згущеного знежиреного молока з цукром**

$p \geq 0,95, n=5$

Продукт	Вода	Сухі речовини	Білок	Жир	Лактоза	Цукор
Цукрово-сироватковий концентрат	23,5	76,5	4,5	0,9	15,7	50,0
Згущене знежирене молоко з цукром	27,7	72,3	11,0	0,5	14,5	44,0

цукрово-сироваткового концентрату більше, ніж в згущеному знежиреному молоці: сухої речовини на 4,2%; цукрів на 7,2%, а вологість нижче на 4,2% і становить 23,5%.

У зв'язку з тим, що вітчизняна промисловість не виробляє слабоалкогольні напої з використанням нетрадиційної сировини, спираючись на проведені дослідження і попередньо набутий досвід, у якості такої сировини було обрано згущену молочну сироватку (з під сиру кисломолочного) з цукром (цукрово-сироватковий концентрат), морси спиртові з горобини чорноплідної та калини червоної, водний настій меліси лікувальної та м'яти перцевої. Рослинну сировину підібрано таким чином, щоб вона мала відповідні фармакопейні властивості, була легкодоступна та економічно не затратна, мала гармонійний смак та аромат, приємний для сприйняття колір, а також знижувала токсичний ефект під час вживання готового напою.

Виходячі з даних попередніх досліджень, було розроблено рецептурний склад двох видів слабоалкогольних напоїв «Горобина чорноплідна» та «Калина червона», який наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Рецептурний склад слабоалкогольних напоїв, купаж на 10 дал**

Компонент	Одиниця вимірювання	Кількість
Слабоалкогольний напій «Горобина чорноплідна»		
Вода питна підготовлена	дм <sup>3</sup>	Вода питна підготовлена з розрахунку на міцність купажу 8,0%
Цукрово-сироватковий концентрат	дм <sup>3</sup>	5,0
Морс спиртовий із горобини чорноплідної	дм <sup>3</sup>	32,0
Настій водний меліси лікувальної	дм <sup>3</sup>	5,0
Слабоалкогольний напій «Калина червона»		
Вода питна підготовлена	дм <sup>3</sup>	Вода питна підготовлена з розрахунку на міцність купажу 8,0%
Цукрово-сироватковий концентрат	дм <sup>3</sup>	5,0
Морс спиртовий із калини червоної	дм <sup>3</sup>	32,0
Настій водний м'яти перцевої	дм <sup>3</sup>	5,0

Напої були вироблені за класичними технологічними схемами. Попередня підготовка рослинних компонентів відбувалася за таким алгоритмом: усі зразки підготовлені, відібрані, подрібнені згідно з вимогами «Технологічної інструкції з лікєро-горілчаного виробництва» [15], трави подрібнювали за допомогою траворізки до розміру часток 15...20 мм, горобину чорноплідну та калину червону для приготування морсів – до розриву шкірки. Параметри настоювання вибирали згідно з «Технологічним регламентом на виробництво горілок і лікєро-горілчаних напоїв» [12].

Спосіб виробництва напоїв наступний: в ємність з водою підготовленою вносили цукрово-сироватковий концентрат, морс спиртовий із ягід калини червоної чи горобини чорноплідної, водний настій меліси лікувальної чи м'яти перцевої, в залежності від попередньо розробленої рецептури, перемішували, фільтрували та купажували.

Розроблені напої мали виражений, гармонійний аромат, м'який, чистий та оригінальний смак, що відповідає використаній сировині, містили незначну кількість спирту, мали С-вітамінну активність.

Наступним етапом досліджень було визначення хімічного складу слабоалкогольних напоїв «Горобина чорноплідна» та «Калина червона» наведені в табл. 3.

З даних, наведених в таблиці 3, видно, що найбільша кількість розчинних речовин припадає на частку вуглеводів. Вони представлені сироватковим дисахаридом і цукрами, що містяться в калині і горобині: сахарозою, манозою, пектиновими речовинами. Азотисті речовини в напоях представлені білковими і небілковими сполуками. В напій переходять сироваткові білки, які містять більше амінокислот, ніж казеїн, а білки плодів калини за вмістом гістидину (98,4%) і проліну (73,5%) близькі до білка курячого яйця. Органічні кислоти представлені молочною, пропіоновою, мурашиною, лимонною, яблучною, валеріановою, оцтовою кислотами ягід калини червоної та чорноплідної горобини. Напої містять жир в кількості 0,1 г/100 г продукту, його незначний вміст істотно не впливає на органолептичні властивості напоїв.

