



# ТОВАРИ І РИНКИ № 2 (34) Міжнародний науково-практичний журнал 2020

Виходить чотири рази на рік. Виходить друком з березня 2006 р.

Журнал визнано МОН України як фахове видання з технічних та економічних наук категорії "Б"

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**КРАВЧЕНКО М. Ф.**, д. т. н., професор КНТЕУ, головний редактор  
**ПРИТУЛЬСЬКА Н. В.**, д. т. н., професор КНТЕУ, заступник головного редактора  
**МЕЛЬНИЧЕНКО С. В.**, д. е. н., професор КНТЕУ, відповідальний секретар

### з технічних наук:

**БЕЛІНСЬКА С. О.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**ГНЦЕВИЧ В. А.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**ГУЛІЧ М. П.**, д. мед. н., професор, завідувач лабораторії ДУ "Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва" НАМН України  
**ІНДУТНИЙ В. В.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**КОПТЮХ Л. А.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**МЕРЕЖКО Н. В.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**МОКРОУСОВА О. Р.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**ОСИКА В. А.**, д. т. н., доцент КНТЕУ  
**ПІДДУБНИЙ В. А.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**РУДАВСЬКА Г. Б.**, д. с.-г. н., професор КНТЕУ  
**СИДОРЕНКО О. В.**, д. т. н., професор КНТЕУ  
**МОТУЗКА Ю. М.**, д. т. н., доцент КНТЕУ  
**ФЕДОРОВА Д. В.**, д. т. н., доцент КНТЕУ

### з економічних наук:

**БОСОВСЬКА М. В.**, д. е. н., професор КНТЕУ  
**ЛЬЧЕНКО Н. Б.**, д. е. н., доцент КНТЕУ  
**ЛАБУРЦЕВА О. І.**, д. е. н., професор КНТЕУ  
**МЕЛЬНИКОВИЧ О. М.**, д. е. н., професор КНТЕУ  
**МИХАЙЛПЧЕНКО Г. І.**, д. е. н., професор КНТЕУ  
**ТКАЧЕНКО Т. І.**, д. е. н., професор КНТЕУ  
**ЧУГУНОВ І. Я.**, д. е. н., професор КНТЕУ

### міжнародні члени редколегії:

**БЄЛОСТЄЧНИК Григорій**, д. е. н., професор, ректор Молдавської економічної академії (Республіка Молдова)  
**БЕЛТРАМО Рікардо**, професор Туринського університету (Італія)  
**ЖМУДЬ Борис**, к. х. н., доцент, технічний директор Applied Nano Surfaces Sweden AB (Швеція)  
**ЗЕЛІНСЬКІ Річард**, доктор хабілітований, професор Познанського університету економіки і бізнесу (Польща)  
**КАРР Джеймс Д.**, д. х. н., професор Університету Небраска-Лінкольн (США)  
**ЛУЧЕТТІ Марія Клаудія**, професор 3-го Університету Рима, президент Міжнародного товариства товарознавства, сталого розвитку та інновацій (Італія)  
**НІКОЛЕТТІ Джузеппе Мартіно**, професор Університету Фоджа (Італія)  
**НОТАРНІКОЛА Бруно**, професор Університету Барі Альдо Моро (Італія)  
**ПАМФІЛІЄ Родіка**, професор Бухарестського університету економічних досліджень (Румунія)  
**ПАШОВА Сабка**, к. т. н., доцент, завідувач кафедри товарознавства Варненського економічного університету (Болгарія)  
**РУЖЕВІЧЮС Юозас**, д. е. н., професор Вільнюського університету (Литва)  
**САЛЕРНО-КОХАН Рената**, доктор хабілітований, доцент Краківського економічного університету (Польща)  
**САЛОМОНЕ Роберта**, професор Мессінського університету (Італія)  
**СТОЙКОВА Теменуга**, к. т. н., професор Варненського економічного університету (Болгарія)  
**ХОХУЛ Анджей**, доктор хабілітований, професор, ректор Краківського економічного університету (Польща)  
**ЯЗАМІ Рашид**, професор, президент KVI PTE LTD (Сингапур)

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач  
Київський національний торговельно-економічний  
університет.

Зав. редакції **В. І. МАНДРИКА**  
Редактори **І. С. САЛАЙ, Е. Ю. КИРИЧЕНКО,**  
**Л. М. САФІУЛЛІНА**

Художньо-технічне редагування  
та комп'ютерне верстання **С. В. АНДРУШКО**

Підписано до друку 17.06.2020. Тираж 200 пр. Зам. 254

Адреса редакції, видавця, виготовлювача:  
вул. Кіото, 19, м. Київ-156,  
Україна, 02156.

Телефон редакції: +380 44 529-20-70;  
факс: +380 44 513-85-36;  
e-mail: tr@knute.edu.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію  
серія КВ № 10007 від 30.06.2005.

Індекс журналу  
в Каталозі видань України на 2020 рік – 89866.

Надруковано на обладнанні КНТЕУ.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 4620 від 03.10.2013.

Видається за рекомендацією Вченої ради КНТЕУ  
(протокол засідання № 7 від 14.05.2020).

Статті проходять рецензування.  
Передрук і переклади матеріалів, опублікованих  
у журналі, дозволяються лише за згодою автора та редакції.

Журнал представлено в міжнародних і національних  
наукометричних базах: індекс Копернікус (Index Copernicus);  
реферативна база даних "Україніка наукова", а також  
у пошуковій системі Академії Google (Google Scholar).

© Київський національний торговельно-економічний університет, 2020

## З М І С Т

### НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

<b>КАРПЕНКО П., ПРИТУЛЬСЬКА Н., ФЕДОРОВА Д.</b> Харчування при коронавірусній інфекції <i>COVID-19</i> .....	5
---	---

### РИНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<b>ЗІМІНА А., ЛИСА С.</b> Механізм функціонування "єдиного вікна" в портах України.....	22
--	----

<b>САМСОНОВА Л., СЛОБОДЯН А.</b> Деформації ринку легкових автомобілів в Україні .....	33
---	----

<b>VOVK Yu.</b> Predicting the cost of antique cold weapons by a comparative method.....	46
--	----

### УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕЧНІСТЮ

<b>АНТЮШКО Д., ГОРДОПОЛОВ В., ГУСАРЕВИЧ Н.</b> <i>ISO 10015:2019</i> : новації щодо управління компетентністю персоналу .....	58
---	----

### МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

<b>ГОЛОВКО Д., ГОНЧАРОВА І., БАРАШОВЕЦЬ Я.</b> Фератна технологія очищення природних вод .....	72
---	----

### УДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВАРІВ

<b>МЕРЕЖКО Н., ТКАЧУК В., КОМАХА В.</b> Оптимізація високооктанових бензинів із біодобавками.....	84
--	----

<b>БОНДАРЄВА А., МОКРОУСОВА О.,</b> Формування фізико-механічних властивостей полімер-мінерального покриття для оздоблення шкір.....	97
--	----

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

<b>МОТУЗКА Yu., KOSHELNYK A.</b> Formation of quality of milk analogue from Greek fenugreek seeds .....	110
--	-----

<b>РУБАНКА К., ТЕРЛЕЦЬКА В.</b> Кавовий напій зі зниженим показником глікемічності.....	119
--	-----

<b>БАБІЙ О., БОЖКО Т.</b> Безпечність і якість фіточаїв українського виробництва.....	128
--	-----

### КРИТИКА ТА БІБЛІОГРАФІЯ

<b>КОВАЛЬЧУК К.</b> Інформаційні технології соціально-економічного моніторингу: новітні підходи (Відгук на монографію "Моніторинг соціально-економічного розвитку регіону", автори Пурський О. І., Харченко О. А., Мороз І. О.) .....	139
--	-----

## **C O N T E N T**

---

### **INNOVATION TECHNOLOGIES OF THE FOOD-STUFFS**

<b>KARPENKO P., PRYTULSKA N., FEDOROVA D.</b> Nutrition of humans with COVID-19 viral infection.....	5
---	---

### **MARKET RESEARCHES**

<b>ZIMINA A., LYSA S.</b> The mechanism of functioning of the "Single window" in the ports of Ukraine .....	22
<b>SAMSONOVA L., SLOBODYAN A.</b> Deformations of the car market development in Ukraine.....	33
<b>VOVK Yu.</b> Predicting the cost of antique cold weapons by a comparative method .....	46

### **QUALITY AND SAFETY MANAGEMENT**

<b>ANTIUSHKO D., HORDOPOLOV V., GUSAREVYCH N.</b> ISO 10015:2019: innovations in personnel competence management .....	58
---	----

### **METHODOLOGY OF PRODUCT QUALITY ASSESSMENT**

<b>GOLOVKO D., GONCHAROVA I., BARASHOVETS Ya.</b> The ferrate technology of natural waters treatment.....	72
--	----

### **IMPROVEMENT OF GOODS PROPERTIES**

<b>MEREZHKO N., TKACHUK V., KOMAKHA V.</b> Optimization of the composition of high-octane gasolines with bioadditives.....	84
<b>BONDARIEVA A., MOKROUSOVA O.</b> Formation of physico-mechanical properties of polymer-mineral coating for leather finishing.....	97

### **RESEARCHES OF FOODSTUFF'S QUALITY**

<b>MOTUZKA Yu., KOSHELNYK A.</b> Formation of quality of milk analogue from Greek fenugreek seeds .....	110
<b>RUBANKA K., TERLETSKA V.</b> Coffee drink with low glycemic index.....	119
<b>BABII O., BOZHKO T.</b> Safety and quality of Ukrainian herbal teas .....	128

### **CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY**

<b>KOVALCHUK K.</b> Information technologies of social and economic monitoring: new approaches (The response to the monograph "Monitoring of social and economic development of the region", authors Purs'kij O. I., Harchenko O. A., Moroz I. O.).....	139
--	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

<b>КАРПЕНКО П., ПРИТУЛЬСКАЯ Н., ФЕДОРОВА Д.</b> Питание при коронавирусной инфекции <i>COVID-19</i> .....	5
--	---

### РЫНОЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

<b>ЗИМИНА А., ЛЫСАЯ С.</b> Механизм функционирования "единого окна" в портах Украины.....	22
--	----

<b>САМСОНОВА Л., СЛОБОДЯН А.</b> Деформации рынка легковых автомобилей в Украине.....	33
--	----

<b>ВОВК Ю.</b> Прогнозирование стоимости антикварного холодного оружия сравнительным методом.....	46
---	----

### УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ

<b>АНТЮШКО Д., ГОРДОПОЛОВ В., ГУСАРЕВИЧ Н.</b> <i>ISO 10015:2019</i> : новации по управлению компетентностью персонала.....	58
--	----

### МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ

<b>ГОЛОВКО Д., ГОНЧАРОВА И., БАРАШОВЕЦ Я.</b> Ферратная технология очистки природных вод.....	72
--	----

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОВАРОВ

<b>МЕРЕЖКО Н., ТКАЧУК В., КОМАХА В.</b> Оптимизация состава высокооктановых бензинов с биодобавками.....	84
---	----

<b>БОНДАРЕВА А., МОКРОУСОВА Е.</b> Формирование физико-механических свойств полимер-минерального покрытия для отделки кож.....	97
--	----

### ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

<b>МОТУЗКА Ю., КОШЕЛЬНИК А.</b> Формирование качества аналога молока из семян пажитника греческого.....	110
--	-----

<b>РУБАНКА Е., ТЕРЛЕЦКАЯ В.</b> Кофейный напиток со сниженным показателем гликемичности.....	119
---	-----

<b>БАБИЙ А., БОЖКО Т.</b> Безопасность и качество фиточаев украинского производства.....	128
---	-----

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<b>КОВАЛЬЧУК К.</b> Информационные технологии социально-экономического мониторинга: новейшие подходы ( <i>Отзыв на монографию "Мониторинг социально-экономического развития региона", авторы Пурский О. И., Харченко А. А., Мороз И. О.</i> ).....	139
--	-----



# НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 641.56-056.24 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)01](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)01)

**Петро КАРПЕНКО** д. мед. н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна  
E-mail: [p.karpenko@knute.edu.ua](mailto:p.karpenko@knute.edu.ua)  
ORCID: 0000-0002-2793-8352

**Наталія ПРИТУЛЬСЬКА** д. т. н., професор кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна  
E-mail: [pritulska@knute.edu.ua](mailto:pritulska@knute.edu.ua)  
ORCID: 0000-0002-9010-4190

**Діна ФЕДОРОВА** д. т. н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна  
E-mail: [d.fedorova@knute.edu.ua](mailto:d.fedorova@knute.edu.ua)  
ORCID: 0000-0002-9443-2941

## ХАРЧУВАННЯ ПРИ КОРОНАВІРУСНІЙ ІНФЕКЦІЇ COVID-19

*Узагальнено інформацію джерел, в яких запропоновано науково обґрунтовані підходи аліментарної корекції метаболічних порушень, спричинених дією вірусних інфекцій, та їхніх наслідків для організму людини. Досліджено напрями метаболічних порушень в організмі через дію вірусних інфекцій – вплив ендотоксикантів, гіперметаболізму, механізми впливу оксидантного стресу та антиоксидантного захисту організму. Науково обґрунтовано можливі шляхи корекції харчування населення в умовах поширення коронавірусної інфекції. Встановлено доцільність використання принципів детоксикаційного харчування на тлі нутритивної підтримки серцево-судинної, імунної, бронхолегеневої систем та системи травлення організму людини, запропоновано орієнтовний раціон оздоровчого харчування для осіб, що захворіли на COVID-19.*

*Ключові слова:* коронавірусна інфекція COVID-19, аліментарна корекція, детоксикаційне харчування, нутритивна підтримка, імунна система, серцево-судинна система, бронхолегенева система, система травлення, раціон оздоровчого харчування.

*Карпенко П., Притульська Н., Федорова Д. Питання при коронавірусній інфекції COVID-19. Обобщена информация источников, в которых предложены научно обоснованные подходы алиментарной коррекции метаболических нарушений в результате действия вирусных инфекций и их последствий для организма человека. Исследованы направления метаболических нарушений в организме вследствие*

действия вирусных инфекций – влияние эндотоксикантов, гиперметаболизма, механизмы влияния оксидантного стресса и антиоксидантной защиты организма. Научно обоснованы возможные пути коррекции питания населения в условиях распространения коронавирусной инфекции. Установлена целесообразность использования принципов детоксикационного питания на фоне нутритивной поддержки сердечно-сосудистой, иммунной, бронхолегочной систем и системы пищеварения организма человека, предложен ориентировочный рацион оздоровительного питания для людей, заболевших COVID-19.

*Ключевые слова:* коронавирусная инфекция COVID-19, алиментарная коррекция, детоксикационное питание, нутритивная поддержка, иммунная система, сердечно-сосудистая система, бронхолегочная система, система пищеварения, рацион оздоровительного питания.

**Постановка проблеми.** Найактуальнішою світовою проблемою сьогодення є подолання коронавірусної пандемії. Пандемія Covid-SARS-2 поширилася з надзвичайною швидкістю, досягнувши шести континентів протягом 3 місяців, трансформуючи суспільство в усьому світі [1]. Менше ніж за 6 місяців кількість хворих збільшилася експоненціально до 5 159 674 випадків та 335 418 смертей (6.5 %); приблизно третина – у США (22 травня 2020 р.) [2]. Тяжкість захворювання та смертність вищі у літніх людей, афроамериканців, пацієнтів із цукровим діабетом, хронічними захворюваннями легенів і серцево-судинної системи [3; 4] та, за деякими науковими даними, у групах населення із низьким рівнем вітаміну D [5].

В Україні коронавірусна інфекція COVID-19 (пневмонія нового типу) вперше діагностована 3 березня 2020 р. у м. Чернівці. На 25 травня 2020 р. в країні нараховувалося 21 245 захворілих, з них померлих – 623. Статистика одужання від коронавірусу в Україні висока і становить 34.1 % [6].

На сьогодні наука ще не може дати відповідей на багато питань, що тісно пов'язані з коронавірусною інфекцією та здоров'ям населення. Відомо, що для кожної людини прояви цієї хвороби є досить різноманітними. Чимала кількість людей вже одужала. Наразі невідомий прогноз наслідків такої інфекції, її вплив на перебіг хронічних соматичних захворювань, функціональний стан органів і систем організму, спадковість людини тощо. І це є сучасним викликом для наукової спільноти світу.

Для розв'язання будь-якої складної проблеми, зокрема тієї, що сьогодні постала перед багатьма науковими колективами, на нашу думку, необхідні системність та прийнятність вже наявних результатів наукових досліджень. Лише комплексність терапевтичних заходів може дати позитивний результат та бажаний успіх у лікуванні кожного пацієнта. Одним із ланцюгів стратегії лікування хворого є його харчування. Багатьма науковими дослідженнями встановлено, що лікувальне (дієтичне) харчування має досить важливе значення в комплексному лікуванні. Відсутність ефекту від лікування часто спричинена неадекватністю харчування хворих. До того ж дієтотерапія протидіє токсичним проявам

медикаментозного лікування [7]. Водночас досить важливим є визначення адекватності харчування хворого, у стані якого поєднуються кілька патологічних змін в органах і системах організму.

Відомо, що в живому організмі безперервно триває рух, який тісно пов'язаний з постійними змінами його складу. Відбувається руйнування складових частин організму та їх відновлення. І це здійснюється на оптимальному рівні лише за адекватного надходження до кожної клітини організму необхідної кількості певних нутрієнтів із нашого щоденного харчового раціону.

Сталість складу організму не є результатом його стабільності, а створюється внаслідок динамічної рівноваги між процесами асиміляції та дисиміляції, окислювальних й відновлювальних процесів. Лише під час розщеплення органічних речовин, які містяться в тканинах органів, вивільняється енергія, що потрібна для відтворення складових частин тіла (особливо для біосинтезу білків та нуклеїнових кислот) і виконання різних функцій серцево-судинної, бронхолегеневої систем, системи травлення, виділення та ін. За будь-яких інфекційних захворювань й одночасного психогенного стресу в організмі людини відбуваються суттєві фізіологічні зміни, які спрямовані на подолання негативного впливу згаданих вище факторів. Залежно від початкового стану організму, тобто до початку дії на нього таких несприятливих чинників, картина перебігу захворювання може бути доволі різною. З огляду на це профілактика і терапія захворювання мають бути адекватними тим змінам, які відбуваються в організмі. В цьому контексті дієтотерапія може мати суттєвий вплив на покращення перебігу хвороби та прискорення одужання тих, хто вже захворів на *COVID-19*, а повноцінне оздоровче харчування й антиоксидантна нутритивна підтримка стануть ефективним профілактичним заходом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Екологічні дослідження свідчать про те, що високі широти ( $> +30^\circ$  північної широти) та зимовий сезон, фактори ризику низького вмісту вітаміну D, пов'язані з більш високими показниками смертності від інфекцій *COVID-19* [8; 9]. Існує кілька винятків, які, ймовірно, пояснюються іншими наявними чинниками, як-от: вік населення, щільність та етнічна належність, стиль життя й заходи соціального дистанціювання [10]. Ожиріння є фактором ризику для всіх неінфекційних захворювань, і все більша кількість повідомлень визначає саме ожиріння як чинник ризику захворюваності та смертності, пов'язаних із *COVID-19* [11; 12]. Однак, хоча ІМТ є відомим предиктором статусу вітаміну D [12–14], гіповітаміноз D у цій популяції може бути пояснений поганими звичками способу життя, накопиченням вітаміну D у жировій тканині та порушеннями обміну речовин [15]. Ретроспективні дослідження виявляють різні результати стосовно взаємозв'язку між рівнем 25(OH)D у сироватці крові та ризиком зараження або тяжкістю перебігу *COVID-19*. Усі вони мають певні неточності та проблеми вірогідності отриманих даних [16–19].

Випробування профілактичних ефектів вітаміну D щодо респіраторно-вірусних інфекцій, які здебільшого проводили в дитячих вікових групах, виявили негативні результати [20–22]. Тому вірогідність зв'язку між рівнем 25(OH)D у сироватці крові та COVID-19 залишається до кінця не з'ясованою і потребує проведення подальших досліджень.

Європейське відділення ВООЗ опублікувало новий посібник з питань раціонального харчування під час карантину через COVID-19 [23]. Він містить інформацію про роль харчування та його позитивний вплив на функціонування імунної системи. Експерти ВООЗ наголошують на доцільності вибору харчових продуктів із підвищеною біологічною цінністю та обмеженні в харчуванні продуктів, що містять значну кількість кухонної солі, цукру та жирів, багатих на насичені жирні кислоти й трансжири.

Результати вітчизняних і закордонних наукових досліджень свідчать, що в екстремальних умовах, зокрема під час вірусної пандемії, важливої профілактичної ролі набуває повноцінне оздоровче харчування [7; 23–25]. Воно запобігає розвитку метаболічних дисфункцій в організмі людини та сприяє підвищенню резистентності організму до несприятливих чинників довкілля і високого рівня фізичного та психоемоційного напруження. Водночас питання оптимізації нутритивної підтримки в період самоізоляції та комплексного лікування хворих на COVID-19 залишаються відкритими. З огляду на ці передумови проблема відповідного нутритивного забезпечення як здорової, так і хворої людини в період пандемії COVID-19 потребує особливої уваги. Це може бути не лише використання звичайних харчових продуктів, але й створення нових із певними біологічними властивостями.

*Метою роботи є обґрунтування шляхів аліментарної корекції харчового раціону хворих на коронавірусну інфекцію COVID-19, що сприятиме нутритивній підтримці нормального функціонування органів та систем організму.*

**Матеріали та методи.** Застосовано теоретичні методи (аналіз та узагальнення наукових джерел) для розкриття суті проблеми й визначення напрямів її розв'язання. Узагальнено інформацію джерел [6; 7; 23–25], у яких запропоновано науково обґрунтовані підходи й напрями аліментарної корекції метаболічних порушень, спричинених дією вірусних інфекцій, та їхніх наслідків для організму людини. Досліджено напрями метаболічних порушень в організмі через дію вірусних інфекцій – вплив ендотоксикантів, гіперметаболізму, механізми впливу оксидативного стресу й антиоксидантного захисту організму [1–23].

Проаналізовано результати наукових досліджень, в яких дискретно надано фізіолого-гігієнічне обґрунтування напрямів аліментарної корекції харчового раціону та потреб нутритивної підтримки нормального функціонування органів хворих, що зазнають негативного впливу екстремальних і стресових факторів, зокрема вірусних інфекцій. У контексті згаданого, важливим є використання принципів детоксикаційного й імунозахисного харчування.

З урахуванням сучасних наукових даних рекомендовано раціон харчування хворих на коронавірусну інфекцію та запропоновано доцільність застосування принципів детоксикаційного харчування на тлі нутритивного підтримання серцево-судинної, імунної та бронхолегеневої систем організму людини, а також орієнтовний раціон оздоровчого харчування для хворих (доросле населення).

**Результати дослідження.** Під час вірусних захворювань та психо-емоційних навантажень виникає метаболічний ацидоз як результат накопичення в організмі кислих продуктів метаболізму, що спричинено порушенням функцій легень та стресовими станами різної етіології.

Неспецифічною реакцією організму людини на вплив коронавірусної інфекції є патологічний процес надлишкового накопичення вільних радикалів, активація процесів накопичення продуктів перекисного окиснення ліпідів, що перевантажує систему оксидантної рівноваги [7; 26–30].

Ланку патологічних змін, що виникають в організмі внаслідок зростання активності процесів вільнорадикального окиснення, об'єднують під назвою "оксидативний стрес". Ці зміни пов'язані передусім із пошкодженням клітинних мембран, через що клітини втрачають цілісність, порушується процес клітинного дихання і розвивається гіпоксія. Киснева недостатність справляє дезорієнтаційну дію на всі види обміну, що призводить до порушення функціонального стану життєво важливих органів і систем. Залежно від інтенсивності та часу впливу несприятливих чинників на організм змінюється стан здоров'я людини – від фізіологічного гомеостазу до патологічного. Водночас відбувається порушення енергетичної, адаптаційної, метаболічної, кислотно-лужної рівноваги і, як наслідок, перенапруження цих систем [7; 27; 28; 30].

Порушення оксидантного статусу організму розглядається наразі як одна із загальних ланок в етіології обумовлених вірусними інфекціями патологій і захворювань дихальної, серцево-судинної та інших систем, а також як один із механізмів канцерогенезу. В основі цього – високий рівень токсичних речовин метаболітів (ендотоксикантів), порушення ендоекологічної рівноваги та гіпоксія, що спостерігається, як правило, на тлі дефіциту мікронутрієнтів та біологічно активних речовин [7; 27; 28; 30].

Тривала, а також часто повторювана активація процесів вільнорадикального окиснення спричиняє виснаження антиоксидантної системи (дефіцит вітамінів Е, С,  $\beta$ -каротину, глутатіону, Селену, зниження активності ферментів тощо) [27; 28; 30; 32].