Таблиця 3

**Хімічний склад розроблених слабоалкогольних напоїв (на 100 г продукту)**p $\geq$ 0,95, n=5

Речовина (нутрієнт)	Слабоалкогольний напій «Горобина чорноплідна»	Слабоалкогольний напій «Калина червона»
Вода, г	81,9	79,9
Органічні кислоти, г	0,35	0,66
Вуглеводи, г	8,46	9,28
Спирт, об. %	8,0	8,3
Білок, г	0,14	0,19
Жир, г	0,1	0,1
Зола, г	0,25	0,12
Дубильні речовини, мг	127,5	118,8
Вітамін С, мг	2,28	12,71
$\beta$ -каротин, мг	0,18	0,68
Ккал	33,2	36,6

Розроблені напої відрізняються вмістом зольних елементів. Загальна зольність напою «Червона калина» менше, ніж у напої «Горобина чорноплідна» і становить 0,12 г і 0,25 г відповідно. З сироватки в напій переходять катіони калію, натрію, магнію, кальцію і аніони молочної, фосфорної, соляної, сірчаної і вугільної кислот, а також мікроелементи: цинк, залізо, мідь, йод, кобальт. З ягід калини та горобини – фосфор, калій, кальцій, магній, марганець, нікель, кобальт, цирконій, титан, молібден.

Вітаміни є однією з найцінніших складових напоїв. Як видно з даних, наведених в табл. 2, напій «Калина червона» має більш високий вміст вітаміну С і β-каротину, що пояснюється значним вмістом цих біологічних речовин в рослинній сировині.

Готовий напій містить 8,0-8,3% етилового спирту, що сприяє кращому збереженню. Завдяки вмісту сироватки напій має дієтичні властивості. Молочна кислота, яка міститься в напої, збуджує апетит, обмежує процеси бродіння і нормалізує діяльність корисної мікрофлори кишечника.

При досить високій біологічній цінності напої мають низький вміст калорій (33...36 ккал/100 г продукту).

**Висновки.** Виходячи з вищевикладеного матеріалу можна зробити висновок про перспективність формування споживних властивостей та розширення асортименту слабоалкогольних напоїв за рахунок використання композицій на основі рослинної сировини та цукрово-сироваткового концентрату. Виведення на ринок розробленого продукту сприятиме конкурентоспроможності підприємства та зумовить значний економічний ефект. Реалізація запропонованої технології не потребує додаткового апаратного оформлення процесу. Зазначений спосіб виробництва можна розглядати як ресурсозберігаючий за рахунок використання натуральної вторинної сировини.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ковальчук С., Мудрак Т., Наконечна А. Дослідження якості спирту, отриманого шляхом зброджування висококонцентрованого зернового суслу різними расами дріжджів. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. Т. 4. Вип. 1. Червень 2021. С. 158-166. URL: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.4.1.2021.234836> (дата звернення 15.10.2022).
2. Миронов Д. А. Дослідження якості безалкогольних газованих напоїв. Якість вищої освіти: компетентнісний підхід у підготовці сучасного фахівця : мат-ли XLIII між нар. наук.-метод. конференції, 14-15 листоп. Полтава : ПУЕТ, 2019. С. 312–314. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/10641> (дата звернення 14.10.2022).
3. Плотнікова Р. В., Нікітенко К. О. Перспективи використання молочної сироватки у технології напоїв. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IX International scientific and practical internet conference*. Prague, Oktan-Print s.r.o. 2020. 271-272 p. URL: <https://doi.org/10.46489/FAHM-01> (дата звернення 14.10.2022).
4. Сіряченко Я. А., Болгова Н. В. Аналіз структурно-механічних показників желейного десерту на основі сироватки з використанням рослинної сировини. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IX International scientific and practical internet conference*. Prague, Oktan-Print s.r.o. 2020. С. 20-21 p. URL: <https://doi.org/10.46489/FAHM-01> (дата звернення 15.10.2022).
5. Акмен В. О., Сорокіна С. В., Летута Т. М. Мікронутрієнти, як необхідний аспект формування здоров'я людини. *Science without borders : mater. of the XII Intern. Scien. and pract. Conf. March 30-April 7, 2016, Vol. 17. Ecology. Geography*

and geology. Chemistry and chemical technology. Agriculture. Veterinary medicine. Sheffield : Science and education LTD, 2016. pp. 95-96.