Вплив такого комплексу негативних чинників викликає зниження активності імунозахисних механізмів організму та імуногенезу. Це проявляється вірогідним зниженням показників неспецифічного імунітету, зокрема падінням бактерицидної здатності крові та вмісту лізоциму, а також рівня специфічного імунітету – зниженням рівня імуноглобулінів. Своєю чергою, погіршення імунорезистентності організму

призводить до розвитку гострих інфекційних захворювань та загострення вже наявних хронічних, зокрема серцево-судинної, дихальної та нервової систем. До того ж виникають початкові стадії порушень метаболізму, відбувається накопичення в організмі токсичних продуктів обміну, порушуються нейрогуморальна регуляція організму, функціональна активність імунної системи, кишкової мікрофлори та інших захисних механізмів [27; 28; 30; 31].

У хворих на коронавірусну інфекцію, як стресового для організму фактора, неминуче розвивається комплекс дезадаптаційних розладів, що відображає глибоку перебудову обміну речовин з метою значного підвищення енергоутворення для забезпечення адаптивних процесів в організмі [24; 29; 30; 31]. Водночас спостерігається:

- виснаження і пригнічення функції антиоксидантної системи, насамперед її неферментативної ланки (зниження рівня аскорбінової кислоти,  $\alpha$ -токоферолу і відновленого глутатіону в крові);
- підвищення рівня продуктів перекисного окиснення ліпідів;
- пошкодження структури і функції клітинних мембран, особливо клітин імунної системи, шлунково-кишкового тракту;
- метаболічний ацидоз;
- переважання катаболічних процесів над анаболічними, внаслідок чого в організмі виникає порушення білкового обміну, що спричиняє розвиток білкової недостатності різного ступеня вираженості;
- пригнічення процесів синтезу речовин, зокрема білків;
- зменшення ефективності функціонування організму;
- зміна функції шлунково-кишкового тракту з порушенням його захисної ролі й процесів всмоктування;
- пригнічення імунної системи і факторів неспецифічного захисту організму з виникненням вторинних імунодефіцитних станів різного ступеня вираженості.

Ретроспективний аналіз систематизованих результатів вітчизняних і закордонних досліджень у сфері клінічної медицини й рекомендацій фахівців з питань дієтології дав змогу визначити основні напрями корекції порушень патологічних змін та сформулювати напрями відновлення резистентності організму. До них варто віднести:

- відновлення функціональних можливостей антиоксидантної системи;
- зниження підвищеного рівня реакцій вільнорадикального окиснення;
- відновлення структури і функції клітинних мембран;
- корекцію порушень обміну речовин та запобігання розвитку білкової недостатності, зокрема внаслідок стимуляції біосинтезу білків і пригнічення надлишкової протеолітичної активності ферментів;
- активацію синтезу макроергічних сполук.

Отже, першочерговим завданням нутритивної підтримки організму хворих є відновлення функціональних можливостей антиоксидантної системи та посилення механізмів детоксикації, що сприятиме

нейтралізації токсичних впливів ендотоксикантів. У захисті організму від впливу токсикантів одне з центральних місць на всіх етапах еволюційного розвитку посідає універсальна антиоксидантна система, що існує в усіх типах клітин і представлена ферментативною та неферментативною ланками. Порушення роботи цієї системи супроводжується накопиченням екзогенних й ендогенних прооксидантів, що призводить до окислювального пошкодження клітинних структур та розвитку окисного процесу [27; 28; 30–32]. Особливості функціонування антиоксидантної системи в різних органах і тканинах визначаються генотипом, а також залежать від забезпеченості організму антиоксидантами.

З огляду на це важливим є розуміння нового для нутриціології поняття кислотного навантаження (КН) раціону. Американські вчені виявили досить важливий для здоров'я людини показник – кислотне навантаження харчових продуктів, що характеризується співвідношенням у харчовому продукті компонентів, які в процесі метаболізму утворюють кислоту або луг. Водночас кислотне навантаження харчових продуктів визначається як різниця між кислотою та лугом. Якщо в продукті переважають компоненти, що утворюють сірчану кислоту (сірковмісні амінокислоти у білках) або органічні кислоти (жири, вуглеводи), то КН має позитивне значення, і, навпаки, негативне, якщо у продукті міститься значна кількість речовин, які утворюють луги (органічні солі магнію, кальцію тощо) [7].

Важливу роль у підтримці належного стану організму хворих має фізіологічна вітамінна забезпеченість. Отже, для покращення стану здоров'я хворих, дезадаптаційних станів і станів оксидантного стресу організму важливим є включення до раціонів харчових продуктів, які багаті на вітаміни, мінерали, антигіпоксанти, антиоксиданти та інші біологічно активні речовини.

У хворих внаслідок дії стресу різної етіології та фізіологічних змін значно прискорюється обмін речовин. Процес сумарної метаболічної відповіді організму людини на стрес, або на генералізовану запальну реакцію при вірусних захворюваннях, має назву гіперметаболізм-гіперкатаболізм [24; 29]. Він супроводжується підвищеними енергетичними потребами та зниженням можливості утилізації ендогенних субстратів. Науковим підґрунтям для розробки сучасних принципів харчування хворих в умовах вірусної пандемії є фундаментальні положення про специфіку метаболічних потреб організму.

Безумовно, харчування може бути різним залежно від багатьох чинників (віку хворого, стану його здоров'я, звичок щодо уподобань тих чи інших страв, умов, в яких перебуває хворий тощо). Будь-які рекомендації є орієнтиром для створення кожною людиною індивідуального раціону, ґрунтуючись на основних наукових постулатах щодо харчування як здорової, так і хворої людини. Таке харчування має стимулювати підвищення імунного стану організму, швидше

сповільнення запального процесу, зниження інтоксикації, поліпшення перебігу окисно-відновлювальних процесів, щадіння органів серцево-судинної й травної систем, функції нирок.

Під час перебігу хвороби важливим є дотримання раціонального питного режиму. Доцільним є споживання від 8 до 10 склянок рідини щодня. Хворі мають пити більше рідини для адекватного відновлення її втрат, пов'язаних із впливом вірусної інфекції, а також з метою нейтралізації та виведення токсичних сполук, що утворюються внаслідок окислювального впливу небезпечних метаболітів. Достатнє споживання рідини може допомогти розріджувати слиз, який спричиняє характерні для *COVID-19* закладеність, біль у горлі та кашель.

Проблеми харчування хворих на *COVID-19* мають розв'язуватися системно. Найбільш важливі напрями – *забезпечення кількісної та якісної повноцінності раціону, оптимальної збалансованості нутрієнтів, компенсація дефіциту незамінних нутрієнтів і біологічно активних сполук, інгібування вільнорадикального окиснення*: регулювання процесів біотрансформації ендотоксинів окисненням, метилюванням, дезамінуванням та іншими біохімічними реакціями, спрямованими на їх знешкодження (глюкозинолати (ізотіоціанати), поліфеноли, селенопротеїни, глутатіонвмісні сполуки); *антиоксидантна дія* – поліфеноли, глутатіонвмісні сполуки, каротиноїди, вітаміни-антиоксиданти, вітаміни групи В; *виведення ендотоксинів*: активізування процесів зв'язування і виведення з організму токсичних сполук та їхніх несприятливих метаболітів (достатня гідратація організму, харчові волокна, полісахариди, зокрема пектини); *підтримання нормального функціонування імунної системи*: споживання продуктів – джерел вітамінів А, С, Е, D, Цинку, Магнію, Селену тощо; *нормалізація мікробіоценозу кишківника і стимулювання розвитку корисної мікрофлори*: детоксикація екзогенних й ендогенних субстратів та метаболітів і зниження ендогенної інтоксикації продуктами синтезу гнильної мікрофлори, сприятлива дія на ендоекологію мікроорганізмів товстої кишки, поліпшення засвоєння харчових речовин, продукція імунних тіл і біологічно активних речовин (пре-, про- та синбіотики).

Підвищення імунного стану досягається завдяки фізіологічному повноцінному харчуванню з достатньою кількістю білків (м'ясо тварин, птиці, риба, молочні продукти, яйця), збільшеним вмістом вітамінів А, С, Е, D, групи В. За наявності або схильності до алергійних проявів необхідно обмежувати кондитерські вироби, цукор, кухонну сіль до 4–6 г та збільшувати в раціоні кількість продуктів, що багаті на солі кальцію, – це переважно молочні продукти. Крім того, необхідно виключити продукти, що містять щавлеву кислоту, яка сприяє виведенню кальцію з організму (наприклад щавель, шпинат).

Для зменшення інтоксикації потрібно вводити достатню кількість вітамінів (особливо С – лимон, сік квашеної капусти, плоди чорної смородини (свіжі плоди або заморожені), варення з неї, відвар



шипшини, яблука та ін.) і рідини, зокрема різних негазованих мінеральних вод – від 1000–1500 г. Позитивний вплив також має насичення дієти продуктами з високим вмістом вітаміну Р (чорноплідна горобина, шипшина, чорна смородина, лимони).

Численні спостережні дослідження показують, що пов'язаний із віком дефіцит вітаміну D може викликати погіршення перебігу вірусної інфекції та спричиняти розвиток ускладнень, зокрема поміж дорослих та літніх людей [8–19], що обумовлює доцільність споживання в раціоні харчових продуктів із вмістом кальциферолів, серед яких найбільше значення для людини мають вітаміни ергокальциферол (D<sub>2</sub>) та холекальциферол (D<sub>3</sub>), що разом уособлюють вітамін D. Вітамін D міститься здебільшого у продуктах тваринного походження. Особливо багато його в печінці тріски – 100 мкг %, а в оселедцях атлантичних – 30 мкг %. У яйцях вміст кальциферолів становить 4.7 мкг %, у молоці – 0.05, у вершковому маслі – 1.3–1.5, у яловичій печінці – 2.5 мкг %. Віднесення кальциферолів до вітамінів є досить умовним, оскільки вони здебільшого утворюються в шкірі людини під впливом ультрафіолетових променів. Останні діють на провітамін (D<sub>3</sub>) – 7-дегідрохолестерин, який, своєю чергою, синтезується у більш глибоких шарах шкіри з холестерину. Самі кальцифероли є малоактивними. Для того щоб перейти у відповідну активну форму, кальцифероли в печінці гідроксильються і перетворюються на найбільш активну форму – 1.25-оксікальциферол. У звичайних умовах дорослі не потребують додаткового введення кальциферолів: добова потреба в них становить близько 100 МО, для вагітних та тих, що годують грудьми, – 500 МО (1 МО дорівнює 0.25 мкг). За недостатнього природного освітлення потреба у вітаміні збільшується, що пов'язано зі зменшенням ендogenous синтезу вітаміну в організмі людини за відповідних умов [7].

Сприятливо впливають на перебіг окисних процесів продукти, що містять значну кількість Фосфору і Магнію (риба, м'ясо тварин, молочні продукти, горіхи, насіння олійних культур). Результати численних експериментальних досліджень підтверджують взаємозв'язок між дефіцитом Магнію (MgD) та оксидативним стресом і розвитком запалення в організмі людини. MgD супроводжується підвищенням рівнем маркерів оксидативного стресу, як-от продукти окислювальної модифікації ліпідів, білків та ДНК. Крім того, виявлено зв'язок між MgD та ослабленим антиоксидантним захистом. Відомі механізми запалення, спричинені MgD, включають активацію фагоцитарних клітин, відкриття кальцієвих каналів, активацію рецептора N-метил-D-аспартату (NMDA) й активацію ядерного фактора (NF)-κB. До того ж MgD викликає системну реакцію на стрес через нейроендокринологічні шляхи. Запалення, спричинене MgD, може призвести до атерогенних змін метаболізму ліпопротеїдів, дисфункції ендотелію та високого артеріального тиску [33; 34].

Дослідження свідчать, що Магній може мати важливе значення у патофізіології деяких запальних захворювань. Результатами клінічних випробувань та лабораторних досліджень підтверджено роль Магнію у патофізіології запальних захворювань, як-от: діабет, астма, гестоз, атеросклероз, ураження серця та ревматоїдний артрит, які є ускладнювальними чинниками під час оксидативного стресу в організмі хворих на коронавірусну інфекцію [34]. Це визначає важливість забезпечення достатньої кількості Магнію в раціоні хворих на *COVID-19*.

Включення продуктів, багатих на вітаміни групи В (відвар пшеничних висівок, йогурти), запобігає пригніченню корисної мікрофлори кишківника, яка страждає під час використання антибіотиків. Продуктам, багатим на нікотинову кислоту, притаманна судинорозширювальна дія на легеневі судини, внаслідок чого вони зменшують бронхоспазм, що необхідно враховувати при побудові свого раціону. Багатими на вітамін РР (нікотинову кислоту) є гречана крупа, м'ясо, субпродукти, риба, арахіс, рисові та пшеничні висівки. Досить велику увагу варто приділити вживанню вітаміну А і β-каротину, оскільки вони сприяють регенерації епітелію дихальних шляхів. Багатими на вітамін А є риб'ячий жир, яловича печінка, значно менше – яйця та молоко; на бета-каротин – червона морква, гарбуз, обліпиха, зелена цибуля, червоний перець, помідори, зелена петрушка.

З метою щадіння органів кровообігу і травлення корисним є введення в раціон харчування продуктів, що легко піддаються дії ферментів шлунково-кишкового тракту (гомогенізовані овочі, м'ясо, риба, молоко, різні соки), й уникання тих, що викликають метеоризм (горох, сочевиця, капуста) та запори (продукти з рафінованого борошна). Забороняються як холодні, так і досить гарячі напої та страви, а також солоні й мариновані продукти, гострі приправи і соуси.

У перші дні захворювання (в період високої температури та інтоксикації) рекомендується часте вживання їжі (6–7 разів на добу), яка має бути в рідкому та добре подрібненому вигляді, що сприяє щадінню органів травлення й більш ефективній дії травних ферментів. Це овочеві пюре з гарбуза, кабачків, цукіні, моркви, картоплі.

Рекомендуються фруктові й овочеві соки, журавлинний морс, відвар чорної смородини, шипшини, фрукти (запечені), ягоди, чай з лимоном, молоко, киселі, желе, м'ясні та рибні бульйони, відвари з круп та пшеничних висівок.

Під час одужання потрібно розширювати раціон, поступово підвищувати його енергетичну цінність (калорійність), збільшуючи вміст білків (м'ясо нежирне, курятина, риба, кисломолочний сир, яйця). Збільшення кількості білків у добовому раціоні сприяє стимуляції відновлювальних процесів, продукуванню антитіл, запобігає негативному впливу антибіотиків. Кількість кухонної солі, яка необхідна для синтезу соляної кислоти в шлунку, потрібно збільшити до 10–12 г на добу. Дозволяються сік квашеної капусти, вимочені оселедці, що допомагає

підвищити апетит. Бажаним є введення до раціону продуктів, які стимулюють як шлункову секрецію, так і зовнішню секреторну функцію підшлункової залози (фрукти, овочі, ягоди і соки з них, м'ясні та рибні бульйони, соуси негострі).

*Орієнтовне одноденне меню дієти під час коронавірусної інфекції в період загострення хвороби*

#### **Перший сніданок**

*Каша вівсяна молочна з горіхами (фундук, волоські горіхи, мигдаль), ягодами свіжими (або свіжомороженими) чи бананом (200/10/20 г); чай без цукру з лимоном (200 г).*

#### **Другий сніданок**

*Мус із кураги (125 г); сік-фреш морквяно-яблучний (200 г).*

#### **Обід**

*Бульйон курячий з яйцем відвареним та зеленню (200/20 г); зрази з яловичини, фаршировані рисом (парові) з овочами припущеними (70/150 г); компот з яблук без цукру (200 г).*

#### **Полуденок**

*Пудинг сирний (130 г); відвар шипшини (200 г).*

#### **Вечеря**

*Відварена риба, запечена з картоплею (70/180 г); пюре морквяне (200 г); чай з лимоном без цукру (200 г).*

#### **На ніч**

*Йогурт або кефір (200 г).*

#### **На весь день**

*Хліб пшеничний (200 г), вчорашньої випічки;  
хліб висівковий (150 г);  
масло вершкове (20 г).  
вода питна, вода з лимоном або мінеральна столова (1000–1500 г).*

У разі незадовільного апетиту до раціону додаються фруктові й овочеві соки, нежирні міцні бульйони, помірно солоні закуски (вимочені оселедці, твердий сир, прянощі).

**Висновки.** Результати наукових досліджень свідчать, що під час вірусних інфекцій в організмі людини на тлі оксидативного стресу відбуваються суттєві порушення метаболічних процесів і пригнічується функція антиоксидантного захисту організму.

Вплив *COVID-19* на організм людини супроводжується досить динамічними порушеннями функції бронхолегеневої, серцево-судинної, травної та видільної систем. Саме тому терапевтичні заходи мають бути комплексними, серед них важливе значення надається аліментарному чиннику. Дія останнього має забезпечувати основні групи властивостей їжі, як-от: нутритивна, регуляторна, сенсорна та когнітивна.

Науково обґрунтовано можливі шляхи корекції харчування населення в умовах поширення коронавірусної інфекції. Встановлено доцільність використання принципів детоксикаційного харчування на тлі нутритивної підтримки серцево-судинної, імунної, бронхолегеневої систем та системи травлення організму людини.

Запропоновано орієнтовний раціон оздоровчого харчування для людей, що захворіли на *COVID-19*. Водночас варто враховувати індивідуальні особливості перебігу захворювання і стану здоров'я, наявність супутніх захворювань та ускладнень, що вимагає індивідуалізації підходу до складання раціону харчування людини.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fauci A. S., Lane H. C., Redfield R. R. COVID-19 – Navigating the Uncharted. *N Engl J Med.* 2020. N 382 (13). P. 1268-1269.
2. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). URL: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.
3. Yancy C. W. COVID-19 and African Americans. *JAMA.* 2020. N 323 (19). P. 1891-1892.
4. CDC COVID-19 Response Team. Severe Outcomes Among Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020. N 69 (12). P. 343-346.
5. Panarese A., Shahini E. Letter: COVID-19, and vitamin D. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020. N 51 (10). P. 993-995. doi: 10.1111/apt.15752.
6. Сайт Міністерства охорони здоров'я України. URL: <https://moz.gov.ua/koronavirus-2019-ncov>.
7. Карпенко П. О., Пригульська Н. В., Кравченко М. Ф., Федорова Д. В. Оздоровче харчування: навч. посіб. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. 628 с.
8. Ilie P. C., Stefanescu S., Smith L. The Role of Vitamin D in the Prevention of Coronavirus Disease 2019 Infection and Mortality. *Aging Clin Exp Res.* 2020. doi: 10.1007/s40520-020-01570-8.
9. Rhodes J. M., Subramanian S., Laird E., Kenny R. A. Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North supports vitamin D as a factor determining severity. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/apt.15777>.
10. Garg M., Al-Ani A., Mitchell H., Hendy P., Christensen B. Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North-supports vitamin D as a factor determining severity. Authors' reply. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/apt.15796>.
11. Palaiodimos L., Kokkinidis D. G., Li W., Karamanis D., Ognibene J., Arora S. Severe obesity is associated with higher in-hospital mortality in a cohort of patients with COVID-19 in the Bronx, New York. *Metabolism.* 2020. doi: 10.1016/j.metabol.2020.154262.

12. Simonnet A., Chetboun M., Poissy J., Raverdy V., Noulette J., Duhamel A. et al. High prevalence of obesity in severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) requiring invasive mechanical ventilation. *Obesity (Silver Spring)*. 2020. doi: 10.1002/oby.22831.
13. Bell N. H. Vitamin D-endocrine system. *J Clin Invest*. 1985. N 76 (1). P. 1-6.
14. Rafiq S., Jeppesen P. B. Body Mass Index, Vitamin D, and Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2018. N 10 (9). P. 1182.
15. Bassatne A., Chakhtoura M., Saad R., El-Hajj Fuleihan G. Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials. *Metabolism*. 2019. N 92. P. 193-205.
16. Darling A. L., Ahmadi K. R., Ward K. A., Harvey N. C., Alves A. C., Dunn-Waters D. K. et al. Vitamin D status, body mass index, ethnicity and COVID-19: Initial analysis of the first-reported UK Biobank COVID-19 positive cases (n 580) compared with negative controls (n 723). *MedRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.04.29.20084277.
17. Hastie C. E., Mackay D. F., Ho F., Celis-Morales C. A., Katikireddi S. V., Niedzwiedz C. L. Vitamin D concentrations and COVID-19 infection in UK Biobank. *Diabetes Metab Syndr*. 2020. N 14 (4). P. 561-565.
18. D'Avolio A., Avataneo V., Manca A., Cusato J., De Nicolò A., Lucchini R. et al. 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Lower in Patients with Positive PCR for SARS-CoV-2. *Nutrients*. 2020. N 12 (5). P. 1359.
19. De Smet D., De Smet K., Herroelen P., Gryspeerdt S., Martens G. A. Vitamin D deficiency as risk factor for severe COVID-19: a convergence of two pandemics. *MedRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.05.01.20079376.
20. Loeb M., Dang A. D., Thiem V. D., Thanabalan V., Wang B., Nguyen N. B. Effect of Vitamin D supplementation to reduce respiratory infections in children and adolescents in Vietnam: A randomized controlled trial. *Influenza Other Respir Viruses*. 2019. N 13 (2). P. 176-183.
21. Zhou J., Du J., Huang L., Wang Y., Shi Y., Lin H. Preventive Effects of Vitamin D on Seasonal Influenza A in Infants: A Multicenter, Randomized, Open, Controlled Clinical Trial. *Pediatr Infect Dis J*. 2018. N 37 (8). P. 749-754.
22. Aglipay M., Birken C. S., Parkin P. C., Loeb M. B., Thorpe K., Chen Y. Effect of High-Dose vs Standard-Dose Wintertime Vitamin D Supplementation on Viral Upper Respiratory Tract Infections in Young Healthy Children. *JAMA*. 2017. N 318 (3). P. 245-254.
23. Сайт Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). URL: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
24. Притульська Н. В., Гуліч М. П., Мотузка Ю. М. та ін. Ентеральна нутритивна підтримка населення в умовах надзвичайних ситуацій: монографія. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2018. 280 с.
25. Kodish S. R., Simen-Kapeu A., Beauliere J.-M., Ngnie-Teta I., Jalloh M. B., Pyne-Bailey S. et al. Consensus building around nutrition lessons from the 2014–16 Ebola virus disease outbreak in Guinea and Sierra Leone. *Health Policy and Planning*. 2019. Vol. 34. Issue 2. P. 83-91. URL: <https://doi.org/10.1093/heapol/czy108>.
26. Centers for Disease Control Prevention (CDC). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). URL: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>.

27. Детоксикационное питание; под ред. Т. Т. Пилат. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 688 с.
28. Федорова Д. В., Кравченко М. Ф., Карпенко П. А., Медведева А. А. и др. Фундаментальные и прикладные аспекты современных эколого-биологических исследований: колл. монография. Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2015. 226 с.
29. Притульська Н., Карпенко П., Кравченко М., Федорова Д., Мотузка Ю., Гніцевич В. та ін. Концептуальні засади розробки продуктів для харчування військовослужбовців в екстремальних умовах. *ScienceRise*. 2017. N 10 (39). С. 31-41.
30. Федін А. І. Оксидантний стрес і застосування антиоксидантів в неврології. URL: <http://medic.ua/bolezni/oksidantnyi-stress-i-primenenie-antioksidantov>.
31. Ellis E. How to keep Your Immune System Healthy. Eat Right. *Academy of Nutrition and Dietetics*. URL: <https://www.eatright.org/health/wellness/preventing-illness/how-to-keep-your-immune-system-healthy>.
32. Suzuki Yuichiro J., Shults Nataliia V. Antioxidant Regulation of Cell Reprogramming. *Antioxidants*. 2019. N 8 (8). P. 323. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox8080323>.
33. Zheltova A., Kharitonova M., Iezhitsa I., Spasov A. Magnesium deficiency and oxidative stress: an update. *Biomedicine (Taipei)*. 2016. N 6 (4). P. 20. doi: 10.7603/s40681-016-0020-6.
34. Shahi A., Aslani S., Ataollahi M., Mahmoudi M. The Role of Magnesium in Different Inflammatory Diseases. *Inflammopharmacology*. 2019. N 27 (4). P. 649-661. doi: 10.1007/s10787-019-00603-7.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2020.

**Karpenko P., Prytulska N., Fedorova D. Nutrition of humans with COVID-19 viral infection.**

**Background.** The most pressing global problem today is overcoming the Covid-SARS-2 pandemic which has spread at extraordinary speed, reaching 6 continents within 3 months, transforming our society around the world. In order to solve the complex problem of human life and health safety, which is facing many scientific groups today, in our opinion, there is a system and acceptability of existing research results. One of the chains of the patient's treatment strategy is his nutrition. In this context, diet therapy can have a significant impact on improving the course of the disease and speeding up the recovery of those who have already contracted COVID-19, and a healthy diet and antioxidant nutritional support can be an effective preventive measure.

*The aim* of the study is to substantiate the ways of alimentary correction of the diet of patients with corona virus infection COVID-19, which will contribute to the nutritional support of the normal functioning of organs and systems of the body.