6. Грек О. В., Красуля О. О. Напої на основі молочної сироватки з пророщеними злаками. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Вип. 27. 2011. С. 366-370.

7. Akmen V., Sorokina S. Enriching dairy products with non-traditional ingredients to create healthy nutrition products. *Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення* : мат-ли міжнар. наук.-практ. конф. 01-02 червня 2022р., м. Львів. Львів : вид-во Львівського торговельно-економічного університету, 2022. С. 356-358.

8. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. Хімія молочної сировини. Одеса : «Сімекс-прінт», 2013. 268 с.

9. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки. Київ : НУХТ, 2010. 258 с.

10. I. Dubovkina, V. Kolesnyk, V. Polupan, O. Melnyk, V. Kiiko. The influence of plant raw materials on the alcohol infusions quality. *Ukrainian Journal of Food Science*. Vol. 8. Is. 2. 2020. pp. 211-226.

11. Технологічний регламент на виробництво горілок і лікєро-горілочаних напоїв: ТР У 18.5084-96. Київ : УкрНДІспиртбіопрод, 1996.

12. ДСТУ 4258:2003. Напої слабоалкогольні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-10-01]. Київ, 2004. 20 с. (Інформація та документація).

13 ДСТУ 6063:2008. Консерви молочні. Молоко нежирне згущене з цукром. Технічні умови. [Чинний від 2009-07-01]. Київ, 2009. 15 с. (Інформація та документація).

14. Евдокимов И. А., Володин Д. Н., Сомов В. С., Чаблин Б. В., Михнева В. А., Золоторева М. С. Мембранные технологии в молочном производстве. *Молочная промышленность*. №9. 2013. С. 15-16.

15. Технологічна інструкція по лікєро-горілочаному виробництву : ТІ У 18.4466-94. Київ : УкрНДІспиртбіопрод, 1994. 319 с.

#### REFERENCES:

1. Kovalchuk, S., Mudrak, T., & Nakonechna, A. (2021, June). Doslidzhennia yakosti spyrtu, otrymanoho shliakhom zbrodzhuvannia vysokokontsentrovanoho zernovoho susla riznymy rasamy drizhdzhiv [Study of the quality of spirit obtained by fermentation of highly concentrated grain wort with different races of yeast]. *Restoranni i hotelnyi konsal'tynh. Innovatsii – Restaurant and hotel consulting. Innovations*. Т. 4. Vyp. 1. Retrieved from <https://doi.org/10.31866/2616-7468.4.1.2021.234836>. [in Ukrainian].

2. Myronov, D. A. (2019, November, 14-15). Doslidzhennia yakosti bezalkoholnykh hazovanykh napoiv [Study of the quality of non-alcoholic sodas]. *Yakist vyshchoi osvity: kompetentnisnyi pidkhid u pidhotovtsi suchasnoho fakhivtsia* : mat-ly XLIII mizh nar. nauk.-metod. konf. Quality of higher education: competence approach in the training of modern specialists: materials of XLIII international scientific and methodological conference. Poltava : PUET. 312-314. Retrieved from <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/10641>

3. Plotnikova, R. V., Nikitenko, K. O. (2020). *Perspektyvy vykorystannia molochnoi syrovatky u tekhnolohii napoiv* [Prospects for the use of whey in drink technology]. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet* : proceedings of IX International scientific and practical internet conference. Prague, Oktan-Print s.r.o. 271-272. Retrieved from <https://doi.org/10.46489/FAHM-01>. [in Czech Republic].

4. Siriachenko, Ya. A., Bolhova, N. V. (2020). *Analiz strukturno-mekhanichnykh pokaznykyv zheleinoho desertu na osnovi syrovatky z vykorystanniam roslynnoi syrovyny* [Analysis of structural and mechanical properties of whey-based jelly dessert using vegetable raw materials]. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet* : proceedings of IX International scientific and practical internet conference. Prague,



Oktan-Print s.r.o., 20-21. Retrieved from <https://doi.org/10.46489/FAHM-01>. [in Czech Republic].

5. Akmen, V. O., Sorokina, S. V., & Letuta, T. M. (2016, March 30-April 7). *Mikro-nutriienty, yak neobkhdnyi aspekt formuvannia zdorovia liudyny* [Micronutrients as a necessary aspect of human health formation]. Science without borders : mater. of the XII Intern. Scien. and pract. Conf. Vol. 17. Ecology. Geography and geology. Chemistry and chemical technology. Agriculture. Veterinary medicine. Sheffield : Science and education LTD, 95 -96. [in English].