**Materials and methods.** Theoretical methods (analysis and generalization of literature sources) – to reveal the essence of the problem and determine the directions of its solution. The information of the literature sources, which offered evidence-based approaches and directions of alimentary correction of metabolic disorders as a result of action of viral infections and their consequences for a human body is generalized. The directions of metabolic disorders in the human body due to viral infections – the influence of endotoxins, hypermetabolism, the mechanisms of oxidative stress and antioxidant defense of the body were investigated.

**Results.** The results of scientific researches are analyzed, in which the physiological and hygienic substantiation of directions of alimentary correction of food ration and needs of nutritious support of normal functioning of organs of patients exposed to negative influence of extreme and stress factors, in particular viral infections is discretely given. In the context of the above, it is important to use the principles of detoxification and immuno-protective nutrition.

Taking into account modern scientific data, the diet of patients with corona virus infection is recommended and the expediency of using the principles of detoxification nutrition against the background of nutritional support of the cardiovascular, immune and bronchopulmonary systems of the human body is proposed, the approximate diet of a health food for patients (adult population) is offered.

**Conclusion.** The results of scientific research show that viral infections in the human body as a result of oxidative stress are significant violations of metabolic processes and suppressed the function of antioxidant defense of the body.

The effect of *COVID-19* on the human body is accompanied by very dynamic disorders of the bronchopulmonary, cardiovascular, digestive and excretory systems. As a result, therapeutic measures should be comprehensive, among which an important role is given to the alimentary factor. The action of the latter should provide the main groups of food properties, such as: nutritional, regulatory, sensory and cognitive.

Possible ways of correction of human nutrition in the conditions of spread of corona virus infection are scientifically substantiated. The expediency of using the principles of detox nutrition on the background of nutritional support of the cardiovascular, immune, bronchopulmonary and digestive systems of the human body has been established.

An approximate health-improving diet for people with *COVID-19* has been proposed. At the same time, it is necessary to take into account the individual characteristics of the disease and health status, the presence of comorbidities and complications, which requires individualization of the approach to the preparation of the human diet.

**Keywords:** corona virus infection COVID-19, alimentary correction, detox nutrition, nutritional support, immune, cardiovascular, bronchopulmonary system, digestive system, health diet.

## REFERENCES

1. Fauci, A. S., Lane, H. C., & Redfield, R. R. (2020). COVID-19 – Navigating the Uncharted. *N Engl J Med*, 382 (13), 1268-1269 [in English].
2. *COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)*. Retrieved from <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [in English].
3. Yancy, C. W. (2020). COVID-19 and African Americans. *JAMA*, 323 (19), 1891-1892 [in English].
4. CDC COVID-19 Response Team. Severe Outcomes Among Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). (2020). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 69 (12), 343-346 [in English].
5. Panarese, A., & Shahini, E. (2020). Letter: COVID-19, and vitamin D. *Aliment Pharmacol Ther*, 51 (10), 993-995. doi: 10.1111/apt.15752 [in English].
6. *Sajt Ministerstva ohorony zdorov'ja Ukrai'ny [Website of the Ministry of Health of Ukraine]*. Retrieved from <https://moz.gov.ua/koronavirus-2019-ncov> [in Ukrainian].
7. Karpenko, P. O., Prytul's'ka, N. V., Kravchenko, M. F., & Fedorova, D. V. (2019). *Ozdoorovche harchuvannja [Health food]*. Kyi'v: Kyi'vs'kyj nacional'nyj tovgovel'no-ekonomichnyj universytet [in Ukrainian].
8. Ilie, P. C., Stefanescu, S., & Smith, L. (2020). The Role of Vitamin D in the Prevention of Coronavirus Disease 2019 Infection and Mortality. *Aging Clin Exp Res*. doi: 10.1007/s40520-020-01570-8 [in English].

9. Rhodes, J. M., Subramanian, S., Laird, E., & Kenny, R. A. (2020). Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North supports vitamin D as a factor determining severity. *Aliment Pharmacol Ther.* doi: 10.1111/apt.15777 [in English].
10. Garg, M., Al-Ani, A., Mitchell, H., Hendy, P., & Christensen, B. (2020). Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North-supports vitamin D as a factor determining severity. Authors' reply. *Aliment Pharmacol Ther.* doi: 10.1111/apt.15796 [in English].
11. Palaiodimos, L., Kokkinidis, D. G., Li, W., Karamanis, D., Ognibene, J., & Arora, S. (2020). Severe obesity is associated with higher in-hospital mortality in a cohort of patients with COVID-19 in the Bronx, New York. *Metabolism.* doi: 10.1016/j.metabol.2020.154262 [in English].
12. Simonnet, A., Chetboun, M., Poissy, J., Raverdy, V., Noulette, J., Duhamel, A. et al. (2020). High prevalence of obesity in severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) requiring invasive mechanical ventilation. *Obesity (Silver Spring).* doi: 10.1002/oby.22831 [in English].
13. Bell, N. H. (1985). Vitamin D-endocrine system. *J Clin Invest*, 76 (1), 1-6 [in English].
14. Rafiq, S., & Jeppesen, P. B. (2018). Body Mass Index, Vitamin D, and Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 10 (9), 1182 [in English].
15. Bassatne, A., Chakhtoura, M., Saad, R., & El-Hajj Fuleihan, G. (2019). Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials. *Metabolism*, 92, 193-205 [in English].
16. Darling, A. L., Ahmadi, K. R., Ward, K. A., Harvey, N. C., Alves, A. C., Dunn-Waters, D. K. et al. (2020). Vitamin D status, body mass index, ethnicity and COVID-19: Initial analysis of the first-reported UK Biobank COVID-19 positive cases (n 580) compared with negative controls (n 723). *MedRxiv.* doi: 10.1101/2020.04.29.20084277 [in English].
17. Hastie, C. E., Mackay, D. F., Ho, F., Celis-Morales, C. A., Katikireddi, S. V., & Niedzwiedz, C. L. (2020). Vitamin D concentrations and COVID-19 infection in UK Biobank. *Diabetes Metab Syndr*, 14 (4), 561-565 [in English].
18. D'Avolio, A., Avataneo, V., Manca, A., Cusato, J., De Nicol, A., Lucchini, R. et al. (2020). 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Lower in Patients with Positive PCR for SARS-CoV-2. *Nutrients*, 12 (5), 1359 [in English].
19. De Smet, D., De Smet, K., Herroelen, P., Gryspeerdt, S., & Martens, G. A. (2020). Vitamin D deficiency as risk factor for severe COVID-19: a convergence of two pandemics. *MedRxiv.* doi: 10.1101/2020.05.01.20079376 [in English].
20. Loeb, M., Dang, A. D., Thiem, V. D., Thanabalan, V., & Wang, B., Nguyen N. B. (2019). Effect of Vitamin D supplementation to reduce respiratory infections in children and adolescents in Vietnam: A randomized controlled trial. *Influenza Other Respir Viruses*, 13 (2), 176-183 [in English].
21. Zhou, J., Du, J., Huang, L., Wang, Y., Shi, Y., & Lin, H. (2018). Preventive Effects of Vitamin D on Seasonal Influenza A in Infants: A Multicenter, Randomized, Open, Controlled Clinical Trial. *Pediatr Infect Dis J*, 37 (8), 749-754 [in English].
22. Aglipay, M., Birken, C. S., Parkin, P. C., Loeb, M. B., Thorpe, K., & Chen, Y. (2017). Effect of High-Dose vs Standard-Dose Wintertime Vitamin D Supplementation on Viral Upper Respiratory Tract Infections in Young Healthy Children. *JAMA*, 318 (3), 245-254 [in English].
23. *Sajt Vsemirnoj organizacii zdravoohraneniya (VOZ) [ World Health Organization (WHO) website]*. Retrieved from <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> [in Russian].
24. Prytul's'ka, N. V., Gulich, M. P., Motuzka, Ju. M. et al. (2018). *Enteral'na nutrytyvna pidtrymka naseleennja v umovah nadzvyčajnyh sytuacij [Enteral nutritional support of the population in emergency situations]*. Kyi'v: Kyi'vs'kyj nacional'nyj torgovel'no-ekonomichnyj universytet [in Ukrainian].



25. Kodish, S. R., Simen-Kapeu, A., Beauliere, J.-M., Ngnie-Teta, I., Jalloh, M. B., Pyne-Bailey, S. et al. (2019). Consensus building around nutrition lessons from the 2014–16 Ebola virus disease outbreak in Guinea and Sierra Leone. *Health Policy and Planning*. (Vol. 34). (Issue 2), (pp. 83-91). Retrieved from 10.1093/heapol/czy108 [in English].
26. Centers for Disease Control Prevention (CDC). *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html> [in English].
27. *Detoksikacionnoe pitanie [Detox nutrition]*. (2012). T. T. Pilat (Ed.). Moscow: GJeOTAR-Media [in Russian].
28. Fedorova, D. V., Kravchenko, M. F., Karpenko, P. A., Medvedeva, A. A. et al. (2015). *Fundamental'nye i prikladnye aspekty sovremennyh jekologo-biologicheskikh issledovanij [Fundamental and applied aspects of modern ecological and biological research]*. Odessa: KUPRIENKO SV [in Russian].
29. Prytul's'ka, N., Karpenko, P., Kravchenko, M., Fedorova, D., Motuzka, Ju., Gnivevych, V. et al. (2017). Konceptual'ni zasady rozrobky produktiv dlja harchuvannja vijs'kovosluzhbovciv v ekstremal'nyh umovah [Conceptual principles of food development for servicemen in extreme conditions]. *ScienceRise*, 10 (39), 31-41 [in Ukrainian].
30. Fedin, A. I. *Oksydantnyj stres i zastosuvannja antyoksydantiv v nevrologii' [Oxidative stress and the use of antioxidants in neurology]*. Retrieved from <http://medic.ua/bolezni/oksidantnyy-stress-i-primenenie-antioksidantov> [in Ukrainian].
31. Ellis, E. How to keep Your Immune System Healthy. Eat Right. *Academy of Nutrition and Dietetics*. Retrieved from <https://www.eatright.org/health/wellness/preventing-illness/how-to-keep-your-immune-system-healthy> [in English].
32. Suzuki Yuichiro, J., & Shults, Nataliia V. (2019). Antioxidant Regulation of Cell Reprogramming. *Antioxidants*, 8 (8), 323. doi: 10.3390/antiox8080323 [in English].
33. Zheltova, A., Kharitonova, M., Iezhitsa, I., & Spasov, A. (2016). Magnesium deficiency and oxidative stress: an update. *Biomedicine (Taipei)*, 6 (4), 20. doi: 10.7603/s40681-016-0020-6 [in English].
34. Shahi, A., Aslani, S., Ataollahi, M., & Mahmoudi, M. (2019). The Role of Magnesium in Different Inflammatory Diseases. *Inflammopharmacology*, 27 (4), 649-661. doi: 10.1007/s10787-019-00603-7 [in English].

# РИНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 338.47:656.615(477) DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)02](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)02)

**Анна ЗІМІНА** к. е. н., доцент кафедри  
торговельного підприємництва та логістики  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна  
*E-mail:* [a.zimina@knute.edu.ua](mailto:a.zimina@knute.edu.ua)  
*ORCID:* 0000-0002-4911-0054

**Світлана ЛИСА** к. е. н., доцент кафедри  
торговельного підприємництва та логістики  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна  
*E-mail:* [s.lysa@knute.edu.ua](mailto:s.lysa@knute.edu.ua)  
*ORCID:* 0000-0001-7967-7222

## МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ "ЄДИНОГО ВІКНА" В ПОРТАХ УКРАЇНИ

*Досліджено методологічні та практичні аспекти реалізації принципів "єдиного вікна" в портах України з метою впровадження системи спрощення процедур обслуговування вантажопотоків. Визначено характерні риси поступових етапів застосування "єдиного вікна" в Україні. Вивчено дані обробки консолідованих вантажів у контейнерах у системі "єдиного вікна" через головні українські порти. Обґрунтовано напрями розвитку обслуговування вантажно-транспортних операцій із використанням системи "єдиного вікна".*

*Ключові слова:* система "єдиного вікна", логістичні посередники, контейнерні перевезення, експедитор, мультимодальні перевезення, комплектація вантажів, транспортна інфраструктура, транспортний коридор.

*Зимина А., Лыся С. Механизм функционирования "единого окна" в портах Украины. Исследованы методологические и практические аспекты реализации принципов "единого окна" в портах Украины с целью внедрения системы упрощения процедур обслуживания грузопотоков. Определены характерные черты постепенных этапов применения "единого окна" в Украине. Изучены данные обработки консолидированных грузов в контейнерах в системе "единого окна" через главные украинские порты. Обоснованы направления развития обслуживания погрузочно-транспортных операций с использованием системы "единого окна".*

*Ключевые слова:* система "единого окна", логистические посредники, контейнерные перевозки, экспедитор, мультимодальные перевозки, комплектация грузов, транспортная инфраструктура, транспортный коридор.

© Анна Зіміна, Світлана Лиса, 2020

**Постановка проблеми.** Сучасний розвиток економічних відносин між учасниками бізнес-процесів передбачає визначення ключових питань організації вантажно-транспортних перевезень та обробки вантажів у рамках усунення перешкод на шляху міграції через митні кордони товарів, послуг й інших факторів виробництва. У контексті впровадження принципів європейської інтеграції постає питання розв'язання проблем, пов'язаних із систематизацією й уніфікацією певних правил та вимог щодо здійснення операцій документообігу, митних формальностей, ведення статистичної звітності, аналізу обсягів потоків експорту, імпорту, транзиту вантажів, сплати податків й інших платежів відповідно до національної нормативно-законодавчої бази в ланцюгах постачання. Комплекс цих операцій акумулюється безпосередньо в пунктах перевалки вантажу, а саме: в мультимодальних транспортних терміналах, портах, на залізничних станціях, в авіаційних портах, прикордонних митних службах.

Налагодження загальнонаціонального підходу до послідовності процесів і процедур митних формальностей має стати цілісним механізмом регулювання через "єдине вікно" перетину кордону, який сприяє прозорості, швидкості, простоті та надійності у виконанні вантажо-перевезень і водночас забезпечує державний контроль та рівноправність усіх учасників економічних відносин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасній економічній літературі досліджуються можливості запровадження найбільш дієвих інструментів функціонування механізму вдосконалення процедур перевалки вантажів, супроводжувальних операцій та надання доступної, вірогідної й достатньої інформації всім зацікавленим сторонам цих процесів. Питанню підвищення якості обслуговування вантажопотоків у своїх наукових працях приділяло увагу чимало вчених, як-от: В. Б. Авер'янов, В. В. Барабаш, Г. С. Григор'єв, О. О. Платонов [1], Ю. І. Пивовар [2], О. Г. Казаченко, Є. С. Куценко, І. М. Сокур, О. В. Лаврухін, Р. Лящук, І. О. Федотова [3], Л. Г. Харсун [4, с. 112–120]. Практика "єдиного вікна" в міжнародній торгівлі характеризується в однойменній статті О. О. Платонова [1], де висвітлюються майбутні перспективи впровадження цієї системи в Україні, а також переваги над чинною громіздкою та довготривалою процедурою митних формальностей й операцій вантажообробки. Оцінка ринку адміністративних послуг відображена в статті Ю. І. Пивовара [2]. У роботі І. О. Федотової [3] систематизовано інструменти правового регулювання процедур надання адміністративних послуг митними органами України на принципах "єдиного вікна".

Проблема формалізації системи "єдиного вікна" в Україні сьогодні є на початковій стадії вивчення та впровадження, потребує опрацювання чіткої стратегії її застосування в нашій країні. Попри значну кількість досліджень митного законодавства, принципів створення "єдиного вікна" в портах України залишається багато невіршених

питань. Зокрема, використання програмних комплексів має й низку негативних аспектів, як-от: закріплення в нормативно-правових актах механізму функціонування інформаційної системи портового співтовариства (ІСПС), доступу суб'єктів господарювання до системи.

З огляду на актуальність проблеми дослідження основною метою статті є узагальнення методологічних і практичних положень вивчення теорії та практики реалізації принципів "єдиного вікна" в супроводженні вантажно-транспортних перевезень, обробки та перевалки контейнерних і генеральних вантажів через порти України.

**Матеріали та методи.** Методами дослідження є аналіз динаміки показників, що характеризують обсяги вантажообробки в портах та терміналах; системний ситуаційний та динамічний підходи до оцінки функціоналу портів у логістичних системах; методи систематизації, ідентифікації, класифікації й угруповання; порівняння характеристик потенціалу та специфічних властивостей портових вантажних терміналів, визначення взаємозв'язків і залежності між причинно-наслідковими явищами економічного розвитку країни.

**Результати дослідження.** Нагальне питання розширення межі використання потенціалу українських вузлів переробки та перевалки вантажів міжнародної та внутрішньої торгівлі потребує визначення принципів й умов, а також оцінки факторів впливу та ресурсів для забезпечення налагодженої системи фіксації обсягів, показників і критеріїв сервісів порту. За рекомендаціями європейської економічної комісії ООН "єдине вікно" визначається як система, яка дає змогу сторонам, що беруть участь у торговельних і транспортних операціях [3], надавати стандартизовану інформацію та документи з використанням єдиного пропускового каналу з метою виконання всіх регулювальних вимог щодо імпорту, експорту та транзиту вантажів.

Спрощення процедур торгівлі через "єдине вікно" має сприяти поліпшенню торговельного клімату, здійсненню операцій транспортування, експедирування, переробки, консолідації та розукрупнення вантажів у місцях перевалки вантажних потоків сировини, матеріалів, незавершеного виробництва та готової продукції, а також оформлення транспортних засобів, контейнерів, суден й інших вантажних місць.

Варто зазначити запровадження українського досвіду в застосуванні нового уніфікованого механізму "єдиного вікна", що відбулося за сприяння Українського національного комітету Міжнародної торгової палати (*ICC Ukraine*), Національного інституту стратегічних досліджень, Державної митної служби України та представників українського бізнесу. Запропоновано експериментальний проєкт провадження українського досвіду в застосуванні нового уніфікованого механізму "Єдине вікно – локальне рішення провадження українського досвіду в застосуванні нового уніфікованого механізму", який спрямований на гармонізацію торговельних процедур у єдиному форматі, про що свідчать дані, які надає Держстат України.

Принцип створення в портах єдиної інформаційної системи портового співтовариства визначає основні засади для так званого очищення імпорту, експорту та транзиту, деталізує процес гармонізації даних під час здійснення обміну інформацією між учасниками, потребує аналізу підготовленості правової системи для впровадження "єдиного вікна" в країні чи певному регіоні.

Система дасть змогу всім суб'єктам зовнішньоекономічної діяльності – учасникам транспортного процесу надавати інформацію одночасно, до єдиного місця, в стандартизованій формі та одному агентству, установі, організації незалежно від форм власності. Така система єдиного інформаційного співтовариства застосовується в найбільш розвинених портах, аеропортах та інших інтенсивних пунктах перетину кордонів у світі: Гамбург (Німеччина), Роттердам (Нідерланди), Антверпен (Бельгія), Фелкстоу (Велика Британія), Гавр, Марсель (Франція), Барселона, Більбао (Іспанія). На базі поєднання зусиль країн засновано Асоціацію європейського інформаційного співтовариства – *European Port Community Systems*, головною метою якої є розбудова електронної логістики в усіх європейських портах, підвищення ефективності морських перевезень, експедиторської та логістичної діяльності в Євросоюзі.

Впровадження цієї системи на локальному рівні з перспективою створення національного "єдиного вікна" наблизить Україну до стратегії розвитку торгівлі Євросоюзу на підставі обміну інформацією, базуючись на стандартах ООН, СОТ, ЮНКТАД та Всесвітньої митної організації.

Існує думка про те, що створення єдиної інформаційної системи на базі портів Одеського регіону має бути максимально вигідним не тільки для суб'єктів бізнес-операцій, а й для контролювальних органів держави [1, с. 39]. Також це позитивно вплине на розвиток Одеси як вагомого вузла логістичного ланцюга значних транспортних коридорів між Півднем та Північчю Європи, між Європою та Азією. Так, Міжнародна асоціація систем портового співтовариства (*IPCSA*) визначає ІСПС як відкриту електронну платформу, яка дає безпечний обмін інформацією між державними й приватними суб'єктами господарювання, для підвищення ефективності та конкурентоздатності у портових спільнотах. Документи й інформація можуть бути поєднані електронним способом для кращої та швидшої координації серед усіх цих зацікавлених сторін у портовому співтоваристві.

Застосування ІСПС, досвід роботи якої в морських портах пов'язаний з автоматизацією процедур митного контролю та митного оформлення водних транспортних засобів і товарів, що переміщуються ними, характеризується й низкою негативних аспектів, зокрема: ІСПС є інформаційною базою, що накопичує інформацію, яка, з погляду державних органів, є інформацією з обмеженим доступом, а з погляду підприємців – комерційною таємницею, яка може мати несанкціоновані

джерела. Аналізуючи практику здійснення митного контролю та митного оформлення в портах, варто зазначити, що вона є недостатньо ефективною, що значною мірою зумовлено й тим, що посадові особи митниці вимушені одночасно працювати з декількома програмними комплексами, а саме: Єдиною автоматизованою інформаційною системою ДФС (ЄАІС); вебресурсом "Єдине вікно для міжнародної торгівлі"; ІСПС; Журналом обліку контейнерів (Одеська митниця). Це, своєю чергою, не дає змоги повноцінного доступу посадових осіб митниці призначення до відомостей про товари та товаросупровідні документи на них, які надавалися морськими агентами, експедиторами й декларантами в портах.

Динаміку вантажообігу Одеського морського регіону за кількістю оброблених контейнерів та нарядів митної служби зображено в *табл. 1* (Одеський порт), *табл. 2* (порт "Південний"), *табл. 3* (порт "Чорноморськ").

Таблиця 1

**Вантажообіг порту Одеса за січень – червень 2019 р.**  
(одиниць 20-футових контейнерів *TEU*, кількість нарядів митного контролю)

Видано митницею дозволів		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
Всього,	Наряди	8 851	8 773	9 681	9 863	11 382	9 593	
	Контейнери	19 989	18 323	21 218	20 382	22 071	17 851	
з них:	у ДП "АМПУ"	Наряди	54	66	81	97	89	60
		Контейнери	139	180	195	227	184	170
	автомобільним транспортом	Наряди	8 292	8 371	9 223	9 371	10 856	9 148
		Контейнери	16 150	15 951	17 801	17 217	18 368	15 278
	залізничним транспортом	Наряди	547	387	444	467	508	426
		Контейнери	3 772	2 282	3 326	3 054	3 640	2 487
Всього на навантаження транспортних засобів,	Наряди	7 504	7 302	8 225	8 214	9 366	8 322	
	Контейнери	12 451	12 153	13 822	14 201	14 009	13 247	
з них:	автомобільним транспортом	Наряди	7 198	7 049	7 994	7 923	9 366	8 050
		Контейнери	11 353	11 173	12 772	12 760	12 993	12 212
	залізничним транспортом	Наряди	296	244	222	278	252	257
		Контейнери	1 043	934	1 011	1 394	1 175	988

Джерело: статистика ІСПС за 2019 р.

У динаміці загальної кількості оброблених контейнерів в Одеському порту за I півріччя 2019 р. спостерігається поступове повільне зростання з січня по травень, у червні – спад. Щодо обробки контейнерів за видами транспорту, то найбільшу частину становлять контейнери, які надходять автомобільним транспортом, пік обробки приходить на травень. Найбільша кількість контейнерів, що прибували залізницею, припадає на січень; морем – на квітень. Відстеження динаміки завантаження порту дасть змогу планувати та координувати роботу портового комплексу з надання сукупних сервісів із перевалки вантажів.

Загальна кількість оброблених контейнерів в Одеському порту за I півріччя 2019 р. становила 119 834 одиниць (100 765 одиниць з автомобільного транспорту, 18 561 – із залізниці, 1 095 – з морського сполучення).

На жаль, порти України за своїми технічними параметрами не в змозі приймати великі контейнеровози, лише фідерні судна обслуговуються на українських портових причалах. Варто сподіватися на вагомій фінансовій вливання з боку зацікавлених інвесторів та обіцянки міністра інфраструктури України щодо програм реструктуризації портового комплексу України.

Представлено динаміку статистики вантажообігу другого за обсягами вантажообробки порту України "Південний" (див. *табл. 2*). Як бачимо, обробляються контейнери, які надійшли автомобільним та залізничним транспортом.

Таблиця 2

**Вантажообіг порту "Південний" за січень – червень 2019 р.  
(одиниць 20-футових контейнерів TEU, кількість нарядів митного контролю)**

Видано митницею дозволів		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
Всього,	Наряди	1 458	1 548	1 685	1 328	1 767	1 422	
	Контейнери	3 691	3 644	4 218	3 238	4 339	3 611	
з них:	автомобільним транспортом	Наряди	1 061	1 148	1 285	990	1 270	963
		Контейнери	2 501	2 359	2 889	2 015	2 704	1 983
	залізничним транспортом	Наряди	391	395	397	335	491	445
		Контейнери	1 183	1 279	1 326	1 220	1 629	1 614
Всього на навантаження транспортних засобів,	Наряди	1 436	1 528	1 689	1 300	1 732	1 459	
	Контейнери	3 657	3 619	4 241	3 166	4 196	3 785	
з них:	автомобільним транспортом	Наряди	1 038	1 131	1 285	976	1 232	994
		Контейнери	2 464	2 339	2 905	1 973	2 578	2 120
	залізничним транспортом	Наряди	392	392	4001	321	494	451
		Контейнери	1 186	1 274	1 333	1 190	1 612	1 651

Джерело: статистика ІСПС за 2019 р.

У порту "Чорноморськ" (див. *табл. 3*) оброблено лише контейнери, які прибули автомобільним транспортом. За I півріччя 2019 р. їхня кількість становила 119 одиниць.

Таблиця 3

**Вантажообіг порту "Чорноморськ" за січень – червень 2019 р.  
(одиниць 20-футових контейнерів TEU, кількість нарядів митного контролю)**

Видано митницею дозволів		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
Всього,	Наряди	–	18	2	1	10	4
	Контейнери	–	86	7	1	15	10
з них автомобільним транспортом	Наряди	–	18	2	1	10	4
	Контейнери	–	86	7	1	15	10
Всього на навантаження транспортних засобів,	Наряди	–	–	–	–	5	2
	Контейнери	–	–	–	–	8	5
з них автомобільним транспортом	Наряди	–	–	–	–	5	–
	Контейнери	–	–	–	–	8	–

Джерело: статистика ІСПС за 2019 р.

Саме система "єдиного вікна" дає змогу отримувати, систематизувати й аналізувати інформацію для спостереження за реальним станом кількості вантажообробки в місцях перевалки та прийняття рішень щодо оптимізації потоків вантажів й операцій у портах.

У перспективі таку систему планується розповсюдити на всю Україну, що надасть реальний поштовх розвитку сприятливого правового простору, гармонізації обміну даними між бізнес-партнерами транспортного процесу та державними контролювальними органами на рівні світових стандартів. Крім того, створення національного "єдиного вікна" стане першим кроком до позитивних зрушень стосовно інтеграції з Європою на рівні міжнародних ланцюгів постачання товарів, обмеження бюрократії та боротьби з корупцією.

До недавнього часу весь документообіг у портах України, який фіксував планування операцій із вантажами, здійснювався в паперовому вигляді, що є морально застарілим форматом, залежним від людського фактора [2]. Розвиток інформаційних технологій уможливив змінити наявну систему й перейти на якісно новий рівень обслуговування вантажопотоків.

Стара система отримання та накопичення інформації передбачала дуже складні відносини між товаровідправниками, отримувачами товару, наземними перевізниками, стивідорами, митницями, водними перевізниками, морськими агентствами, експедиторами, портовими адміністраціями через послідовні та паралельні дії з взаємного листування й формалізації документів. Оптимізація потоків інформації із застосуванням ІСПС дасть змогу переформувати вектори потоків інформації та акумулювати її в зручному форматі з метою мінімізації паперового документообігу й отримання оперативної, коректної та легітимної інформації всіма учасниками транспортного процесу, забезпечення оптимізації технологічних процесів у порту, а також скорочення часу операцій.

Основними напрямками запровадження системи "єдиного вікна" є такі:

- проведення аналізу й оптимізації схем бізнес-процесів у морських пунктах пропуску;
- складання матриці функціонування всіх ланок процесу оформлення вантажів та суден;
- визначення етапів впровадження проєкту портового співтовариства: технологічні схеми, контрольні процедури, стивідорні операції, інфраструктура порту тощо.

Загальна модель "єдиного вікна" передбачає комплексну систему, яка дасть змогу всім учасникам бізнес-процесів надавати й отримувати доступну потрібну інформацію одночасно в єдиному місці, в стандартизованій формі та в одному агентстві [3]. А також, якщо інформація представлена в електронному вигляді, її потрібно надавати тільки одноразово відповідно до рекомендацій Європейської економічної комісії ООН.



До цілей введення цієї системи можна віднести: пришвидшення та спрощення потоків інформації між учасниками бізнес-процесів та держорганів; забезпечення отримання доступу до необхідної інформаційної бази певним держвідомствам.

"Єдине вікно" можна розглядати як комунікатор та шлюз-портал для вузлів накопичення й систематизації інформаційних потоків, що забезпечують транспортно-експедиторські операції в ланцюгах постачання, а також інструмент:

- надання послуг для користувачів при виконанні митних формальностей;
  - узгодження процесу декларування вантажів;
  - надання додаткових даних і форм документів;
  - дематеріалізації сертифікатів та інших документів;
  - системи управління ризиками;
  - обміну інформацією між контролювальними органами;
  - здійснення електронних платежів на рахунок дохідних статей бюджету держави;
- стандартизації й гармонізації даних для міжнародної торгівлі.

*Регіональна система інформаційного обміну* формується як інтегрована національна логістична інформаційна платформа трейдерів та логістичних провайдерів, повітряних і морських портових співтовариств та органів держрегулювання. Впровадження так званої безпаперової митниці зі сплатою мит електронним листом забезпечить скасування ризиків для всіх зацікавлених сторін [4]. Водночас головними учасниками бізнес-процесів є зони вільної торгівлі, адміністрації портів, суднові агентства, оператори терміналів, експедитори, експортери/імпортери, митні брокери.

**Висновки.** Інформаційна система портового співтовариства – це електронна система, яка надає електронні записи й електронні цифрові підписи, персоналізує кожного учасника процесу митного оформлення вантажів. Впровадження такої спеціальної форми електронного документообігу трансформує всі процеси в зручні для користувача. А доступність інформації для оперативного аналізу підвищує прозорість та безпеку. Фактично інтегрована платформа інформаційної системи портового співтовариства як елемент транспортного коридору підвищує ефективність роботи комплексного процесу функціонування "єдиного вікна". Як площадка взаємодії вона надає кожному учаснику додаткові переваги: держава отримує підвищення персональної відповідальності посадових осіб під час митного оформлення вантажу через використання електронної фіксації запису. Вантажовласник економить час, ресурси та працює в простій прозорій системі, має дані в будь-який момент часу щодо того, на якій стадії митного оформлення є наразі замовлення на видачу вантажу встановлених видів

і форм контролю, а також має можливість захистити свої права на основі документів, які отримано інформаційною системою портового співтовариства, та здійснювати контроль над процесами руху вантажів.

Пункт пропуску або порт оптимально використовує власну господарську територію зі зростанням обсягів вантажообігу. Все це збільшує доходи бюджету та сприяє розвитку економіки України. Після внесення вантажовласником даних у систему активізується ланцюг взаємозв'язків, які поєднують фізичну працю інспекторів із віртуальною працею персоналу з митного оформлення [5]. Вантажовласник фактично отримує можливість контролювати справедливість прийняття рішень стосовно власного вантажу.

Отже, впровадження системи "єдиного вікна" забезпечить найоптимальнішу процедуру перетину митного кордону, прозорість і чіткість здійснення комплексу логістичних операцій, а також виконання фіскальної функції для поповнення бюджету держави. Принципи швидкості, надійності та професіоналізму реалізовуватимуться внаслідок уніфікації електронної звітності, яка надаватиметься до державних органів виконавчої влади в електронному вигляді, формуватимуть відповідні функціональні й технічні вимоги до автоматизованої системи надання звітності.

Основними вигодами для держави стануть більш ефективний і раціональний розподіл ресурсів; усунення проблеми недоотримання доходів; більш суворе виконання вимог торговими підприємствами; посилення безпеки; підвищення сумлінності й транспарентності. Також, за висновками експертів та досвідом розвинених країн, відбуватиметься зменшення витрат завдяки зменшенню затримок постачання; прискорення митного оформлення й отримання дозволів на відвантаження. Це зробить процес відстеження руху вантажів прозорим, а уніфіковані правила – зрозумілими для всіх учасників.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Платонов О. Практика "єдиного вікна" у міжнародній торгівлі. *Вісник КНТЕУ*. 2013. № 4. С. 37-47.
2. Пивовар Ю. І., Буличева Н. А. Розвиток інституту адміністративних послуг як передумова побудови сервісної держави. *Митна справа*. 2011. № 1 (73). Ч. 2. С.162-167.
3. Федотова І. О. Правове регулювання процедури надання адміністративних послуг митними органами України за принципом "єдине вікно", "єдиний офіс". *Вісник Академії митної служби України*. Серія: Право. 2010. № 1. С. 85-90.
4. Харсун Л. Г. Логістичне обслуговування товаропотоків між Україною та країнами ЄС. *Економіка України*. 2016. № 4 (653). С. 112-121.

5. Key Factors in Establishing Single Windows for Handling Import/Export Procedures and Formalities: Trade Facilitation and the Single Window. New York: United Nations, 2011. 89 p. URL: [https://www.unescwa.org/information/publications/edit/upload/E\\_ESCWA\\_EP\\_GP\\_11\\_5\\_e.pdf](https://www.unescwa.org/information/publications/edit/upload/E_ESCWA_EP_GP_11_5_e.pdf).

*Стаття надійшла до редакції 18.03.2020.*

*Zimina A., Lysa S. The mechanism of functioning of the "Single window" in the ports of Ukraine.*

**Background.** Establishing a nationwide approach to the sequence of processes and procedures of customs formalities should become a holistic mechanism of regulation through the principle of "Single Window" border crossing, which promotes transparency, speed, simplicity and reliability in freight transport, while ensuring state control and equality of all economic relations.

The current stage of economic development requires in-depth research into the possibility of introducing the most effective tools to improve cargo handling procedures, accompanying operations and provide accessible, reliable and sufficient information to all stakeholders.

*The aim* of the article is to study the theory and practice of implementing the principles of the "single window" accompanied by freight transport, handling and transshipment of container and general cargo through the ports of Ukraine.

**Materials and methods.** Analysis of the dynamics of cargo handling volumes in ports; systematic situational and dynamic approaches to assessing the implementation of the "single window" principle; methods of systematization, identification, classification and grouping; comparison; determining the relationships and dependencies between the causal phenomena of economic development.

**Results.** Methodological and practical aspects of the introduction of the "single window" system through the ports of Ukraine in order to implement the principles of optimal operation of the mechanism of servicing cargo flows. The characteristic features of the gradual stages of application of the "single window" in Ukraine are determined. The impact of using the "single window" system for key business partners who perform the functions of handling and transshipment of goods during delivery to destinations is considered. The data of processing of consolidated cargoes in containers which are fixed in the system of "single window" through the main Ukrainian ports: Odessa, Southern, Black Sea are analyzed. The directions of development of service of cargo-transport operations with use of system "single window" are substantiated.

**Conclusion.** The introduction of the "single window" system will provide the most optimal procedure for crossing the customs border, transparency and clarity of the complex of logistics operations, as well as the implementation of the fiscal function to replenish the state budget. The principles of speed, reliability and professionalism will be implemented through the unification of electronic reporting, which will be provided to state executive bodies in electronic form, will form the appropriate functional and technical requirements for the automated reporting system. The main benefits for the state will be a more efficient and rational allocation of resources; elimination of the problem of income shortfall; stricter compliance with the requirements of commercial enterprises; increase security; increase of honesty and transparency. Also, according to experts and the experience of developed countries, there will be a reduction in costs by reducing

supply delays; acceleration of customs clearance and obtaining permits for shipment; transparent tracking of cargo movements and comprehensibility of unified rules by all participants in the process.

*Keywords:* single window system, logistics intermediaries, container transportation, freight forwarder, multimodal transportation, cargo configuration, transport infrastructure, transport corridor.

## REFERENCES

1. Platonov, O. (2013). Praktyka "jedynogo vikna" u mizhnarodnij torgivli [The practice of "single window" in international trade]. *Visnyk KNTEU – Herald of KNUTE*, 4, 37-47.
2. Pyvovar, Ju. I., & Bulycheva, N. A. (2011). Rozvytok instytutu administratyvnyh poslug jak peredumova pobudovy servisnoi' derzhavy [Development of the institute of administrative services as a precondition for building a service state]. *Mytna sprava – Customs affairs*, 1 (73). (Part 2), (pp.162-167).
3. Fedotova, I. O. (2010). Pravove reguljuvannja procedury nadannja administratyvnyh poslug mytnymy organamy Ukrainy za pryncypom "jedyne vikno", "jedynyj ofis" [Legal regulation of the procedure for providing administrative services by the customs authorities of Ukraine on the principle of "single window", "single office"]. *Visnyk Akademii' mytnoi' sluzhby Ukrainy*. Serija: Pravo – *Bulletin of the Academy of Customs Service of Ukraine*. Series: Law, 1, 85-90.
4. Harsun, L. G. (2016). Logistychne obslugovuvannja tovaropotokiv mizh Ukrain'noju ta kraj'namy JeS [Logistics service of trade flows between Ukraine and EU countries]. *Ekonomika Ukrainy – Ukraine economy*, 4 (653), 112-121.
5. *Key Factors in Establishing Single Windows for Handling Import/Export Procedures and Formalities: Trade Facilitation and the Single Window*. New York: United Nations, 2011. Retrieved from [https://www.unescwa.org/information/publications/edit/upload/E\\_ESCWA\\_EP\\_GP\\_11\\_5\\_e.pdf](https://www.unescwa.org/information/publications/edit/upload/E_ESCWA_EP_GP_11_5_e.pdf).

УДК 339.13.021:629.33(477) DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)03)

**Лілія САМСОНОВА** к. е. н., ст. викладач кафедри світової економіки Київського національного торговельно-економічного університету  
E-mail: [lsamsonova@knute.edu.ua](mailto:lsamsonova@knute.edu.ua)  
ORCID: 0000-0002-7285-9549 вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

**Анастасія СЛОБОДЯН** фахівець з управління товарними запасами ТОВ "ВіДі-Пауер"  
E-mail: [anastasiia.slobodian@vidi.ua](mailto:anastasiia.slobodian@vidi.ua) вул. Велика Кільцева, 58, м. Київ, 08131, Україна

## ДЕФОРМАЦІЇ РИНКУ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

*Детально проаналізовано стан ринку легкових автомобілів в Україні. Досліджено показники, як-от: обсяг виробництва, кількісний та вартісний показники імпорту, географічна структура імпорту. Визначено частку імпортованих автомобілів у внутрішніх продажах, структуру випуску галузі за виробниками, ставки ввізних податків на легкові автомобілі, а також структуру ринку за марками автомобілів.*

*Ключові слова:* ринок легкових автомобілів, динаміка виробництва, імпорт легкових автомобілів, митне регулювання, імпортозалежність.

*Самсонова Л., Слободян А. Деформации рынка легковых автомобилей в Украине. Детально проанализировано состояние рынка легковых автомобилей в Украине. Исследованы такие показатели, как объем производства, количественный и стоимостный показатели импорта, географическая структура импорта. Определены доля импортных автомобилей во внутренних продажах, структура выпуска отрасли по видам, ставки ввозных налогов на легковые автомобили, а также структура рынка по маркам автомобилей.*

*Ключевые слова:* рынок легковых автомобилей, динамика производства, импорт легковых автомобилей, таможенное регулирование, импортозависимость.

**Постановка проблеми.** Для економіки України імпортозалежність є яскраво вираженою характеристикою її стану, яка проявилася одразу після набуття незалежності та утвердження принципів ринкових відносин. Негативно, що з кожним роком ситуація все більше погіршується, особливо в тих галузях, в яких, здавалося б, існують усі передумови для внутрішнього виробництва продукції, аналогічної імпортній [1]. З 2007 по 2017 р. в економіці України спостерігалось випереджальне збільшення імпорту проти темпів зростання валового випуску, однак якщо у 2007 р. на кінцеве споживання припадало 17.3 %, на проміжне – 61.3 і на валове нагромадження – 21.4 %, то у 2016 р. структура мала такий вигляд: 61.7, 26.2 та 12.1 % відповідно [2]. Зміна структури імпорту свідчить про те, що з кожним роком у структурі кінцевих споживчих витрат домогосподарств, сектору загального державного управління та некомерційних організацій збільшується частка імпортованих товарів; однак та частина внутрішнього попиту, що задовольняється

за допомогою товарів вітчизняного виробництва, на 61 % складається з імпортованого проміжного споживання, тобто реальний рівень імпортозалежності є значно вищим.

Зростання імпортозалежності посилюється загостренням військово-політичної ситуації всередині держави, скороченням прямого іноземного інвестування, тінізацією бізнес-середовища, деформацією споживчих потреб населення тощо. Варто згадати й про високу енергомісткість виробничих процесів, зношеність основних засобів, занепад галузевої науки, неефективне використання бюджетних коштів, які скеровують на підтримку секторів економіки.

Проблеми високої імпортозалежності національної економіки не розв'язуються й досягненням низької собівартості продукції, зменшенням матеріало- й енергомісткості виробництва чи низькою вартістю робочої сили. Також продовжує реалізовуватися малоефективна протекціоністська політика, за якої часто лобіюються інтереси потужних бізнес-груп, додатково погіршуючи якість і структуру конкурентоспроможного середовища. Зокрема, прикладом є автомобільна галузь, продукція якої не відповідає сформованим ринковим стандартам якості та ціни, а натомість штучно ускладнюється доступ населення до аналогічних імпортованих товарів із вищим рівнем якості [1, с. 102–107].

Ринок легкових автомобілів України є яскравим виразником ситуації хронічної імпортозалежності з боку як споживача, так і національного виробника. За 29 років незалежності в Україні залишилося лише одне підприємство, яке великовузловим складанням виготовляє легкові автомобілі одного відомого іноземного бренду. Це попри те, що Україна є шостою країною в Європі за кількістю населення і десятою за довжиною автомобільних доріг, де рівень автомобілізації можна порівняти з острівною державою Ямайка: кількість автомобілів на 1000 осіб населення становить 201 од. [3]. Парадоксальність ситуації полягає в тому, що незважаючи на активну політику уряду щодо захисту національного автовиробника, місткий внутрішній ринок, наявність великих (містотвірних) автомобільних заводів повного циклу виробництва, автомобільна промисловість України майже припинила своє існування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У своїх наукових працях питання імпортозалежності національної економіки досліджували Т. М. Мельник, К. С. Пугачевська [2]. Вивченням чинників розвитку внутрішнього ринку України займалися вчені, як-от: Т. О. Осташко, В. В. Венгер, Г. В. Ленінова, В. К. Олефір, О. С. Биконя [4], дослідженням стану та виявленням перспектив розвитку автомобілебудівних підприємств України – С. М. Савченко, Л. Г. Столяр. Питання державного регулювання автомобільної галузі в умовах глобалізації досліджує О. П. Савич [5], причинно-наслідкові зв'язки формування попиту на легкові автомобілі в Україні – О. Г. Ніколаєва та В. О. Моценський. Тенденції розвитку національної автомобільної галузі в умовах глоба-

лізаційних процесів визначені в наукових доробках Е. В. Прушківської та О. Д. Варнавського [6]. Проблематику галузевої імпортозалежності у своїх наукових працях розглядали закордонні вчені: Р. Бонфатті, К. Г. О'рурк [7], Р. Могенс [8].

Актуальність дослідження імпортозалежності в галузевому вимірі посилюється також існуванням диференціацій і деформацій у розвитку внутрішнього ринку та їхнім впливом на сучасний стан окремих галузей економіки України. Врахування галузевого аспекту уможливає підвищення ефективності державної політики щодо протидії стану імпортозалежності економіки в цілому.

*Метою статті є дослідження стану імпортозалежності ринку легкових автомобілів України.*

**Матеріали та методи.** Використано методи наукового дослідження, як-от: аналіз, синтез, порівняння, групування, узагальнення, статистичні методи оцінки динаміки та структури. Інформаційна база містить: наукові публікації вітчизняних вчених (монографії, наукову періодику), нормативно-правові акти України, статистичні дані Державної служби статистики, Асоціації автовиробників України "УкрАвтопром", інформаційно-аналітичної групи *AutoConsulting*.

**Результати дослідження.** Обсяги виробництва легкових автомобілів в Україні яскраво презентує статистична інформація щодо випуску продукції за окремими видами економічної діяльності, що представлена на офіційному сайті Державної служби статистики України за 2013–2019 рр. (*табл. 1*).

*Таблиця 1*

#### **Виробництво легкових автомобілів в Україні, 2013–2019 рр.**

Вид транспортного засобу	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Інформація з офіційного сайту Державної служби статистики України</i>							
Легкові автомобілі, од.	45397	25881	*	*	*	*	*
<i>Інформація з офіційного сайту Асоціації автовиробників України "УкрАвтопром"</i>							
Легкові автомобілі, од.	44779	25941	5654	4340	7296	5660	6254

\* З 2015 р. дані щодо виробництва легкових автомобілів не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог Закону України "Про державну статистику" щодо конфіденційності статистичної інформації [9].

*Джерело:* складено авторами за [10;11].

Цікавим є те, що в період занепаду автомобільної промисловості України офіційні дані щодо виробництва легкових автомобілів стали конфіденційними.

Асоціація автовиробників України "УкрАвтопром" не відносить інформацію щодо виробництва транспортних засобів до рангу конфіденційної та оприлюднює щомісячні показники на своєму офіційному сайті. Як свідчать дані, що наведені в *табл. 2*, за сім років обсяг виробництва легкових автомобілів (за всієї декларованої підтримки держави) скоротився на 86 %.

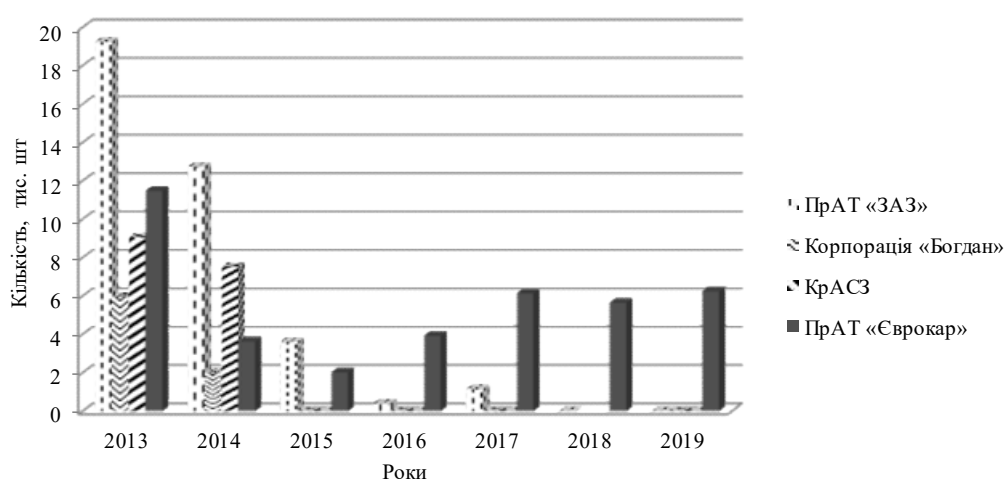
## Динаміка ринку легкових автомобілів в Україні, 2013–2019 рр.

Показник	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Темп приросту випуску легкових автомобілів (до попереднього року), %	–	–42	–78	–23	+68	–22	+11
Імпорт, од.	173197	57787	62313	87768	154410	230050	544043
Загальний обсяг продажу легкових автомобілів в Україні, од.	247015	86412	68291	92023	100300	99923	114779
Обсяг продажу нових легкових автомобілів в Україні, од.	–	–	46502	64478	80271	78386	89462
Частка імпорту у внутрішніх продажах, %	70.12	66.87	91.24	95.38	153.95	230.23	473.99

Джерело: складено авторами за [10;11].

Так, завод ПрАТ "Єврокар" – єдиний на сьогодні виробник легкових автомобілів в Україні, який працює на мінімальних завантаженнях та займається великовузловим складанням автомобілів модельного ряду ŠKODA [12]; однак і бренд ŠKODA не є продуктом вітчизняної технологічної думки.

За даними Асоціації автовиробників України, виробництво легкових автомобілів у нашій країні за окреслений період представлено такими підприємствами: ПрАТ "Запорізький автомобілебудівний завод" (ПрАТ "ЗАЗ"), корпорація "Богдан", ТзОВ "Кременчуцький автоскладальний завод" (КрАСЗ), ПрАТ "Єврокар" [11]. На *рисунку* представлено обсяги виробництва легкових автомобілів цими підприємствами у 2013–2019 рр.



Динаміка виробництва легкових автомобілів в Україні, 2013–2019 рр.

Джерело: побудовано авторами за [11].



З 2015 р. до цього часу корпорація "Богдан" не виробляє легкових автомобілів. У 2015 р. ТзОВ "Кременчуцький автоскладальний завод" призупинило свою діяльність, тобто 2014 р. був останнім, коли працювали всі чотири автомобілебудівні підприємства в Україні. Найбільше легкових автомобілів з 2013 по 2015 р. виготовляло ПрАТ "ЗАЗ", у 2018 р. воно випустило останній легковий автомобіль, а у 2019 р. лише ПрАТ "Єврокар" виготовляло легкові автомобілі, тобто випуск всієї галузі дорівнював випуску одного підприємства.

Розглядаючи ситуацію в ширшому часовому діапазоні, можна зазначити, що починаючи з 2011 р. в галузі автомобілебудування простежується тенденція до спаду виробництва, а у 2016 р. випущено найменшу за історію України кількість легкових автомобілів. Незначні покращення показників випуску легкових автомобілів у галузі в 2017 р. не спростували того факту, що виробництво скоротилося в 9 разів проти 2009 р. та майже у 55 разів щодо аналогічного показника 2008 р.