6. Hrek, O. V., Krasulia, O. O. (2011). *Napoi na osnovi molochnoi syrovatky z pro-roshchenymy zlakamy* [Drinks based on whey with sprouted cereals]. Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv – Equipment and technologies of food production. Vyp. 27. 366-370. [in Ukrainian].

7. Akmen, V. O., Sorokina, S. V., & Letuta, T. M. (2016, March 30-April 7). *Mikro-nutriienty, yak neobkhdnyi aspekt formuvannia zdorovia liudyny* [Micronutrients as a necessary aspect of human health formation]. Science without borders : mater. of the XII Intern. Scien. and pract. Conf. Vol. 17. Ecology. Geography and geology. Chemistry and chemical technology. Agriculture. Veterinary medicine. Sheffield : Science and education LTD, 95 -96. [in English].

8. Chaharovskiy, O. P., Tkachenko, N. A., & Lysohor, T. A. (2013). *Khimiia molochnoi syrovyny* [Chemistry of dairy raw materials]. Odesa : «Simeks-print». [in Ukrainian].

9. Hrek, O. V., Polishchuk, H. Ye., & Onopriichuk, O. O. (2010). *Tekhnolohiia produktiv zi znezhyrenoho moloka, molochnoi syrovatky i maslianky* [Technology of skimmed milk, whey and butter products]. Kyiv : NUKhT. [in Ukrainian].

10. Dubovkina, V. Kolesnyk, V. Polupan, O. Melnyk, & V. Kiiko. (2020). The influence of plant raw materials on the alcohol infusions quality. *Ukrainian Journal of Food Science*. Vol. 8. Is. 2. 211-226. [in Ukrainian].

11. Tekhnolohichniy rehlament na vyrobnytstvo horilok i likero-horilchanykh napoiv [Technological regulations for the production of vodka and alcoholic liquors]. TR U18.5084-96. Kyiv : UkrNDIspyrtbioprod. [in Ukrainian].

12. DSTU 4258:2003. Napoi slaboalkholni [Low-alcohol drinks]. Zahalni tekhnichni umovy – General technical conditions. Kyiv : DP «UkrNDNTs». [in Ukrainian].

13. DSTU 6063:2008. Konservy molochni. Moloko nezhyrne zghushchene z tsukrom. [Tinned milk. Low-fat condensed milk with sugar]. Tekhnichni umovy – Technical conditions. Kyiv : DP «UkrNDNTs». [in Ukrainian].

14. Yevdokimov, I. A., Volodin, D. N., Somov, V. S., Chablin, B. V., Mikhneva, V. A., & Zolotareva, M. S. (2013). Membrannye tekhnologii v molochnom proizvodstve [Membrane technology in milk production]. *Molochnaya promyshlennost – Milk Industry*. № 9. 15-16. [in Ukrainian].

15. Tekhnolohichna instruktsiia po likero-horilchanomu vyrobnytstvu [Technological instruction for alcoholic liquor production]. TI U 18.4466-94. Kyiv : UkrNDIspyrtbioprod. [in Ukrainian].

**ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК**

Акмен В. О.....	90	Остапчук А. А. ....	83
Антоненко А. В. ....	3, 27	Пенкіна Н. М. ....	90
Березниченко В. О.....	3	Полупан В. В. ....	90
Бомба М. Я.....	56	Приліпко Т. М.....	71
Бровенко Т. В.....	27	Резвих Н. І.....	77
Горач О. О. ....	38	Ряполова І. О.....	83
Гусар А. О. ....	38	Сорокіна С. В.....	90
Дзюба Н. А.....	45	Степанова В. С. ....	45
Зайцев Є. О. ....	3	Стукальська Н. М. ....	27
Закусило С. А. ....	3	Сумська О. П. ....	65
Кіпіоро І. М.....	38	Толок Г. А.....	27
Колесник В. В.....	90	Тонких О. Г. ....	27
Косташ В. Б.....	71	Торбенко О. С. ....	21
Криворучко М. Ю.....	27	Федина Л. О.....	56
Майкова С. В. ....	56	Федоренко Л. Є.....	77
Максимець О. Б.....	56	Федорів В. М. ....	71
Маслійчук О. Б. ....	56	Шорнікова С. В.....	13
Новікова Н. В.....	65	Янко А. С. ....	21