На сьогодні ПрАТ "ЗАЗ" припинило випуск легкових автомобілів, останнім внеском заводу було виробництво одного автомобіля у 2018 р. Скорочення обсягів випуску на ПрАТ "ЗАЗ" почалося у 2009 р. Воно мало сталий характер, і лише у 2011 та 2017 рр. підприємству вдалося покращити свій показник випуску, як порівняти з попередніми роками – 2010 та 2016 відповідно. Приголомшливим залишається той факт, що проти 2008 у 2017 р. виробництво на ПрАТ "ЗАЗ" зменшилося майже у 220 разів [13, с. 79–80].

Попри те, що виробничі потужності корпорації "Богдан" становлять 135 тис. легкових автомобілів на рік, підприємство лише у 2011 р. виготовило більш як 20 тис. легкових автомобілів, а за три роки – рекордно малу кількість – лише 1999 од. З 2015 р. корпорація припинила випуск легкових автомобілів. Також у цьому ж році ліквідовано ТзОВ "Кременчуцький автоскладальний завод"; з дати заснування КрАСЗ і до моменту його ліквідації завод випустив понад 140 тис. автомобілів. Безповоротною точкою для ТзОВ "Кременчуцький автоскладальний завод" став початок світової фінансової кризи: у 2009 р. обсяги виробництва скоротилися майже у 7 разів, хоча після цього підприємству вдалося знов набрати обертів, але вищих показників випуску, ніж у 2008 р., так і не вдалося досягти.

Тим часом з 2016 р. ПрАТ "Єврокар" став лідером автомобілебудування в Україні завдяки продуктивній співпраці з європейськими підприємствами, постійній інноваційній діяльності та інвестиціям у власні виробничі потужності. Наразі підприємство активно розвивається та нарощує обсяги виробництва легкових автомобілів з кожним роком [13, с. 79–80]. За досліджуваній період ПрАТ "Єврокар" також не демонстрував стабільної позитивної динаміки: у 2013 р. підприємство виготовляло майже 11.5 тис. легкових автомобілів, а вже за два роки показник скоротився до 2 тис., починаючи з 2016 р. підприємство нарощує обсяги виробництва і тримає стабільний показник випуску по 6 тис. автомобілів на рік.

В Україні існує значний потенційний попит на продукцію автомобілебудівної галузі, про це свідчить стабільне зростання показника придбаних авто за період 2013–2019 рр.; водночас абсолютна невідповідність обсягів виробництва вітчизняної галузі автомобілебудування внутрішньому попиту (у 2019 р. виготовлено 6254 легкові автомобілі, а придбано – 114779) формує розрив, який заповнюється імпортом.

За таких обставин український споживач, який має бажання й змогу придбати автомобіль для власного користування, не має іншого вибору, як збагачувати іноземні компанії, купуючи їхню продукцію, або вивозити кошти за кордон, щоб придбати автомобіль, який був у користуванні. У будь-якому разі кошти, зароблені та накопичені в національній економіці, виводяться за межі країни й фінансують розвиток інших економік. За останні сім років в Україну імпортовано легкових автомобілів на суму 14.32 млрд дол. США, що становить 40 % бюджету України у 2018 р. (табл. 3).

Таблиця 3

### Географічна структура та вартість імпорту легкових автомобілів в Україні

Регіони світу	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Структура, %							
Країни СНД	8.00	3.70	3.00	3.00	2.20	1.60	0.70
Європа	47.40	44.50	52.00	54.10	57.10	55.30	58.40
Азія	33.60	37.50	29.60	27.30	26.20	25.20	22.70
Африка	0.40	0.70	0.70	0.80	0.90	0.80	0.50
Америка	10.60	13.50	14.80	14.80	13.70	17.00	17.30
Австралія й Океанія	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Інші	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40
Вартість, млн дол. США							
Усього	2995.49	1131.32	819.96	1441.46	2078.34	2243.17	3614.87
Країни СНД	239.05	42.41	24.22	42.87	44.69	36.84	25.26
Європа	1419.40	503.93	425.99	780.10	1186.89	1240.77	2110.92
Азія	1007.39	424.25	242.35	393.14	543.64	564.59	820.68
Африка	12.52	8.10	6.08	11.47	18.61	17.09	19.55
Америка	317.12	152.60	121.26	213.81	284.39	382.23	624.86
Австралія й Океанія	0.00	0.03	0.06	0.00	0.10	0.07	0.39
Інші	0.00	0.00	0.01	0.07	0.01	1.58	13.21

Джерело: складено авторами на основі [14].

Як демонструють наведені дані, у структурі імпорту легкових автомобілів за окреслений період стратегічні позиції посідають країни Європи, їхня частка з 2013 по 2019 р. зросла, й відповідно зменшилася частка країн СНД. Передусім такі зміни пов'язані зі введенням спеціального мита на товари походженням з Росії та з періодичним введенням спеціальних мит на імпорт транспортних засобів з Узбекистану. Частка азійських країн також скоротилася й у 2019 була меншою на 10.9 %, ніж у 2013 р. Така зміна структури частково зумовлена процесом лобювання розмитнення "євроблях", які зазвичай ввозять із США та Європи.

Упродовж 2011–2016 рр. як в Україні, так і у світі в цілому спостерігалось сповільнення темпів економічного зростання. Однак динаміка виробництва автомобілів, їх продажу (реєстрації) і цін була неоднаковою. У світі виробництво та продаж автомобілів зростали, а ціни зменшувалися. Водночас в Україні, навпаки, виробництво та продажі зменшувались, а ціни зростали. На світовому ринку утворився надлишок відносно дешевих автомобілів, а на внутрішньому – штучно підтримувалися високі ціни завдяки миту, акцизам [4] і ПДВ, що необхідно сплатити при імпорті. Встановивши три податки й – з 2015 по 2017 р. – додатковий імпортний збір, законодавець потурбувався і про захист національного виробника, і про неможливість для пересічного українця купувати автомобілі для власного користування не тільки за українськими цінами, а й навіть за цінами Європи.

Так, якщо громадянин має бажання купити новий автомобіль з Європи 2018 р. випуску з бензиновим двигуном об'ємом 1500 см<sup>3</sup> загальною вартістю 15 000 євро, то він мусить сплатити податків (мито, акциз, ПДВ) на 151.4 тис. грн, що становить майже 35 % вартості машини, не враховуючи інших супутніх витрат. Старий автомобіль 2010 р. випуску, привезений із США, в Грузії коштуватиме близько 5 тис. дол. США, а в Україні – приблизно удвічі більше – 9400 дол. США, тобто сума податків сягає майже половини вартості автомобіля.

Разом з цим до Податкового кодексу України внесені зміни в частині нарахування акцизу на автомобілі легкові та інші моторні транспортні засоби. Ставка податку для відповідного транспортного засобу визначається множенням базової ставки (табл. 4) на коефіцієнт. Згідно з п. п. 215.3.5<sup>1</sup> п. 215.3 ст. 215 Податкового кодексу України від 02 грудня 2010 р. № 2755-VI зі змінами та доповненнями, "коефіцієнт визначається діленням об'єму циліндрів двигуна внутрішнього згоряння відповідного транспортного засобу в куб. сантиметрах на 1000 куб. сантиметрів та на коефіцієнт, що дорівнює кількості повних календарних років з року, наступного за роком виробництва відповідного транспортного засобу, до року визначення ставки податку" [17].

Таблиця 4

#### Ставки митних платежів при імпорті легкових автомобілів в Україну

Податок	Вид та характеристики транспортного засобу	Базова ставка податку
Акцизний податок	Транспортний засіб з двигуном внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням та кривошипно-шатунним механізмом з об'ємом циліндрів:	
	- до 3000 куб. сантиметрів (включно)	50 євро за од.
	- понад 3000 куб. сантиметрів	100 євро за од.
	Транспортний засіб з двигуном внутрішнього згоряння із запалюванням від стиснення (дизелем або напівдизелем) з об'ємом циліндрів:	
	- до 3500 куб. сантиметрів (включно)	75 євро за од.
- понад 3500 куб. сантиметрів	150 євро за од.	
Мито	Транспортні засоби, що підпадають під товарну позицію 8703 УКТЗЕД	10 %
ПДВ		20 %

Джерело: складено авторами за [17; 18].

Надбудови з надзвичайно високих податків на старі автомобілі й відносна бідність населення призвели до збільшення обсягів контрабанди, зокрема з країн ЄС (так звані євробляхи). За даними Державної фіскальної служби України, на 1 листопада 2017 р. в країні перебувало 236 тис. автомобілів з іноземною реєстрацією, які порушили терміни транзиту і тимчасового ввезення [15]. Бажання українців мати власний автомобіль іноземного виробництва спричинило те, що на ринку з'явилися "посередники", які за символічну суму в 1000 євро допомагають уникнути необхідності сплати ввізних податків. Переважно автомобілі ввозять з Литви, Польщі, Болгарії в ціновій категорії 2.5–4 тис. євро.

Експертка Комітету з питань податкової та митної політики Верховної Ради України Ніна Южаніна визнає, що "загороджувальна митна політика, покликана підтримати вітчизняних автовиробників, зазнала повного провалу. Однак ніхто з представників влади не бачить справжніх причин появи в Україні "євроблях" [16].

За вересень 2019 р. первинну реєстрацію в Україні пройшли 23 тис. ввезених з-за кордону б/в авто. Як порівняти з кількістю попереднього року, показник зріс на 126 %, за даними "УкрАвтопрому". Асоціація зазначає, що частка закордонного "секонд-хенду" у вересні збільшилася з 60 до 75 % [19].

Фактично, б/в автомобілі знижували обсяг продажу іноземних нових машин, який за 2018 р. зменшився до 78.4 тис. од. проти 2017 р., коли цей показник становив 80.3 тис. од. (див. *табл. 2*). Рекордне зростання ринку зафіксовано у грудні 2019 р.: відповідний показник збільшився на 45 % проти грудня 2018 р. – протягом цього місяця 9.4 тис. нових легкових авто поповнили український автопарк.

Завдяки зміцненню курсу гривні (у 2019 р. національна валюта подорожчала на 13 % щодо долара США) імпортні автомобілі подешевшали і, відповідно, збільшився попит на них. Додатково розігрівали ринок і ставали дедалі доступнішими кредити. Серед останніх новинок у сфері автопозик – спрощення кредитного договору та скасування нотаріального посвідчення договору застави.

Як свідчить динаміка продажів за 2019 р., на ринку нових авто в рейтингу марок перше місце посіла *RENAULT*, наростивши обсяги продажів на 68.4 % проти 2018 р. На другому місці – *TOYOTA*, що реалізувала у 2019 р. на 31.01 % більше, ніж у 2018 р.; водночас у 2018 р. *TOYOTA* була лідером продажів. Негативна динаміка в сегменті "народних авто" спостерігалася для марок *RAVON* і *UAZ* – зменшення на 83.95 і 65.38 % відповідно. А ось результат дорогої британської марки *Jaguar* за аналізований період був одним з найвищих за останні декілька років – реалізовано 346 автомобілів (*табл. 5*).

Таблиця 5

## Динаміка продажів нових автомобілів в Україні за марками, 2018–2019 рр.

Марка	2019		2018		2019/ 2018	Марка	2019		2018		2019/ 2018
	од.	%	од.	%	%		од.	%	од.	%	%
RENAULT	14642	16.37	8691	11.09	68.47	JAC	279	0.31	237	0.30	17.72
TOYOTA	12618	14.10	9631	12.29	31.01	INFINITI	344	0.38	359	0.46	-4.18
SKODA	6211	6.94	5393	6.88	15.17	FAW	45	0.05	0	0.00	-
KIA	7599	8.49	4811	6.14	57.95	CHEVROLET	242	0.27	493	0.63	-50.91
VOLKSWAGEN	4698	5.25	6185	7.89	-24.04	DS	28	0.03	0	0.00	-
NISSAN	5317	5.94	5189	6.62	2.47	TESLA	138	0.15	116	0.15	18.97
PEUGEOT	2780	3.11	2190	2.79	26.94	JEEP	204	0.23	134	0.17	52.24
HYUNDAI	5118	5.72	4877	6.22	4.94	MINI	106	0.12	123	0.16	-13.82
MERCEDES-BENZ	2237	2.50	2401	3.06	-6.83	BENTLEY	36	0.04	39	0.05	-7.69
MITSUBISHI	2356	2.63	2129	2.72	10.66	GREAT WALL	108	0.12	307	0.39	-64.82
FORD	1713	1.91	2577	3.29	-33.53	ALFA-ROMEO	37	0.04	19	0.02	94.74
SUZUKI	2618	2.93	2618	3.34	0.00	ASTON MARTIN	3	0.00	3	0.00	0.00
CHERY	1672	1.87	1209	1.54	38.30	CADILLAC	4	0.00	9	0.01	-55.56
BMW	2408	2.69	1980	2.53	21.62	LAMBORGHINI	4	0.00	1	0.00	300.00
MAZDA	2547	2.85	3033	3.87	-16.02	UAZ	9	0.01	26	0.03	-65.38
CITROEN	1607	1.80	1366	1.74	17.64	ACURA	7	0.01	11	0.01	-36.36
LEXUS	1697	1.90	1472	1.88	15.29	BUICK	1	0.00	1	0.00	0.00
AUDI	1688	1.89	2790	3.56	-39.50	DODGE	10	0.01	17	0.02	-41.18
VOLVO	1106	1.24	744	0.95	48.66	FERRARI	1	0.00	1	0.00	0.00
LAND ROVER	1109	1.24	753	0.96	47.28	GEELY	57	0.06	353	0.45	-83.85
FIAT	1260	1.41	900	1.15	40.00	GENESIS	0	0.00	3	0.00	-100.00
HAVAL	434	0.49	56	0.07	675.00	GMC	1	0.00	4	0.01	-75.00
OPEL	380	0.42	199	0.25	90.95	ISUZU	0	0.00	1	0.00	-100.00
PORSCHE	584	0.65	543	0.69	7.55	LINCOLN	5	0.01	1	0.00	400.00
SUBARU	721	0.81	778	0.99	-7.33	LOTUS	0	0.00	4	0.01	-100.00
SEAT	789	0.88	355	0.45	122.25	MASERATI	26	0.03	40	0.05	-35.00
RAVON	208	0.23	1296	1.65	-83.95	MCLAREN	1	0.00	0	0.00	-
VAZ (LADA)	729	0.81	574	0.73	27.00	MPM	3	0.00	1	0.00	200.00
JAGUAR	346	0.39	192	0.24	80.21	ROLLS-ROYCE	14	0.02	3	0.00	366.67
HONDA	541	0.60	560	0.71	-3.39	SMART	9	0.01	25	0.03	-64.00
JAC	279	0.31	237	0.30	17.72	SSANGYONG	0	0.00	18	0.02	-100.00

Джерело: складено авторами за даними [20].

Водночас змінилися не тільки вподобання щодо марок нових автомобілів, але й регіони, в яких найбільш активно продавалися транспортні засоби. У грудні 2019 р. лідером за обсягами продажів, як і раніше, був Київ: активність збільшилася на 41 % проти аналогічного періоду 2018 р. Другим регіоном за обсягами продажів після столиці стала Дніпропетровська область. Її показник збільшився на 54 %. Падіння продажів мало місце лише у Львівській області. Також відбулася зміна динаміки продажів і в ціновому сегменті за регіонами. Так, продажі найбільш дорогих брендів (як-от: *Bentley*, *Rolls-Royce*, *Land Rover*, *Jaguar*) збільшились у Тернопільській і Одеській областях у сегменті *Luxury*, а також у Житомирській і Чернівецькій – у сегменті *Premium*.

**Висновки.** Стрімке скорочення обсягів національного виробництва та стагнація галузі за стабільно висхідного попиту з боку населення спричинили жорстку імпортозалежність ринку легкових автомобілів. Попри цілеспрямовану політику уряду щодо розвитку національного виробництва легкових автомобілів за останні п'ять років автомобілебудівна галузь майже припинила своє існування.

В Україні залишилося лише одне підприємство, яке виготовляє легкові автомобілі (6 тис. на рік), а внутрішній попит орієнтовно становить 100 тис. автомобілів на рік. Отже, різниця в 94 тис. од. і є межею імпортозалежності українського ринку легкових автомобілів.

Ситуація в автомобілебудівній галузі залишається критичною, проблеми її полягають в низькому техніко-технологічному рівні, мало-ефективній реалізації потенціалу науково-технічного співробітництва, відсутності належної державної підтримки, високій зношеності основних виробничих засобів тощо.

Вихід із такого становища – у зміцненні господарських відносин між торговельною та машинобудівною галузями, розвиток яких має передбачати спільне розв'язання низки проблем із заміщення завезених з-за кордону транспортних засобів на вітчизняні. Отже, підґрунтям для прийняття управлінських рішень у рамках реалізації державної політики імпортозаміщення мають стати результати моніторингу й діагностики ступеня імпортозалежності економіки за галузями.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лупак Р. Л. Державна політика імпортозаміщення в системі забезпечення економічної безпеки України: пріоритети та інструменти реалізації: монографія. Львів: Видавництво ННВК "АТБ", 2018. 527 с.
2. Мельник Т. М., Пугачевська К. С. Детермінанти імпортозалежності економіки України. *Економіка та управління національним господарством*. 2019. № 2. С. 53-61.
3. Некрасов В. Пожинаючи плоди "автомобільного геноциду": як українці борються за автомобілізацію країни. *Економічна правда*. 2018. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2018/02/5/633734>.
4. Структурні зміни у світовій торгівлі як чинник розвитку внутрішнього ринку України: колективна монографія; за ред. д-ра екон. наук, чл.-кор. НААН України Т. О. Осташко; НАН України, ДУ "Ін-т екон. та прогнозув. НАН України". Київ, 2019. 350 с. URL: <http://ief.org.ua/docs/mg/310.pdf> ISBN978-966-02-8894-2.
5. Савич О. П. Вплив глобалізації на державне регулювання автомобільної галузі. *Економіка та держава*. 2017. № 11. С. 81-83.
6. Прушківська Е. В., Варнавський О. Д. Тенденції розвитку національної автомобільної галузі в умовах глобалізаційних процесів. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. № 14. С. 419-427.
7. Bonfatti R., O'Rourke K. H. Growth, Import Dependence, and War. *The Economic Journal*. 2018. N 614. P. 2222-2257.

8. Mogens R. From import dependence to self-sufficiency in Denmark, 1945–2000. *Energy Policy*. 2019. N125. P. 82-89.
9. Закон України "Про державну статистику" від 19.04.2014 № 2614-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2614-12>.
10. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/pr/vr\\_rea\\_ovpp/vr\\_rea\\_ovpp\\_u/arh\\_vppv\\_u.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/pr/vr_rea_ovpp/vr_rea_ovpp_u/arh_vppv_u.html).
11. Офіційний сайт Асоціації автовиробників України "УкрАвтопром". URL: <http://ukrautoprom.com.ua/statistika>.
12. Виробничі потужності "Єврокар"-Україна. URL: <https://www.skoda-auto.ua/company/skoda-solomonovo>.
13. Савченко С. М., Селіверстова А. С. Оцінювання стану та виявлення перспектив розвитку автомобілебудівних підприємств України. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*. Серія: Економіка і управління. 2018. Т. 29 (68), № 3. С. 78-82. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/UZTNU\\_econ\\_2018\\_29\\_3\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/UZTNU_econ_2018_29_3_18).
14. Зовнішня торгівля окремими видами товарів за країнами світу: статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
15. Майже 236,6 тис. автомобілів з іноземною реєстрацією знаходяться на території України незаконно. *Державна фіскальна служба України*. URL: <http://sfs.gov.ua/media-tsentr/novini/316266.html>.
16. Офіційний сайт Ніни Южаніної. URL: <https://yuzhanina.in.ua/novini.html>.
17. Податковий кодекс України. *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#n5483>.
18. Додаток до Закону України "Про Митний тариф України" від 19 вересня 2013 року № 584-VII. *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/584%D0%B1-18>.
19. Імпортний "секондхенд" у вересні зайняв більш  $\frac{3}{4}$  ринку легкових авто. *Інформаційне агентство "Інтерфакс Україна"*. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/economic/617135.html>.
20. Состояние автомобильного рынка Украины. *Информационно-коллсантинговая группа AutoConsulting*. 2019. URL: <http://autoconsulting.ua/news.php?catid=41>.

*Стаття надійшла до редакції 03.04.2020.*

***Samsonova L., Slobodyan A. Deformations of the car market development in Ukraine.***

**Background.** The car market in Ukraine is a bright example of the chronic import dependence situation for both: the consumer and the national manufacturer. With the government's active policy aimed at protection of the national carmakers, with a capacious domestic market, with the presence of large full-cycle automotive factories as of 2019, today Ukraine's auto industry has practically stopped to exist.

Directly or indirectly, the scientific and practical aspects related to the outlined problem were investigated in scientific works of: T.M. Melnyk, T.O. Ostashko, S.M. Savchenko, E.V. Prushkivska.

The *aim* of the article is to analyze the state of Ukrainian car market import dependence.

**Materials and methods.** Analysis, synthesis, comparison, grouping, generalization, statistical methods of dynamics and structure estimation.

**Results.** The article analyzes the current state of the car market in Ukraine. There were investigated indicators such as production volume, quantitative and cost indicators of imports, geographical structure of imports, determined the share of imported cars in domestic sales, the structure of industry output by manufacturers, rates of import taxes on cars, as well as the market structure by car brands.

**Conclusion.** The rapid decline in national production with steady increasing consumers' demand led to the import dependence of the Ukrainian car market.

Further research in this area may be aimed at developing public policy measures to overcome the critical import dependence of the economy by industries.

*Keywords:* car market, production dynamics, car import, customs regulation, import dependence.

## REFERENCES

- Lupak, R. L. (2018). *Derzhavna polityka importozamishhennja v systemi zabezpechennja ekonomichnoi' bezpeky Ukrainy: priorityety ta instrumenty realizacii'* [The state policy of import substitution in the system of economic security of Ukraine: priorities and tools of implementation]. L'viv: Vydavnytstvo NNVK "ATB" [in Ukrainian].
- Mel'nyk, T. M., & Pugachevs'ka, K. S. (2019). Determinanty importozalezhnosti ekonomiky Ukrainy [Determinants of import dependence of the Ukrainian economy]. *Ekonomika ta upravlinnja nacional'nym gospodarstvom – Economics and management of the national economy*, 2, 53-61 [in Ukrainian].
- Nekrasov, V. (2018). Pozhynajuchy plody "avtomobil'nogo genocydu": jak ukrai'nci borjut'sja za avtomobilizaciju krai'ny [Reaping the fruits of "car genocide": how Ukrainians are fighting for the country's motorization]. *Ekonomichna pravda – Economic truth*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/publications/2018/02/5/633734> [in Ukrainian].
- Strukturni zminy u svitovij torgivli jak chynnyk rozvytku vnutrishn'ogo rynku Ukrainy* [Structural changes in world trade as a factor in the development of the domestic market of Ukraine]. T. O. Ostashko (Ed.). Kyi'v, 2019. Retrieved from <http://ief.org.ua/docs/mg/310.pdf> ISBN 978-966-02-8894-2 [in Ukrainian].
- Savych, O. P. (2017). Vplyv globalizacii' na derzhavne reguljuvannja avtomobil'noi' galuzi [The impact of globalization on government regulation of the automotive industry]. *Ekonomika ta derzhava – Economy and state*, 11, 81-83 [in Ukrainian].
- Prushkivs'ka, E. V., & Varnavs'kyj, O. D. (2018). Tendencii' rozvytku nacional'noi' avtomobil'noi' galuzi v umovah globalizacijnyh procesiv [Trends in the development of national automobile industry in the context of globalization processes]. *Shidna Jevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnja – Eastern Europe: economy, business and management*, 14, 419-427 [in Ukrainian].
- Bonfatti, R., & O'Rourke, K. H. (2018). Growth, Import Dependence, and War. *The Economic Journal*, 614, 2222-2257 [in English].
- Mogens, R. (2019). From import dependence to self-sufficiency in Denmark, 1945–2000. *Energy Policy*, 125, 82-89 [in English].
- Pro derzhavnu statystyku: Zakon Ukrainy vid 19.04.2014 № 2614-XII. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2614-12> [in Ukrainian].
- Oficijnyj sajt Derzhavnoi' sluzhby statystyky Ukrainy* [Official site of the State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/pr/vr\\_rea\\_ovpp/vr\\_rea\\_ovpp\\_u/arh\\_vpp\\_u.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/pr/vr_rea_ovpp/vr_rea_ovpp_u/arh_vpp_u.html) [in Ukrainian].
- Oficijnyj sajt Asociacii' avtovyrobnykiv Ukrainy "UkrAvtoprom"* [Official site of the Association of Automobile Manufacturers of Ukraine "UkrAvtoprom"]. URL: <http://ukrautoprom.com.ua/statistika> [in Ukrainian].
- Vyrobnychi potuzhnosti "Jevrokar" - Ukrainy* [Production facilities of "Eurocar" - Ukraine]. Retrieved from <https://www.skoda-auto.ua/company/skoda-solomonovo> [in Ukrainian].



13. Savchenko, C. M., & Seliverstova, A. S. (2018). Ocinjuvannja stanu ta vyjavlennja perspektyv rozvytku avtomobilebudivnyh pidprijemstv Ukrai'ny [Assessment of the state and the identification of prospects for the development of automobile enterprises in Ukraine]. *Vcheni zapysky Tavrijs'kogo nacional'nogo universytetu imeni V. I. Vernads'kogo*. Serija: Ekonomika i upravlinnja *Scientific notes of Tavriya National University named after V.I. Vernadsky*. Series: Economics and Management. T. 29 (68), 3, 78-82. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/UZTNU\\_econ\\_2018\\_29\\_3\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/UZTNU_econ_2018_29_3_18) [in Ukrainian].
14. Zovnishnja torgivlja okremymy vydamy tovariv za krai'namy svitu: statystychna informacija [Foreign trade in certain types of goods by countries: statistical information]. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrai'ny – State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
15. Majzhe 236,6 tys. avtomobiliv z inozemnoju rejestracijeu znahodjat'sja na terytorii' Ukrai'ny nezakonno [Almost 236.6 thousand cars with foreign registration are on the territory of Ukraine illegally]. *Derzhavna fiskal'na sluzhba Ukrai'ny – State Fiscal Service of Ukraine*. URL: <http://sfs.gov.ua/media-tsentr/novini/316266.html> [in Ukrainian].
16. *Oficijnyj sajt Niny Juzhaninoi' [Official site of Nina Yuzhanina]*. Retrieved from <https://yuzhanina.in.ua/novini.html> [in Ukrainian].
17. Podatkovyj kodeks Ukrai'ny [Tax Code of Ukraine]. *Verhovna Rada Ukrai'ny – Verkhovna Rada of Ukraine*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#n5483> [in Ukrainian].
18. Dodatok do Zakonu Ukrai'ny "Pro Mytnyj taryf Ukrai'ny" vid 19 veresnja 2013 roku № 584-VII [Annex to the Law of Ukraine "On the Customs Tariff of Ukraine" of September 19, 2013 № 584-VII]. *Verhovna Rada Ukrai'ny – Verkhovna Rada of Ukraine*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/584%D0%B1-18> [in Ukrainian].
19. Importnyj "sekondhend" u veresni zajnjav bil'sh ¼ rynku legkovykh avto [In September imported "second-hand" took more than ¼ of the passenger cars market]. *Informacijne agentstvo "Interfaks Ukrai'na" – "Interfax Ukraine" News Agency*. Retrieved from <https://ua.interfax.com.ua/news/economic/617135.html> [in Ukrainian].
20. Sostojanye avtomobyl'nogo rynku Ukraїny [The state of the automotive market of Ukraine]. *Ynformacyonno-konsaltingovaja gruppa AutoConsulting – AutoConsulting Information and Consulting Group*. 2019. Retrieved from <http://autoconsulting.ua/news.php?catid=41> [in Russian].

UDC 739.7/.8:657.92=111 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)04](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)04)**Yuliya VOVK**

postgraduate student

at the Department of Commodity

Science and Customs Affairs

E-mail: [Yuliia.vovk.work@gmail.com](mailto:Yuliia.vovk.work@gmail.com)

Kyiv National University of Trade and Economics

ORCID: 0000-0002-0459-0189

19, Kyoto str., Kyiv, 02156, Ukraine

## PREDICTING THE COST OF ANTIQUE COLD WEAPONS BY A COMPARATIVE METHOD

*This article describes one of the possible methods of forecasting the value of cold steel based on the analysis of the permanent state of the market and documented quality parameters of the object of evaluation.*

*Keywords:* attribution, cold weapons, work forecasting, Antique cold weapons, comparative method.

*Вовк Ю. Прогнозирование стоимости антикварного холодного оружия сравнительным методом. Описан один из возможных методов прогнозирования стоимости холодного оружия на основе анализа перманентного состояния рынка и задокументированных параметров качества объекта оценки.*

*Ключевые слова:* атрибуция, холодное оружие, прогнозирование стоимости, антикварное холодное оружие, сравнительный метод исследования.

**Background.** The issue of valuation of cultural monuments today is urgent due to the need to determine the so-called "estimated value" in court cases of lost property, the lawfulness of the transfer of property rights, determining insurance amounts, assessing inheritance, conducting transactions of purchase and sale, pledge, lease or use of objects that are of great socio-cultural importance in banking operations. It is clear that in all named cases there is a significant specificity in the formulations of the evaluation task, which is due to the need to take into account different types of supporting information, the results of the analysis of the current state of the market of related items and the formulation of the general principle of valuation. This explains the reasons for the significant differences in the projected cost figures, which were performed at different times and by different valuers [1]. At the same time, if the evaluation report is concluded in such a way that each conclusion is a contradictory result of the study of objectively existing features of the monument and can be verified by an independent expert, the evaluation should be considered to be correct and suitable for practical use.

**Analysis of recent research and publications.** Many studies of historical artifacts have been conducted in recent years, but very few analytical results have been published. Scientists predict the value of antique and rare monuments of culture and history by a comparative method.

---

© Yuliya Vovk, 2020

Thus, in the work "Commodity characteristics of antique melee weapons on the market of Ukraine", the authors of which are Merezhko N. V. and Indutny V. V. [2] a comparative method was used to determine the value of the studied samples of antique melee weapons.

The author presents the results of investigation of Ukrainian market of antique cold steel. Further the author states that the distribution of price indices for antique cold weapons in Ukraine is stable and allows to establish three commodity groups of arms depending on the qualitative characteristics. To determine samples belonging to the one described groups of products, the arm should be assessed with seven criteria: "age", "involvement in the cultural and historical events of the past"; "rarity", "the level of technical perfection"; "artistic value"; "labels and stamps" and "conservation status".

Authors also gave several examples of cost forecasting, which demonstrate the effectiveness of the proposed development in the tasks of independent valuation. The results of the research prove the practical expediency of using specialized commodity classifications of goods, which are built on the basis of limited lists of quality criteria [2].

*The aim* of this article is to describe one of the possible algorithms for calculating the estimated value of antique and ornamental melee weapons based on the results of the analysis of cost indicators for related items presented on the Ukrainian market, as well as taking into account the features of the functioning of the respective auctions [2]. The paper also proposes an optimized algorithm for solving the estimation problem of forecasting the value of cultural monuments at their open sale on the Ukrainian market.

**Materials and methods.** The methodological framework of the research is based on the methods of scientific cognition, system approach and generalization and scientific works.

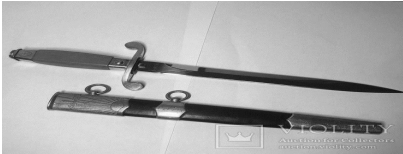





The samples were selected at open auctions in Ukraine, namely "VIOLITE" and "OLX" [3; 4]. *Research objects:* Antique Cold Weapons.

**Results.** The analysis of the state of the Ukrainian market for antique and decorative cold weapons was carried out by collecting and processing information on cost indicators presented on the Internet sites of Ukrainian auctions, in particular, the auction "VIOLITE", where the largest number of related items is for sale. For a systematic study of the features of the market and the work of auctions, an output Table was compiled, a fragment of which is given below (*Table 1*) [1].

*Table 1* shows the data on the quality and cost characteristics of cold steel presented on the Ukrainian market. At the time of submission of the table, the items are displayed in a row at a price from the lowest to the highest, and some of them (from the first to the twenty-fifth) at the initial exhibition at the auction was valued at one UAH.

Table 1

Quality and cost characteristics of cold steel  
presented on the Ukrainian market\*

Sample number	Brief description	The cost, UAH**	Photo
1	Dagger Air Force ZiK 1954	1	
2	Palash of Polish Winged Hussars, late 17th century	1	
26	Knife forged steel 40x13 65g Art. 3 cutting edge shh15 hardening approximately 59 units, handle oak, cap maple, spacers plastic brass mounting hinge	41	
27	Complex knife Germany	55	
129	General's saber	70000	
130	Flamberg. Germany	200000	

\* A fragment of the Table of initial data.

\*\* At the time of the Table layout.

Source: compiled by the author for [3].

The items were sorted in order to increase the value of their permanently fixed value in order to study the general tendency of increasing the value of cold weapons in the process of bidding, as well as to study the peculiarities of the increase in value within separate intervals. These trends can be visualized using the Chart of Cost Modeling of Cold Weapons displayed on the internet sites as of November 5, 2019 and sorted in order of least to highest (Figure 1).

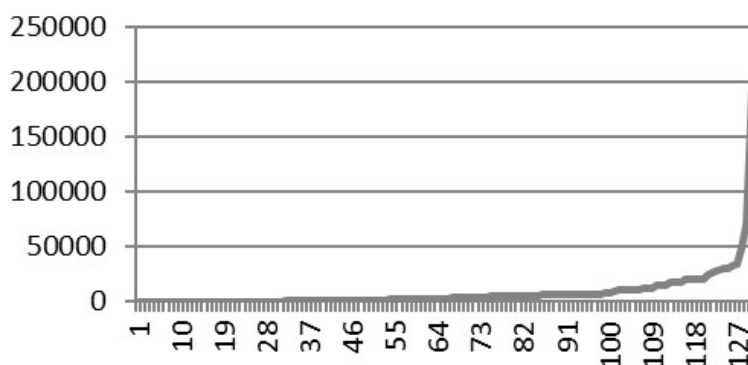


Figure 1. Distribution of indicators of value of models of the cold weapon  
(as of 05.11.2019)

*Note:* The Y-axis shows the value characteristic; X-axis – the number of the sample of a cold weapon in the Table of initial data.

*Source:* compiled by the author for the market of Ukraine according to data of online auctions.

The chart points to extremely large variations in the cost of a cold weapon from the start of their exposure on the auction site to the end of the auction – the observed trend is described by the exponential function. First of all, we observe such features. *First.* Not all auctioned items show a rapid increase in the value proposition. Some of them are left unattended by potential buyers, despite the minimum starting price of 1 UAH. Typically, these are items that are unrelated to outstanding historical events, personalities, duplicated and poorly preserved. *Second.* If an item catches the attention of potential buyers, its value rises to a certain level over a very short period of time, and then rises rather slowly. *Third.* There are items whose starting value is significantly inflated by sellers and probably due to a set of factors of emotional nature.

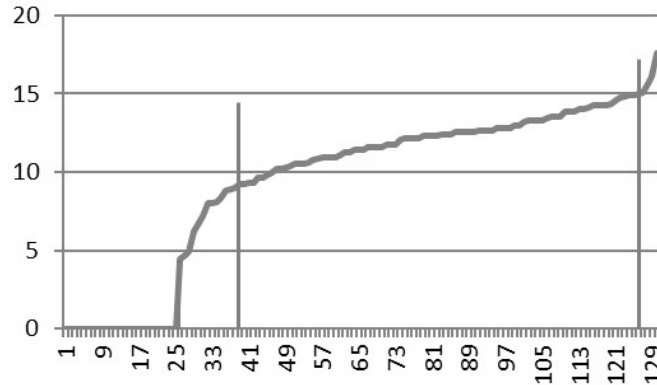
In order to study the features of the above distribution of cost indicators, we hypothesize that changes in permanent values are described by the basic law of commodity science: "The more positive information about a product, the higher its quality and, accordingly, value." Therefore, the increase in the present value of a particular model of a cold weapon in the bidding process until the whole volume of positive information about him is exhausted and he takes the appropriate position between the related model, which is characterized by a smaller amount of positive information and a related model by the modeler.

Based on the formal definition of the basic law of commodity science, namely:

$$C = \alpha 2^i;$$

where: C is the estimated cost;  $\alpha$  – base of assessment; I – the amount of information in bits [1].

Transform the scale of value estimation in Figure 1 into logarithmic view on *Figure 2*. Thus obtained, the new chart allows to visualize, highlight and differentiate the existing tendencies of increase in the value of cold weapons during the bidding process.



*Figure 2\**. Diagram of distribution of logos based on "2" indicators of the value of models of cold weapons (as of 05.11.2019)\*\*

\* Presented on the Ukrainian market according to the Internet auctions.

\*\* The ordinate axis shows the logarithmic of the cost characteristic; abscissa axis – the number of the sample of a cold weapon in the Table of initial data.

By examining the diagram, there are five areas that can be distinguished by different trends in value growth. The first plot of cost indicators – from the first to the 25th position (on the abscissa axis) is represented by items that are offered for sale with a minimum starting value – 1 UAH. These items have either just been exhibited or have not yet attracted the attention of potential buyers.

The second section from model 26 to 37, is characterized by a rapid increase in the value index over a small period of time (1–2 days) of bidding. The trend is well described by the saturation function and is limited by the value index, which is the basis of valuation in subsequent bids. It is important to note that the values in this range indicate: *Firstly*. The cold weapon models described in this range attract significant attention from a large number of potential buyers for their quality characteristics. *Secondly*, the values recorded in this range (from 1 to 450 UAH) are initially unreasonably low, so if the model of a cold weapon deserves the attention of collectors, its purchase at a certain value in the named interval allows further profit to be obtained quickly in the future, as a result of the resale operation, which, in fact, motivates the auction participants.

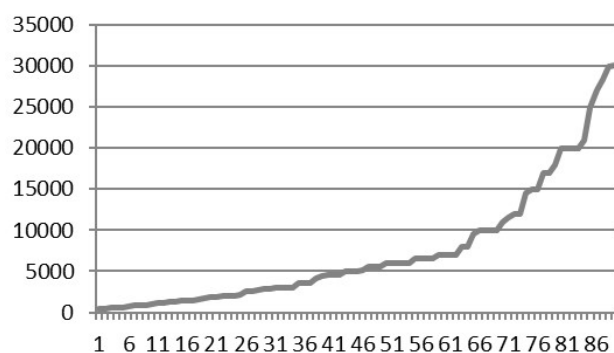
The third section of the chart indicates a moderate increase in value in accordance with the above-mentioned law of commodity studies, because in the logarithmic scale on the basis of "2" we observe the linear nature of the trend – its correspondence to the formal expression of the function of increase in value due to the increase in information. Bidding for such items occurs only in the circle of expert collectors, who are guided by the

idea of the total value of the objects that are cultural monuments, and take into account that the disclosure of additional information or the emergence of emotional factors can significantly increase the value and take new collections [1].

The last section, as we have already indicated, visualizes a situation with unreasonably high cost figures, which can be explained only in the following cases: when the seller conceals some important information about the memorial; the seller does not want to sell the item but only uses the auction to display his property; the seller hopes for an emotional effect that forces potential buyers to agree to an unreasonably high bid.

The above ranges of distribution of values can be observed on most antique items – numismatic monuments, porcelain, painting and graphics, sculpture and more. Therefore, when performing work in the field of professional appraisal, the described tendencies and peculiarities of the auction should be taken into account, namely to use information only for the sights, which are described in the third range of value distribution, where the smallest value can be considered as justified. It is in this range that the highest level of reasoning of forecasts is achieved.

Therefore, when calculating the value of a cold weapon, we will use the market value indicators described in the output Table in the range from 450 to 30 000 UAH. The graph of the distribution of cost indicators in the named range is shown in *Figure 3*. Let's consider this range of cost indicators in more detail.



*Figure 3\**. Diagram of the distribution of indicators of the value of cold weapons from the third interval (as of 05.11.2019)\*\*

\* Presented on the Ukrainian market according to the data of online auctions. The y-axis shows the value characteristic.

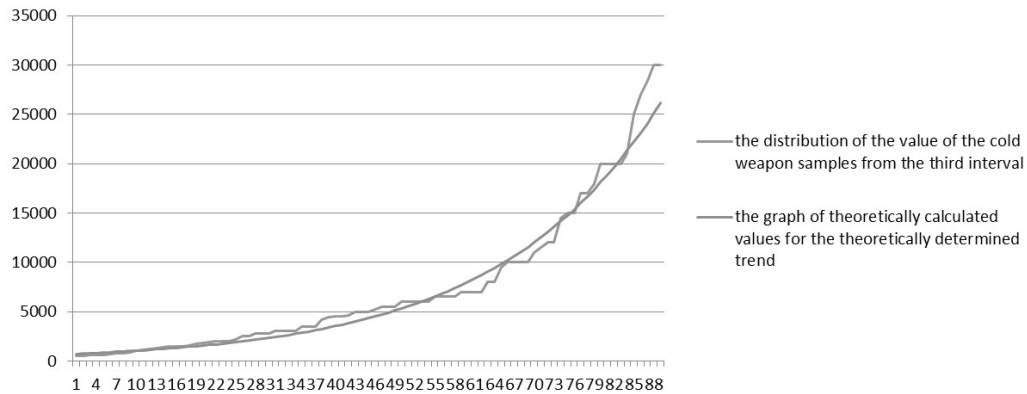
\*\* Abscissa axis – new order number of the sample of a cold weapon in the new output Table from which information on cost indicators from other ranges is removed.

As already mentioned, the observed exponential tendency is well described by the law of commodity science and it allows us to describe it theoretically on the basis of the calculation of the corresponding parameters

of the approximate function by the method of least Gaussian CF [1]. The theoretical function that describes the trend observed in *Figure 4* has the form:

$$C = 2^{0.059x + 7.31}$$

where: C = estimated value; X is the model number in *Figure 4*.



*Figure 4.* Diagram of the distribution of the value of the cold weapon samples from the third interval and the graph of theoretically calculated values for the theoretically determined trend\*

*Note:* by the method of least Gaussian CFF deviations.

\* The Y-axis shows the value characteristic; abscissa axis – new order number of the sample of a cold weapon in the new corrected Table of initial data.

The quality of the approximation, determined on the basis of the K. Pearson correlation index, is 0.99 units, which indicates the high accuracy of the predicted indicators. The ratio of the observed values to the theoretically calculated are shown (see *Figure 4*).

A detailed study of attributive information describing the quality of bidding cold weapons indicates the possibility of formulating a fairly short list of the most important criteria for assessing their quality (*Table 2*). Among them: the age of the monument, technical excellence, the level of artistic value, involvement in outstanding historical events, circulation, value of materials used to create, state of preservation. Certain (very small) models of melee weapons have additional qualities due to the properties of the relation and can be evaluated by a more comprehensive general protocol of cultural valuation.

Therefore, for the evaluation work with cold weapons models for the assessment base now (as of 05.11.2019), an indicator of 450 UAH (for the sample) should be taken and, depending on the result of the quality assessment according to the protocol presented in *Table 1*, this evaluation base should increase in proportion to the socio-cultural value of the subject of the assessment.



Table 2

**Protocol (list of basic criteria) for the evaluation  
of the quality of the weapons in the course of evaluation operations**

№	The name of the evaluation criterion	Ranking of criterion and coefficient "n+" (underscores required)	Ranking of the controversial evaluation criterion and the decreasing coefficient "n-" (underline necessary)	Indicator of socio-cultural value $N = n+ \times n-$
1.	Age of the monument	Unknown (1)	Known or unknown but not intended for use criterion (1)	2
		Up to 50 years (1)	Information needed but partially confirmed (0.5)	
		Up to 100 years (2)		
		Up to 300 years (4)		
		Up to 1000 years (8)	Information is decisive but not known or unverified (0.25)	
2.	Circulation of the monument	Replicated (typical) (1)	Known or unknown but not intended for use criterion (1)	2
		Rarely (2)	Information needed but partially confirmed (0.5)	
		Unique (4)		
3.	Monument involvement in cultural traditions	Local and ancestral traditions (1)	Known or unknown but not intended for use criterion (1)	1
		National traditions (2)	Information needed but partially confirmed (0.5)	
		World traditions (4)	Information is decisive but not known or unverified (0.25)	
4.	Participation of the monument in historical events	Local and ancestral traditions (1)	Known or unknown but not intended for use criterion (1)	4
		National traditions (2)	Information needed but partially confirmed (0.5)	
		World traditions (4)	Information is decisive but not known or unverified (0.25)	
5.	The involvement of the monument to outstanding manufactories and schools	Local and ancestral traditions (1)	Known or unknown but not intended for use criterion (1)	2
		National traditions (2)	Information needed but partially confirmed (0.5)	
		World traditions (4)	Information is decisive but not known or unverified (0.25)	
6.	The artistic value of the monument	Average or no artistic value (1)	Known or unknown but not intended for use criterion (1)	1
		High (2)	Information needed but partially confirmed (0.5)	
		The highest (4)	Information is decisive but not known or unverified (0.25)	
7.	The level of technical excellence	Average (1)	Imperfect (0.5)	1
		High (2)		
		The highest (4)		
8.	The presence of signs and marks	Signs and marks are present (2)	Known or unknown but not intended for use criterion (1) Information needed but partially confirmed (0.5) Information is decisive but not known or unverified (0.25)	2
9.	The state of storage of the monument	Without damage (1)	Satisfactory (0.5) Poor (0.25) In Fragments (0.125) In single fragments (0.0625)	0.5
The overall level of socio-cultural value is the product of all indicators of socio-cultural value				32

Source: [1].

Based on the results of our study of the status of the market for antique firearms, as well as the features of its sale at auctions, we can conclude that the tables of indicators predict their value in accordance with the amount of information recorded (*Table 2*), which greatly simplifies the evaluation procedure [1]. Please note that these metrics are not required for sales or other cultural monument operations, they only show a logically inconsistent result of cost forecasting. Therefore, using the above protocol, the expert calculates useful information and, using *Table 3*, determines the level of sociocultural value of the model of antique firearms, as well as the indicator of its estimated value in accordance with the state of the current market.

Table 3

**Nomenclature quality classification and cost indicators  
on the sample of cold weapons**

	The level of socio-cultural significance of antique cold												
	Local cultural recognition sites			Monuments of culture of national level of recognition									
				Third order			Second order			First order*			
Indicator of socio-cultural value "N"	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1028	2048	4096
The amount of information in bits	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estimated cost in UAH per unit	450	900	1800	3600	7200	14400	28800	57600	115200	230400	460800	921600	1843200

\* *Note:* The estimated value of a N weapon with higher sociocultural value "N" is calculated according to the general classification of cultural monuments. The red shows extrapolative indicators for very valuable types of cold weapons, which are not yet presented on the domestic internet market (online auctions) [1].

As a result of the market analysis, we also get the opportunity to create a collection of small standards of cold weapons, such as bayonets. To do this, select the items that have already been sold and verify that they are in accordance with the protocol described above to the price at which they were sold. This procedure will help to clarify the possibility of using benchmarks for rapid evaluation of cold weapons based on visual inspection.

Attention should also be paid to some objectively existing limitations to the procedures for evaluating weapons.

*Firstly*, valuable small arms, which are of great importance as cultural monuments, often become the subject of copying, restoration, and reconstruction from fragments, which raises the question of determining the level of authenticity of the object of study.

*Secondly*. The antiques market is dependent on the financial potential of potential buyers, so the valuation base index can change very sharply over several months and affect the liquidity index, which must be taken into account by the valuer taking into account the desired rate of sale.

Thirdly, the appraiser, taking into account the specifics of the appraisal task (insurance, loss, sale, collateral, etc.) may take into account the different sets of appraisal criteria, deliberately ignoring some of the criteria described in the protocol above or in the general appraisal protocol. In doing so, the evaluator may apply a new and previously not described criterion. The general requirement for a reasoned conclusion will be met.

For example, we propose to consider the procedure of forecasting the value of the German cloak of the Luftwaffe during the Second World War, put up for sale on November 5, 2019 at the VIOLITY auction (*Figure 5*).

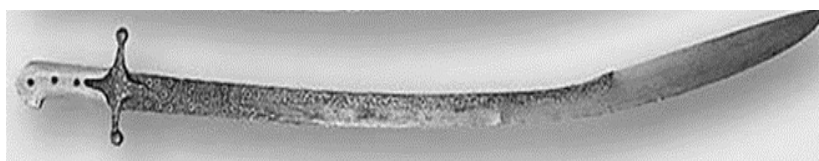


*Figure 5.* Kortik Luftwaffe

Source: [3].

Accounting for the accompanying information allows you to conclude an appropriate assessment protocol (see *Table 1*) and nomenclaturally define the quality of the item as a "cultural monument of the national level of value of the second order" (socio-cultural value index – 32). In doing so, we have taken into account the age of the item, its rarity, its involvement in world-class events, the level of recognition of the manufacturer, the presence of authentic symbolism and a satisfactory state of preservation. There-

fore, the estimated cost of this model of cold weapons will be 14 400 UAH (according to *Table 2*). The owner of the item has determined the value of the lot at the level of 14 500 UAH, which generally coincides with our forecast. At the same time, it should be noted that the starting price (estimate) for the beginning of bidding would be appropriate at the level of only 450 UAH. If potential investors do not wish to purchase this item at a higher estimated cost, it may be appropriate to recommend that it be withdrawn from trading. The predicted value obtained is also quite suitable for use as an insurance amount, pledge amount, or potential loss amount [5]. However, the guaranteed liquidation value will not exceed the starting value of 450 UAH.



*Figure 6.* Cossack sabers of the eighteenth century

Source: [3].