## ЗМІСТ

<b>КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	3
<b>Зайцев Є. О., Антоненко А. В., Березниченко В. О., Закусило С. А.</b> SMART засоби визначення аварійних станів у розподільних електричних мережах міст.....	3
<b>Шорнікова С. В.</b> Шорсткість поверхні як одна із основних геометричних характеристик якості поверхні деталей. Методи та засоби контролю.....	13
<b>Янко А. С., Торбенко О. С.</b> Табличний метод підвищення продуктивності комп'ютерних систем обробки цілочисельних даних на основі непозиційних кодових структур.....	21
<b>ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	27
<b>Антоненко А. В., Бровенко Т. В., Стукальська Н. М., Криворучко М. Ю., Толок Г. А., Тонких О. Г.</b> Технологія десертів функціонального призначення.....	27
<b>Горач О. О., Кіпіоро І. М., Гусар А. О.</b> Використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенових рецептур.....	38
<b>Дзюба Н. А., Степанова В. С.</b> Сенсорний аналіз як основа для створення нових дієтичних соусів.....	45
<b>Майкова С. В., Маслійчук О. Б., Федина Л. О., Бомба М. Я., Максимець О. Б.</b> Інноваційні технології приготування м'ясних січених страв з використанням нетрадиційної сировини.....	56
<b>Новікова Н. В., Сумська О. П.</b> Удосконалення технології виробництва кисломолочного напою з використанням апіпродуктів.....	65
<b>Приліпко Т. М., Федорів В. М., Косташ В. Б.</b> Склад і властивості білково-жирових емульсій для напівфабрикатів з м'яса птиці.....	71
<b>Резвих Н. І., Федоренко Л. Є.</b> Аналіз споживання борошняних кондитерських виробів у харчуванні людини.....	77
<b>Ряполова І. О., Остапчук А. А.</b> Дослідження впливу ензимів на ступінь обробки соняшникового фузу.....	83
<b>Сорокіна С. В., Колесник В. В., Полупан В. В., Акмен В. О., Пенкіна Н. М.</b> Використання нетрадиційної сировини під час виробництва слабоалкогольних напоїв.....	90

## CONTENTS

<b>COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY</b> .....	3
<b>Zaitsev Ye. O., Antonenko A. V., Berezhnychenko V. O., Zakusilo S. A.</b> Smart means of determining emergency conditions in city electrical distribution networks .....	3
<b>Shornikova S. V.</b> Surface roughness as one of the main geometric characteristics of the surface details. Methods and means of control.....	13
<b>Yanko A. S., Torbenko O. S.</b> Tabular method of increasing the productivity of integer data processing computer systems based on non-positional code structures .....	21
<b>FOOD TECHNOLOGY</b> .....	27
<b>Antonenko A. V., Brovenko T. V., Stukalska N. M., Kryvoruchko M. Yu., Tolok G. A., Tonkykh O. H.</b> Simulation of the recipe composition of healthy food products based on functional compositions .....	27
<b>Gorach O. O., Kipioro I. M., Husar A. O.</b> Use of alternative raw materials for the development of new gluten-free recipes .....	38
<b>Dziuba N. A., Stepanova V. S.</b> Sensory analysis as a basis for the creation of new dietary sauces .....	45
<b>Maikova S. V., Masliichuk O. B., Fedyna L. O., Bomba M. Ya., Maksymezj O. B.</b> Innovative technologies of cooking chopped meat dishes using non-traditional raw materials .....	56
<b>Novikova N. V., Sumska O. P.</b> Improvement of the technology of the production of sourdairy beverage using apiproducts.....	65
<b>Prylipko T. M., Fedoriv V. M., Kostash V. B.</b> Composition and properties of protein-fat emulsions for poultry semi-finished products.....	71
<b>Rezvykh N. I., Fedorenko L. E.</b> Analysis of the consumption of flour confectionery products in human nutrition .....	77
<b>Ryapolova I. O., Ostapchuk A. A.</b> Study of the influence of enzymes on the processing stage of sunflower oil.....	83
<b>Sorokina S. V., Kolesnyk V. V., Polupan V. V., Akmen V. O., Penkina N. M.</b> Use of non-traditional raw materials during the production of low-alcoholic beverages .....	90

## НОТАТКИ

# **Таврійський науковий вісник**

## **Випуск 5**

### **Технічні науки**

Підписано до друку 24.06.2022 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 8,28. Зам. № 1222/494

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
Україна, м. Одеса, 65101, вул. Інглєзі, 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.