The second example. One of the Cossack sabers of the eighteenth century from the holdings of the Dmytro Yavornytsky Historical Museum in Dnipro (*Figure 6*) will be characterized in accordance with the criteria described in *Table 1* as follows: age – 8 (more than 300 years); circulation – 2 (rare); involvement in national traditions – 2; involvement in outstanding events – 2 (Cossack movement); Participation of a monument in outstanding manu-

factories and schools – 1 (there is no information for a specific monument); The monument's artistic value is 1 (average); Level of technical excellence – 2 (high); The presence of signs and marks – 1 (missing); The storage state of the monument is 0.5 (satisfactory). As an additional evaluation criterion, one should take into account the involvement of this monument in the collection of a prominent person – Academician Dmitry Yavornitsky, which, according to the general protocol, doubles the projected value, and also doubles the projected value of the value in relation to the value of other memorials. (a collection of Cossack weapons of the National Museum of History, popularized at the national level) [6]. Therefore, the aggregate index of socio-cultural value will be – 256, which corresponds to the nomenclature definition of quality "cultural monument of the national level of the value of the second order, as well as the projected value indicator, which amounts to 115 5200 UAH. The indicator can be considered as a well-grounded level of possible financial losses of national culture as a result of a loss of a monument – an insurance amount. Of course, the forecast is correct only about 6 months from the time of its conclusion, taking into account the overall dynamics of changes in value indicators in the antique market of Ukraine.

**Conclusion.** For the operation of forecasting the value of cold weapons, including those of historical and cultural importance, it is necessary: *first.* Create a detailed description of the subject of the examination (perform scientific attribution) taking into account and documenting all available information about it, conduct a study of the level of authenticity of the subject and take into account changes made later intervention (restoration and reconstruction). *Second.* The market for related items (items of the same name and purpose) should be analyzed using the method described above and the quality assessment protocol updated. *Third.* Nomenclature to determine the quality of the object of expertise in order to justify the range of projected cost indicators. *Fourth.* Attach a complete assessment report, to which all available supporting documents and tables of output are added.

## REFERENCES

1. Indutnyj, V. V. (2015). *Ocinka pam'jatok kul'tury [Assessment of cultural monuments]*. Kyi'v KNTEU [in Ukrainian].
2. Indutnyj, V. V., Merezhko, N. V., & Toi'chkin, D. V. (2017). *Tovarovnavcha charakterystyka antykvarnoi' holodnoi' zbroi' na rynku Ukrai'ny [Commodity characteristics of antique cold weapons on the Ukrainian market]*. *Istorija davn'oi' zbroi'*. *Doslidzhennja 2016*. Kyi'v: Instytut istorii' Ukrai'ny NAN Ukrai'ny, Nacional'nyj muzej istorii' Ukrai'ny, Nacional'nyj vijs'kovo-istorychnyj muzej Ukrai'ny. (pp. 323-337) [in Ukrainian].
3. *Violity. Aukcyon dlja kolekcyonerov [Violity. Auction for collectors]*. Retrieved from <http://auction.violity.com> [in Russian].
4. *Antiques: Antykvarnyj magazyn podarkov [Antiques: Antique gift shop]*. Retrieved from <http://www.antiquegallery.com.ua/38-V-nalichii>; <https://www.olx.ua/hobby-otdyh-i-sport/antikvariat-kollektsii/kollektsionirovanie/kollektsionnoe-oruzhie> [in Russian].

5. Pirkovich, K. A. (2015). Identyfikacija antykvarnyh juvelirnyh predmetiv zi sribla za mikrostrukturoju [Identification of antique silver jewelry by micro-structure]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurnal "Tovary i rynky" – International Scientific and Practical Journal "Commodities and Markets"*, 1 (19), 148-153 [in Ukrainian].
6. Indutnyj, V. V., Merezhko, N. V., & Pirkovich, K. A. (2017). Bezpeka pam'jatok kul'tury z metaliv [Safety of cultural metal monuments]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurnal "Tovary i rynky" – International Scientific and Practical Journal "Commodities and Markets"*, 1, 36-49 [in Ukrainian].

*The article submitted to editor's office on 26.05.2020.*

**Вовк Ю. Прогнозування вартості антикварної холодної зброї порівняльним методом.**

**Постановка проблеми.** Питання оцінки пам'яток культури є актуальним через необхідність визначення так званої кошторисної вартості у судових справах про втрачене майно, законності передачі права власності, встановлення страхових сум, оцінки спадщини, проведення операцій купівлі – продажу, застави, оренди або використання об'єктів, що мають велике соціокультурне значення в банківських операціях.

*Метою* роботи є здійснення обрахунку прогнозованої вартості холодної зброї порівняльним методом.

**Матеріали та методи.** Основу методологічної бази дослідження становлять методи наукового пізнання, системного підходу й узагальнення, наукові праці.

**Результати дослідження.** В ході дослідження проаналізовано понад 120 зразків, що представлені на відкритих аукціонах України. Для операції прогнозування вартості холодної зброї, зокрема історичної та культурної важливості, необхідно: *по-перше*, створити детальний опис предмета експертизи (виконати наукову атрибуцію) з урахуванням та документуванням всієї наявної інформації про неї, провести дослідження рівня вірогідності предмета та врахувати зміни, внесені при подальшому втручанні (відновлення та реконструкція). *По-друге*, ринок супутніх товарів (однойменних предметів та цілей) варто проаналізувати, використовуючи описаний вище метод, та оновити протокол оцінки якості. *По-третє*, треба сформулювати номенклатуру для визначення якості об'єкта експертизи з метою обґрунтування діапазону прогнозованих показників витрат. *По-четверте*, долучити повний звіт про оцінку, до якого додаються всі наявні супровідні документи та таблиці результатів.

**Висновки.** Отже, прогнозування вартості холодної зброї порівняльним методом є доцільним для використання експертами. Цей метод охоплює 9 основних критеріїв оцінки зразків і якісно визначає вплив кожного з них на фінальну прогнозовану вартість зразків.

*Ключові слова:* антикварна холодна зброя, порівняльний метод прогнозування вартості, аукціон, відкриті аукціони України, наукова атрибуція.

# УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕЧНІСТЮ

УДК 005.95 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)05](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)05)

## **Дмитро АНТЮШКО**

*E-mail:* [d.antiushko@knute.edu.ua](mailto:d.antiushko@knute.edu.ua)  
*ORCID:* 0000-0002-4135-6439

к. т. н., доцент, доцент кафедри товарознавства,  
управління безпекою та якістю  
Київського національного  
торгівельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

## **Володимир ГОРДОПОЛОВ**

*E-mail:* [v.hordopolov@knute.edu.ua](mailto:v.hordopolov@knute.edu.ua)  
*ORCID:* 0000-0002-3151-8035

д. е. н., доцент, професор кафедри  
фінансового аналізу та аудиту  
Київського національного  
торгівельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

## **Наталія ГУСАРЕВИЧ**

*E-mail:* [n.husarevych@knute.edu.ua](mailto:n.husarevych@knute.edu.ua)  
*ORCID:* 0000-0002-8266-8498

к. е. н., доцент кафедри фінансів  
Київського національного  
торгівельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

## **ISO 10015:2019: НОВАЦІЇ ЩОДО УПРАВЛІННЯ КОМПЕТЕНТНІСТЮ ПЕРСОНАЛУ**

*Досліджено основи законодавчо-нормативної бази управління компетентністю персоналу, зокрема зміст нової версії міжнародного стандарту ISO 10015:2019. Проаналізовано основні новації та зміни цієї редакції, їхній очікуваний вплив на діяльність організації, опрацьовано зміст документа. Встановлено, що використання положень нормативного акта дасть змогу повніше ідентифікувати й аналізувати потреби в підвищенні компетентності та розвитку працівників, здійснювати безперервний процес планування, моделювання, реалізації навчання, оцінювання досягнутих результатів, визначення подальших пріоритетів, сприятиме підвищенню результативності освітніх заходів. На основі рекомендацій стандарту розроблено та запропоновано практичний алгоритм проведення організаціями заходів із підвищення кваліфікації працівників.*

*Ключові слова:* персонал, управління компетентністю, стандарт ISO 10015:2019, розвиток персоналу, цикл PDCA, програма підвищення кваліфікації, організаційний, командний/груповий, індивідуальний рівні.

*Антюшко Д., Гордополов В., Гусаревич Н. ISO 10015:2019: новації по управленню компетентностью персонала. Исследованы основы нормативно-правовой базы управления компетентностью персонала, в частности содержание новой версии международного стандарта ISO 10015:2019. Проанализированы основные новации и изменения данной редакции, их ожидаемое влияние на деятельность организаций, подробно изучено содержание документа. Установлено, что*

© Дмитро Антюшко, Володимир Гордополов, Наталія Гусаревич, 2020

использование положений нормативного акта позволит полнее идентифицировать и анализировать потребности в повышении компетентности и развитии работников, осуществлять непрерывный процесс планирования, моделирования, реализации обучения, оценки достигнутых результатов, определения дальнейших приоритетов, будет способствовать повышению результативности образовательных мероприятий. На основе рекомендаций стандарта разработан и предложен практический алгоритм проведения организациями мероприятий по повышению квалификации работников.

*Ключевые слова:* персонал, управление компетентностью, стандарт ISO 10015:2019, развитие персонала, цикл PDCA, программа повышения квалификации, организационный, командный/групповой, индивидуальный уровни.

**Постановка проблеми.** Одним із основних факторів, що забезпечують успішність і конкурентоздатність діяльності організації на ринку, є компетентність її персоналу. Згідно з міжнародним стандартом ISO 9001:2015 "Системи управління якістю. Вимоги" [1; 2] серед базових чинників підтримання ефективності роботи діяльності організації та функціонування систем управління важливе місце посідає рівень компетентності її працівників (п. 7.1 і 7.2). Водночас велика кількість організацій, зокрема вітчизняних, не забезпечують системи безперервного навчання персоналу та підвищення рівня його компетентностей, а лише епізодично проводять окремі заходи у цій сфері. Це, своєю чергою, негативно позначається на ефективності роботи й конкурентоздатності установ, задоволеності клієнтів, стейкхолдерів та інших зацікавлених сторін відповідною діяльністю.

Міжнародною організацією стандартизації (ISO) розроблено стандарт, спрямований на сприяння підвищенню рівня професійних навичок залучених кадрів у контексті управління якістю, – ISO 10015. Перша редакція цього нормативного акта, що мав назву "Управління якістю. Настанови щодо навчання персоналу" [3], набула чинності у грудні 1999 р., адаптована та прийнята на національному рівні багатьох країн і дала вагомі позитивні результати від практичного впровадження у діяльність установ. Проте, зважаючи на прийняття нових версій багатьох стандартів ISO, 17 грудня 2019 р. набула чинності його друга редакція – ISO 10015:2019 "Управління якістю. Настанови щодо управління компетентністю та розвитку персоналу" [4]. Найближчим часом цей документ має бути перекладений і прийнятий на національному рівні зацікавлених країн – учасниць ISO, зокрема й України. Повноцінне розуміння сутності та особливостей застосування стандарту ISO 10015:2019 як одного із дієвих методологічних засобів управління фаховими та загальнолюдськими навичками, вміннями та знаннями працівників організацій, його імплементація виробничими, торговельними та іншими установами, зокрема під час планування, реалізації, моніторингу й контролю, визначення подальших напрямів удосконалення заходів щодо навчання та підвищення кваліфікації, сприятиме: реалізації поставлених цілей і завдань через забезпечення, дотримання й розвиток компетентності персоналу; визначенню його сильних і слабких сторін; більш ефективному розподілу та викорис-

танню фінансових і часових ресурсів; впровадженню програм професійного й особистого удосконалення вмінь, навичок і знань працівників з урахуванням їхніх побажань та інтересів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню аспектів підвищення ефективності функціонування систем управління щодо забезпечення належної компетентності персоналу, методологічного та прикладного інструментарію його моніторингу, оцінки, зростання особистісного та професійного рівня працівників, відповідності потребам, інтересам, цілям розвитку організації, її клієнтів і зацікавлених сторін, проблематиці заходів у сфері навчання залучених до роботи людських ресурсів присвячено науковій праці закордонних і вітчизняних науковців та практиків, як-от: Jacobs R. [5; 6], Brennan J. [7], Rogala P. [8], Chalofsky N., Morris M. [9], Bazazo I., Jawabreh O. [10], Mehraban M. [11], Калита П. [12], Коваленко О. [13], Руденко М. [14] та ін. Водночас необхідно констатувати, що питання, пов'язані з необхідністю розробки та дієвого практичного застосування методологічних підходів до планування, реалізації, моніторингу, контролю й удосконалення заходів у сфері навчання і підвищення компетентності персоналу, а також розробки й опрацювання науково обґрунтованих алгоритмів дій щодо навчання та розвитку здібностей залучених кадрів, зокрема на національному рівні, потребують додаткових досліджень.

*Мета роботи* – ґрунтовний аналіз основних положень, специфіки, новацій і особливостей практичного використання міжнародного стандарту *ISO 10015:2019* "Управління якістю. Настанови щодо управління компетентністю та розвитку персоналу" як методологічного засобу фахового управління вміннями й здібностями працівників, розробка пропозицій щодо забезпечення навчання кадрів на його основі.

**Матеріали та методи.** Під час написання статті використано редакції міжнародного стандарту *ISO 10015 1999* [3] та 2019 рр. [4], застосовано методи аналізу й синтезу методологічних аспектів управління компетентністю та розвитку персоналу, порівняння, узагальнення, а також систематизації дослідженого матеріалу.

**Результати дослідження.** Відповідно до Закону України "Про професійний розвиток працівників" [15] одним із обов'язків роботодавців є організація професійного навчання працівників коштом власних фінансових ресурсів, що визначається як "процес цілеспрямованого формування у працівників спеціальних знань, розвиток необхідних навичок та вмінь, що дають змогу підвищувати продуктивність праці, максимально якісно виконувати функціональні обов'язки, освоювати нові види професійної діяльності, що включає первинну професійну підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації працівників відповідно до потреб виробництва". В сучасних умовах організації, які дбають про свою конкурентоздатність на ринку, відповідально підходять до підвищення компетентності персоналу як до систематичного процесу, що уможливує більш повне досягнення вже поставлених цілей та відкриття нових потенційних можливостей.



Одним із загально визнаних на світовому рівні документів, що дають змогу продуктивно реалізовувати таку діяльність, є міжнародний стандарт *ISO 10015*, зокрема його нова редакція 2019 р., що має назву "Управління якістю. Наставови щодо управління компетентністю та розвитку персоналу" [4]. Підготовка цієї версії нормативного акта тривала з жовтня 2016 р. і здійснювалася спільно спеціалістами *ISO/TK 176/ПК 3* "Підтримуючі технології", головою якого був Густаво Понторієро (президент Аргентинського інституту стандартизації та сертифікації (*IRAM*), і *ISO/TK 260* "Управління людськими ресурсами" на чолі з Джимом Льюїсом (керівником Американського інституту сертифікації персоналу, засновником і керівним партнером консалтингової фірми *J Lewis Consulting Group*) [16; 17]. До участі в перегляді змісту стандарту були залучені відповідні спеціалісти з понад 25 країн світу [4].

Проведений аналіз свідчить, що основним завданням цього нормативного акта [4] є надання відповідних рекомендацій для сприяння в управлінні компетентністю та розвитку здібностей працівників організації, що впливає на відповідність продукції (товарів і послуг), яка пропонується нею, інтересам споживачів та інших зацікавлених сторін. Концептуальною новацією цієї редакції регламентувального документа є те, що управління компетентністю аналізується на основі циклу *Plan – Do – Check – Act (PDCA)* ("Плануй – Виконуй – Перевірй – Дій"). Це має сприяти забезпеченню системності, гармонізації й безперервності заходів, що реалізуються організаціями для управління вміннями, навичками та знаннями працівників. Варто також зазначити, що в документі велика увага приділяється ризик-орієнтованому мисленню, а значення одного з головних термінів "компетентність" узгоджено з термінологічними нормами, встановленими стандартом *ISO 9000:2015* "Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів".

Базуючись на проведеному аналізі змісту нової редакції нормативного акта, визначено, що документ [4] ґрунтується на положеннях, встановлених у Додатку *SL* до "Директиви *ISO/IEC*, частина 1. Консолідоване доповнення *ISO* – Спеціальні процедури *ISO*", зокрема Додатку 2 щодо Структури високого рівня [18], яка використовується в усіх нових стандартах *ISO* серії 9000. Встановлено, що основною метою змін є підвищення узгодженості стандарту з іншими нормативними актами *ISO* на різноманітні системи управління, а також забезпечення зацікавленим сторонам оптимальних умов для більш результативного та спрощеного сприйняття його змісту. Застосування цієї новації має сприяти організаціям у впровадженні запропонованих документом рекомендацій щодо оцінювання та вдосконалення заходів з управління бізнес-процесами, ширшому залученню всього найвищого керівництва й, на думку авторів, покращенню ефективності діяльності, а також досягненню запланованих результатів у цілому.

Однією з важливих умов імплементації міжнародних норм, що стосуються управління компетентністю та розвитку персоналу організацій, є розуміння структури нової версії стандарту на таку діяль-

ність. Так, основний обсяг нормативного документа становить 8 сторінок, він містить передмову, вступ, 5 розділів і бібліографію з 2 джерел.

У новій редакції стандарту визначено загальні засади його розробки, патентних прав на нормативний акт у цілому або на окремі його елементи, основні зміни проти попередньої версії, що полягають у:

- вищому рівні гармонізації зі стандартами *ISO* серії 9000 (завдяки використанню циклу *PDCA*);
- підтримці організацій, що визначають власні потреби у планових переглядах вимог до компетентностей персоналу через заплановані інтервали часу;
- додатковому уточненні та роз'ясненні норм щодо управління компетентністю.

Загальноновизнано, що працівники організації є одним із базових і найбільш вагомих її ресурсів, що обумовлює чітку кореляцію між рівнем кваліфікації персоналу та здатністю досягнення поставлених цілей підприємств. З огляду на це у вступній частині останньої редакції стандарту [4] велика увага приділяється визначенню важливості персоналу. Зокрема, зазначено, що для забезпечення успішності діяльності організації необхідними є управління компетентністю та розвиток персоналу на організаційному, командному/груповому й індивідуальному рівнях. Взаємопов'язаність і нероздільність цих двох складових обумовлена тим, що управління компетентністю містить в собі розвиток персоналу, тоді як належний рівень якостей працівників потребує безперервного розвитку завдяки використанню планових і систематичних процесів. Отже, повноцінна реалізація дасть змогу організаціям покращити та розширити свої можливості, відповідати своєму стратегічному напрямку та досягати поставлених результатів запланованої діяльності.

Внаслідок проведеного дослідження зазначається, що міжнародним стандартом *ISO 10015:2019* регламентовано факт, згідно з яким принципи управління якістю, визначені в стандартах *ISO* серії 9000 (зокрема нормативних актах *ISO 10001 – ISO 10019*), підкреслюють особливе значення забезпечення компетентності персоналу, культури її формування та розвитку. Особливо важливо, що для належного рівня управління компетентностями працівників використовується підхід, згідно з яким мають бути забезпечені необхідні знання та навички щодо використання систем управління, наприклад якістю, навколишнім середовищем, соціальною відповідальністю, інформаційною безпекою, ризиками, енергоресурсами тощо. Також позитивним є те, що для управління компетентністю та розвитку персоналу рекомендується застосовувати алгоритм, заснований на безперервному використанні циклу *PDCA*, який представлений на *рис. 1*.

Проведений аналіз цільової сфери використання нової редакції дослідженого документа [4] свідчить, що він призначений для надання організаціям настанов щодо створення, впровадження, підтримки й вдосконалення системи управління компетентністю та розвитку персоналу

для позитивного впливу на результати, пов'язані з узгодженістю результатів роботи (продукції та послуг) з потребами й очікуваннями зацікавлених сторін. Результати визначення базових середовищ практичної імплементації розробленого акта дають змогу констатувати, що ці рекомендації можуть бути застосовані усіма організаціями незалежно від їхніх сфери чи масштабу діяльності, форми власності.

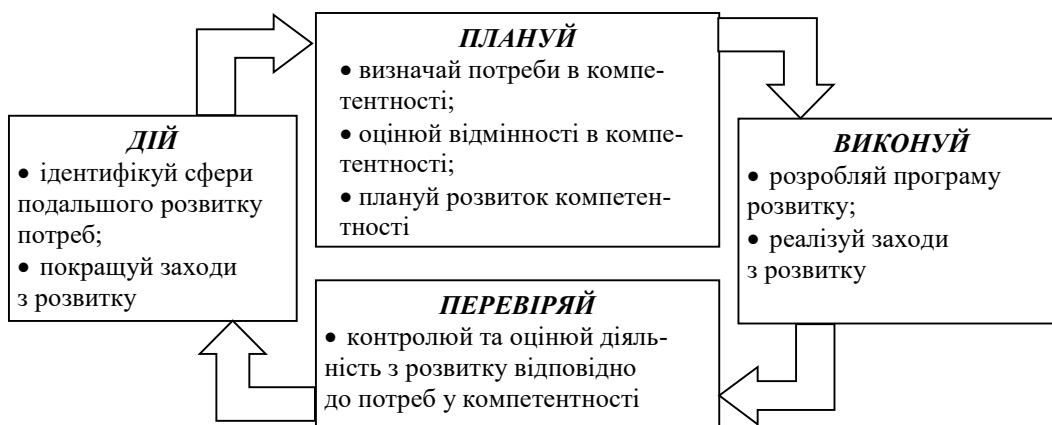


Рис. 1. Процес управління компетентністю та розвитку персоналу

Джерело: розроблено авторами на основі стандарту ISO 10015:2019 [4].

Серед особливостей міжнародного стандарту варто також зазначити відсутність у ньому посилань на певні нормативні акти, попри наявність відповідного розділу, який був представлений з метою збереження загальної для стандартів ISO структури. Посилання ж на певні нормативні документи (стандарти ISO 9000:2015, ISO 30401:2018 та ISO/DIS 10018:2019, що перебуває на стадії публікації) представлені по тексту проаналізованого стандарту в міру їх використання.

Дослідження наявної термінологічної бази свідчить про її суттєву відмінність від попередньої редакції та доопрацювання, зокрема залучення трьох нових термінів, що спрямовано на більш конкретне уточнення очікуваних організацією результатів підвищення рівня персоналу. Так, документом пропонуються такі визначення чотирьох термінів:

- *компетентність* – здатність застосовувати знання та навички для досягнення запланованих результатів;
- *розвиток персоналу* – заохочення працівників до набуття нової або підвищеної компетентності завдяки створенню можливостей навчання та підготовки з супутніми умовами для розкриття одержаних результатів;
- *навичка* – набута можливість виконувати завдання відповідно до заданих очікувань;
- *знання* – людський або організаційний ресурс, що дає змогу приймати ефективні рішення та діяти за визначених обставин.

Варто зазначити, що в процесі управління компетентністю представників організації на першому етапі обов'язково має здійснюватися оцінка потреб у фахових та загальних знаннях і вміннях (*hard, soft*

*knowledge's and skills*) на організаційному, командному/груповому та індивідуальному рівнях. Зокрема, встановлено, що стандартом рекомендується здійснювати це з урахуванням:

- контексту організації (змін внутрішніх і зовнішніх проблемних моментів, потреб й очікувань зацікавлених сторін);
- потенційного впливу недостатності компетентності на процеси та ефективність систем управління;
- визначення індивідуальних рівнів компетентності стосовно здатності виконувати визначені функції;
- можливості використовувати спеціальні доступні компетентності щодо службових функцій, процесів і систем.

Базуючись на результатах вивчення змісту стандарту [4], встановлено, що організації мають визначати свої потреби у компетентності через заплановані проміжки часу та з урахуванням контекстних змін. До цього аналізу вони можуть залучати також зовнішніх виконавців.

Досліджено також, що під час визначення потреб у компетентностях установи мають здійснювати цю діяльність, зокрема, за допомогою задокументованої інформації (законодавчо-нормативних актів, посадових інструкцій, стратегії, планів діяльності тощо) на організаційному, командному/груповому та індивідуальному рівнях. З'ясовано, що нормативним документом [4] також прописано конкретні приклади, що саме організація має враховувати при встановленні потреб на кожному рівні.

Проведений аналіз змісту стандарту свідчить, що у п. 4.3 "Оцінка поточної компетентності та потреб у розвитку" надано рекомендації для організацій проводити періодичний аналіз поточного стану компетентності на організаційному, командному або груповому та індивідуальному рівнях. Це має допомогти визначити, наскільки наявний рівень кваліфікації працівників відповідає поставленим завданням. Встановлено, що для цього організації мають:

- брати до уваги наявні рівні компетентності персоналу;
- порівнювати наявний рівень компетентності з необхідним;
- застосовувати ризик-орієнтоване мислення для визначення пріоритетності дій щодо компетентнісних розбіжностей.

За результатами аналізу нормативного акта варто зазначити, що основним за своїм значенням є розділ "Управління компетентністю та розвиток персоналу", в якому організаціям надаються рекомендації щодо управління компетентністю персоналу на загальноорганізаційному рівні за допомогою розвитку на командному/груповому та індивідуальному рівнях. Документом регламентується, що потреби у компетентності, які були встановлені, мають бути пов'язані з розвитком персоналу. Зокрема, досліджено, що певні невідповідності, як передбачувані майбутні вимоги щодо компетентностей, повинні бути визначені та заплановані. Стандартом також встановлено рекомендації, відповідно до яких розвиток персоналу має бути пов'язаний із:

- компетентнісними потребами, визначеними для досягнення компетентності в організації на усіх рівнях;

- компетентнісними потребами, визначеними окремими особами індивідуально як частина їхніх особистих цілей розвитку.

Зазначено також, що під час планування заходів із розвитку компетентності працівників організації мають:

- визначати спеціальні цілі розвитку (спрямовані на усунення компетентнісних невідповідностей чи задоволення індивідуальних потреб розвитку);

- брати до уваги відповідні заходи з розвитку;

- встановлювати критерії для моніторингу й оцінки результатів розвитку;

- зважати на ризики та можливості, що можуть вплинути на ефективність подання заходів із розвитку;

- брати до уваги статутні та регулятивні вимоги;

- визначати організаційні ресурси, зокрема й фінансову компенсацію;

- брати до уваги організаційну політику;

- визначати договірні домовленості з зовнішніми постачальниками;

- встановлювати вимоги щодо планування та розкладу;

- визначати відповідних провайдерів;

- встановлювати індивідуальну та/або групову/командну доступність, мотивацію та можливість.

Проведене аналітичне вивчення норм *ISO 10015:2019* дає підстави констатувати, що для підвищення кваліфікації та розвитку персоналу вищому керівництву підприємств пропонується скласти програми відповідних заходів, структура яких має містити опис цільової аудиторії, дату досягнення певних встановлених результатів, заходи, місце і час їх проведення, тривалість, засоби оцінювання засвоєваності й ефективності, надання підтверджувальних документів для учасників (сертифікатів, дипломів, допусків тощо). Також відповідно до рекомендацій, представлених у стандарті, організації мають заохочувати команди/групи й окремих працівників до участі в заходах з управління компетентністю та розвитку персоналу.

Так, для забезпечення ефективності впроваджуваних заходів з управління компетентністю на командному/груповому й індивідуальному рівнях мають встановлюватися певні визначені норми оцінювання. Під час реалізації програм розвитку варто встановлювати конкретні ролі та обов'язки для їхніх учасників. Зокрема, передбачено, що саме організація відповідальна за визначення того, хто буде подавати програму розвитку компетентності, погодження сфери її застосування, мети та цільової аудиторії підготовки, сприяння в реалізації за допомогою надання відповідних ресурсів, доведення вимог щодо цієї програми до зацікавлених осіб. Передбачено, що особи, які будуть провадити діяльність із підвищення компетентності, мають погоджувати програми розвитку персоналу, забезпечувати спрямованість змісту та

наповнення програм на усунення визначених розбіжностей у компетентностях, потреби цільової аудиторії здобувачів, а також реалізацію усіх частин програми у погоджений часовий період, проводити моніторинг й оцінку одержаних результатів.

Відповідно до положень щодо оцінки впливу управління компетентністю та програм розвитку персоналу організації мають забезпечувати відповідну ефективність і релевантність погоджених методів, що будуть використовуватися, потребам зацікавлених сторін, підтримувати моніторинг програм та заходів у їхніх межах, аналізувати результати моніторингу, визначати, наскільки і як підвищення компетентності відповідає потребам організації та здобувачів, забезпечувати впровадження набутих результатів навчання, одержувати зворотний зв'язок від відповідних зацікавлених сторін, визначати потреби в компетентності, що залишилися після реалізації програми, а також напрямки та подальші необхідні дії з її удосконалення й покращення.

Досліджено, що для реалізації безперервного розвитку нормативним документом надано рекомендації організаціям розробляти та використовувати методи оцінки впливу програм з управління компетентністю й розвитку персоналу на організаційному, командному/груповому та індивідуальному рівнях. Задля цього після завершення заходів із підвищення кваліфікації працівників вищій менеджмент через керівництво структурними підрозділами має забезпечувати зворотний зв'язок із персоналом, залученим до навчання, щодо визначення майбутніх потреб у його розвитку та пріоритетів у цій сфері. Встановлено, що у процесі формування подальших планів щодо управління компетентністю персоналу суб'єктам господарювання доцільно також використовувати відомості про демографічні, економічні, політичні та соціальні зміни, місію, бачення, цінності й культуру організації, заплановане представлення нових товарів та послуг, зміни в регуляторній і статутній базі, нові знання, результати дослідження ринку й очікування споживачів, технологічні новації, зміни потреб та очікувань зацікавлених сторін.

Аналіз бібліографічної частини нової версії нормативного акта дає змогу констатувати наявність 2 документів: *ISO 30401:2018* "Системи управління знаннями. Вимоги" та *ISO 10018* "Системи управління якістю. Настанови щодо залучення персоналу", що перебуває на стадії публікації. Вони, як очікується, мають доповнювати досліджений документ для забезпечення кращої імплементації та підвищення підсумкового результату від управління компетентністю персоналу для організації.

На основі аналізу рекомендацій, представлених у міжнародному стандарті *ISO 10015:2019* "Управління якістю. Настанови щодо управління компетентністю та розвитку персоналу", можна прогнозувати, що імплементація норм цього документа дасть змогу організаціям повніше ідентифікувати й аналізувати потреби в підвищенні компетентності та розвитку своїх працівників, здійснювати безперервний

процес планування, моделювання, реалізації навчання, зокрема із використанням циклу *PDCA*, оцінювання досягнутих результатів, визначення подальших пріоритетів розвитку з урахуванням чітко визначених критеріїв поліпшення. Також очікується, що застосування рекомендацій, наведених у нормативному документі, має сприяти підвищенню результативності освітніх заходів для зростання професійних й особистісних компетентностей співробітників, ефективності використання фінансових, матеріальних та часових ресурсів підприємств для досягнення запланованих цілей.

Базуючись на викладених у стандарті [4] науково-методичних рекомендаціях, зокрема щодо забезпечення процесу управління компетентністю та розвитку персоналу, заснованому на використанні циклу *PDCA*, розроблено та запропоновано загальний практичний алгоритм проведення організаціями заходів з підвищення кваліфікації залучених працівників (рис. 2).

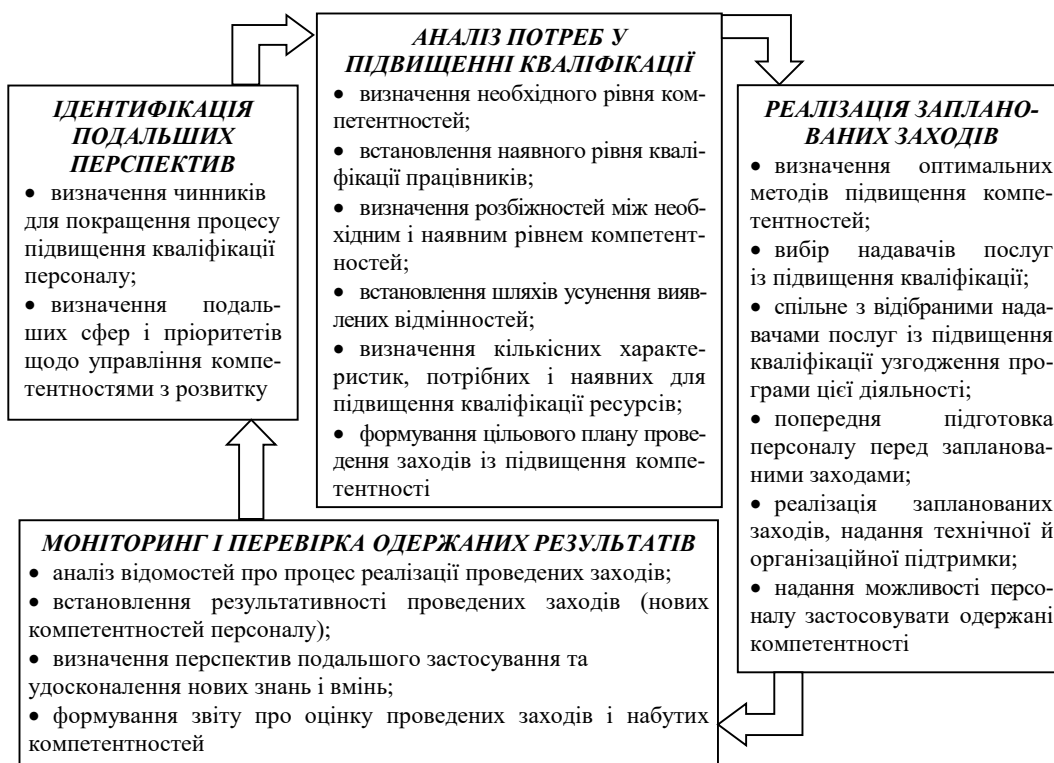


Рис. 2. Практичний алгоритм проведення заходів з управління компетентністю та розвитку персоналу

Джерело: розроблено авторами на основі стандарту *ISO 10015:2019* [4].

Запропонований алгоритм базується на чотирьох основних взаємопов'язаних етапах: аналіз потреб організації у підвищенні кваліфікації, реалізація запланованих заходів щодо цього, моніторинг та перевірка одержаних підсумкових результатів, ідентифікація подальших перспектив – і передбачає безперервний розвиток діяльності щодо управління компетентністю персоналу. Кожен із зазначених етапів містить

визначений комплекс заходів, що спрямовані на реалізацію основних поетапних завдань. Застосування представленого комплексу дій має сприяти організаціям у забезпеченні більш ефективного підвищення компетентності працівників і допомагати раціональніше розподіляти матеріальні ресурси на заходи у цьому напрямі.

**Висновки.** У сучасних умовах посиленої ділової конкуренції, що існує на ринку, ефективне забезпечення роботи організацій незалежно від специфіки їхньої діяльності потребує постійного розвитку та вдосконалення компетентностей персоналу. Одним із документів, що надає дієві практичні рекомендації щодо управління компетентністю та розвитку персоналу, є нова редакція міжнародного стандарту *ISO 10015:2019*. Основними новаціями нової версії нормативного акта є використання циклу *PDCA*, ризик-орієнтованого мислення та підвищення рівня залучення й компетентності персоналу. Проведений аналіз дає змогу прогнозувати позитивний вплив від застосування цього документа, що сприятиме зростанню продуктивності роботи працівників, підвищенню дієвості функціонування систем управління, довіри споживачів й інших зацікавлених сторін. Також на основі рекомендацій стандарту розроблено та запропоновано практичний алгоритм проведення організаціями заходів із підвищення кваліфікації працівників.

Перспективою подальших досліджень є вивчення стану імплементації міжнародного стандарту *ISO 10015:2019* організаціями, що мають різні особливості діяльності (цілі, організаційну структуру, інфраструктуру, фінансово-матеріальні та людські ресурси тощо) в Україні та світі, аналіз впливу від практичного впровадження положень нормативного документа на забезпечення ділової досконалості учасників ринку, ситуації щодо затвердження дослідженого стандарту на національному рівні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. *Online Browsing Platform (OBP)*. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en>.
2. Антюшко Д. Імплементація положень стандарту ISO 9001:2015 для вдосконалення систем управління якістю. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2016. № 1 (21). С. 71-79.
3. ISO 10015:1999. Quality management – Guidelines for training. *Online Browsing Platform (OBP)*. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10015:ed-1:v1:en>.
4. ISO 10015:2019. Quality management – Guidelines for competence management and people development. *Online Browsing Platform (OBP)*. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10015:ed-2:v1:en>.
5. Jacobs R. A Proposed Conceptual Framework of Workplace Learning: Implications for Theory Development and Research in Human Resource Development. *Human Resource Development Review*. 2009. N 8 (2). P. 133-150.



6. Jacobs R., Wang B. A Proposed Interpretation of the ISO 10015 and Implications for HRD. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED504782.pdf>.
7. Brennan J. Talking about quality: the changing uses and impact of quality assurance. URL: <http://www.qaa.ac.uk/en/Publications/Documents/impact-of-quality-assurance.pdf>.
8. Rogala P., Wawak S. Dedicated standards for quality management in training companies. *Nauki o Zarzadzaniu*. 2015. N 1. P. 2-5.
9. Chalofsky N., Rokko T., Morris M. Handbook of Human Resource Development. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014. 816 p.
10. Bazazo I., Jawabreh O. The Effect of Adopting the International Standard (ISO 10015) in Training Programs on the Performance Quality. *Journal of Social Sciences*. 2018. N 6. P. 694-708.
11. Mehraban M. Training Effectiveness based on ISO-10015 Standard. *International Journal of Research in Organizational Behavior and Human Resource Management*. 2014. Vol. 2. Issue 2. P. 96-104.
12. Калита П. Я. Системы качества и международные стандарты ИСО серии 9000. Киев: Украинская ассоциация качества, 2006. 181 с.
13. Коваленко О. Впровадження в державне управління України міжнародних стандартів ISO серії 9000 та ISO серії 10000. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2015. № 4 (27). С. 123-132.
14. Руденко М. В. Навчання персоналу як ресурсна складова управління підприємством. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2016. № 2. Т. 1. С. 33-37.
15. Закон України "Про професійний розвиток працівників" від 12.01.2012 р. № 4312-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4312-17>.
16. Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). URL: <http://www.iram.org.ar/index.php?IDM=44&IDN=586&mpal=no&alias=>.
17. Board of Directors. Jim Lewis, SPHR, GPHR. *HRCI*. URL: <https://www.hrci.org/about-hrci/overview/board-of-directors/jim-lewis-sphr-gphr>.
18. ISO/IEC Directives. Part 1. Consolidated ISO Supplement – Procedures Specific to ISO. URL: <https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/index.xhtml>.

*Стаття надійшла до редакції 17.03.2020.*

***Antiushko D., Hordopolov V., Gusarevych N. ISO 10015:2019: innovations in personnel competence management.***

**Background.** Complete understanding of the standard ISO 10015:2019 essence, its implementation will contribute to the achievement of their goals and objectives, identifying its strengths and weaknesses, more efficient allocation and use of financial and time resources, implementation of professional and individual programs of employees' skills, abilities and knowledge personal improvement taking into account their wishes and interests.

*The aim* of the work is a thorough analysis of the main provisions, specifics, innovations and features of practical use of the international standard ISO 10015:2019 "Quality management. Guidelines for competence management and staff development" as a methodological tool for professional management of employees' skills and abilities.

**Material and methods.** The editions of the international standard ISO 10015 of 1999 and 2019 were used during the article writing. The methods of analysis and synthesis of competence management and staff development methodological aspects, comparison, generalization, as well as systematization of the studied materials were used.

**Results.** The basic objective of ISO 10015:2019 is to provide appropriate guidance to assist in the organization's competency and workforce management, which affects product compliance with the consumers and other stakeholders' interests. A conceptual innovation of this standard version is that competence management is analysed based on the PDCA cycle.

Basing on the analysis of the standard's recommendations it was established that its implementation will allow organizations to more fully identify and analyse the needs for improving the competence and development of employees, to carry out a continuous process of planning, modelling, implementation of training, including using the PDCA cycle, the evaluation of achieved results, defining further development priorities.

**Conclusion.** Basing on the standard's recommendations the practical algorithm for organizations to conduct measures to employees' certification training has been developed and proposed. The prospect of further research is to investigate the state of the standard implementation by international and national organizations, characterized by different features of activity, the impact of practical implementation on ensuring business excellence, the situation regarding the harmonization of national regulations with the recently adopted standard version.

*Keywords:* staff, competence management, ISO 10015: 2019 standard, personnel development, PDCA cycle, certification training program, organizational, team/group, individual levels.

## REFERENCES

1. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. *Online Browsing Platform (OBP)*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en> [in English].
2. Antjushko, D. (2016). Implementacija polozhen' standartu ISO 9001:2015 dlja vdoskonalennja system upravlinnja jakistju [Implementation of the provisions of the ISO 9001: 2015 standard to improve quality management systems]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky" – International scientific-practical magazine. "Commodities and markets"*, 1 (21), 71-79 [in Ukrainian].
3. ISO 10015:1999. Quality management – Guidelines for training. *Online Browsing Platform (OBP)*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10015:ed-1:v1:en> [in English].
4. ISO 10015:2019. Quality management – Guidelines for competence management and people development. *Online Browsing Platform (OBP)*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10015:ed-2:v1:en> [in English].
5. Jacobs, R. (2009). A Proposed Conceptual Framework of Workplace Learning: Implications for Theory Development and Research in Human Resource Development. *Human Resource Development Review*, 8 (2), 133-150 [in English].
6. Jacobs, R., & Wang, B. *A Proposed Interpretation of the ISO 10015 and Implications for HRD*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED504782.pdf> [in English].
7. Brennan, J. *Talking about quality: the changing uses and impact of quality assurance*. Retrieved from <http://www.qaa.ac.uk/en/Publications/Documents/impact-of-quality-assurance.pdf> [in English].
8. Rogala, P., & Wawak, S. (2015). Dedicated standards for quality management in training companies. *Nauki o Zarzadzaniu*, 1, 2-5 [in English].
9. Chalofsky, N., Rokko, T., & Morris, M. (2014). *Handbook of Human Resource Development*. New Jersey: John Wiley & Sons [in English].
10. Bazazo, I., & Jawabreh, O. (2018). The Effect of Adopting the International Standard (ISO 10015) in Training Programs on the Performance Quality. *Journal of Social Sciences*, 6, 694-708 [in English].

11. Mehraban, M. (2014). Training Effectiveness based on ISO-10015 Standard. *International Journal of Research in Organizational Behavior and Human Resource Management*. (Vol. 2). (Issue 2), (pp. 96-104) [in English].
12. Kalita, P. Ja. (2006). *Sistemy kachestva i mezhdunarodnye standarty ISO serii 9000 [Quality systems and international standards ISO 9000 series]*. Kiev: Ukrainskaja asociacija kachestva [in Russian].
13. Kovalenko, O. (2015). Vprovadzhennja v derzhavne upravlinnja Ukrai'ny mizhnarodnyh standartiv ISO serii' 9000 ta ISO serii' 10000 [ Introduction of international standards ISO series 9000 and ISO series 10000 into the state administration of Ukraine]. *Derzhavne upravlinnja ta misceve samovrjaduvannja – Public administration and local self-government*, 4 (27), 123-132 [in Ukrainian].
14. Rudenko, M. V. (2016). Navchannja personalu jak resursna skladova upravlinnja pidprijemstvom [Staff training as a resource component of enterprise management]. *Visnyk Hmel'nyckogo nacional'nogo universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*, 2. (Vol. 1), (pp. 33-37) [in Ukrainian].
15. *Pro profesijnyj rozvytok pracivnykiv: Zakon Ukrai'ny vid 12.01.2012 r. № 4312-VI [On professional development of employees: Law of Ukraine of 12.01.2012 № 4312-VI]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4312-17> [in Ukrainian].
16. *Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)*. Retrieved from <http://www.iram.org.ar/index.php?IDM=44&IDN=586&mpal=no&alias=> [in Spanish].
17. Board of Directors. Jim Lewis, SPHR, GPHR. *HRCI*. Retrieved from <https://www.hrci.org/about-hrci/overview/board-of-directors/jim-lewis-sphr-gphr> [in English].
18. *ISO/IEC Directives. Part 1. Consolidated ISO Supplement – Procedures Specific to ISO*. Retrieved from <https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/index.xhtml> [in English].

# МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 628.161:546.726 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)06](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)06)

**Дмитро ГОЛОВКО** к. х. н., доцент кафедри технології неорганічних речовин та екології Українського державного хіміко-технологічного університету  
*E-mail: olimp17tnv@ukr.net*  
ORCID: 0000-0003-0379-083X просп. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005, Україна

**Ірина ГОНЧАРОВА** к. х. н., доцент кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету  
*E-mail: i.goncharova@knute.edu.ua*  
ORCID: 0000-0001-7867-9154 вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

**Ярослав БАРАШОВЕЦЬ** генеральний директор ТОВ "Системи чистої води"  
*E-mail: cws@cws.kiev.ua*  
ORCID: 0000-0002-1618-2342 вул. Пирогова, 2/37, м. Київ, 01030, Україна

## ФЕРАТНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД

*Проаналізовано методи знезалізнення води природних джерел. Методом спектрофотометрії встановлено вміст загального Феруму в модельних розчинах та зразках бюветної води Деснянського району м. Києва. Розраховані термодинамічні та кінетичні характеристики реакцій взаємодії сполук Феруму(II) з калій фератом. Проведено очищення зразків від йонів Феруму за допомогою калій ферату(VI) та активованого вугілля. Обґрунтовано перспективність фератної технології очищення води від сполук Феруму.*

*Ключові слова:* природні води, якість, безпека, сполуки Феруму, калій ферат(VI), методи знезалізнення води, фератна технологія.

*Головко Д., Гончарова И., Барашовец Я. Ферратная технология очистки природных вод. Проанализированы методы обезжелезивания воды природных источников. Методом спектрофотометрии установлено содержание общего железа в модельных растворах и образцах бюветной воды Деснянского района г. Киева. Рассчитаны термодинамические и кинетические характеристики реакций взаимодействия соединений железа(II) с ферратом калия. Проведена очистка образцов от ионов железа с помощью феррата(VI) калия и активированного угля. Обоснована перспективность ферратной технологии очистки воды от соединений железа.*

*Ключевые слова:* природные воды, качество, безопасность, соединения железа, феррат(VI) калия, методы обезжелезивания воды, ферратная технология.

© Дмитро Головко, Ірина Гончарова, Ярослав Барашовець, 2020

**Постановка проблеми.** Сьогодні якісна вода є одним із найважливіших товарів, вартість якого на світових ринках має тенденцію до постійного зростання. Водночас існує значний ресурс природних вод із артезіанських свердловин, які мають низку переваг проти звичайної водопровідної води [1; 2]. За більшістю показників бюветна вода відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [3] і в деяких випадках характеризується підвищеним вмістом гідроген сульфідів, сульфатів, хлоридів, карбонатів, йонів  $\text{OH}^-$ , сполук важких металів, зокрема Мангану і Феруму, що потребує її додаткового очищення.

Ферум є компонентом багатьох природних мінералів і порід й міститься у підземних водах у вигляді двох- і тривалентних йонів, зокрема  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ , колоїдів  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , комплексних сполук з гумату та фульвокислот [4]. Переважною формою існування Феруму в підземних водах є ферум(II) гідрокарбонат, який стійкий лише за наявності великих кількостей вуглекислоти та відсутності розчиненого кисню. Сполуки Феруму(III) в артезіанській воді містяться у складі комплексних йонів, оскільки  $\text{Fe}^{3+}$  має сильно виражену здатність до комплексоутворення [5].

Згідно із санітарними нормами [3] у питній бюветній воді Феруму має бути не більше ніж  $0.2 \text{ мг/дм}^3$ . Підвищений вміст йонів Феруму додає їй іржавого кольору і металевого присмаку. Сполуки Феруму відкладаються в органах і тканинах, що може призвести до порушення функції слизової оболонки шлунка, серцево-судинної й ендокринної систем, розвитку алергічних реакцій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Видалення сполук Феруму з артезіанської або водопровідної води є однією зі складних проблем у водоочищенні [2; 5; 6]. Усі методи знезалізнення (деферизації) води можна поділити на фізичні та хімічні. Фізичні дають змогу вилучити йони  $\text{Fe}^{2+}$  з води без зміни ступеня окиснення, на основі сорбційних, йонообмінних, мембранних технологій [7–14]. Хімічні, або реагентні, методи базуються на окисненні йонів  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$  різними окисниками з подальшим осадженням і фільтрацією осаду ферум(III) гідроксиду [15–21].

Розглядаючи фізичні методи, варто зазначити, що застосування йонообмінних та мембранних технологій видалення Феруму обмежене наявністю у воді осаду  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , який забиває пори катіоніту і мембран, що призводить до зниження йонообмінної здатності та вимагає заміни мембран [7]. До того ж це доволі дорогі технології.

У науковій літературі описані методи поглинання йонів Феруму різними сорбентами, а саме: активованим вугіллям [8; 9], піролюзитом [10], бруситом [11], магнетитом та модифікованою ним йонообмінною смолою [12; 13], лігноцелюлозним сорбентом зі шкаралупи волоського горіха [14].

Водночас застосування сорбційних методів пов'язане з необхідністю періодичної заміни сорбенту та його регенерації, що зумовлює збільшення собівартості процесу знезалізнення води.

Для застосування хімічних методів основним є раціональний вибір окисника йонів  $Fe^{2+}$ , його доступність, вартість та питома витрата, що визначає собівартість процесу очищення води від сполук Феруму.

Відомо застосування багатьох окисників, а саме: озону, гідроген пероксиду, кисню повітря, калій перманганату, хлору, хлор(IV) оксиду [15–19]. Найкращі окиснювальні властивості з них виявляють озон та гідроген пероксид [17]. Низка праць присвячена очищенню води від Феруму киснем повітря [16; 17]. Однак, зважаючи на низьку розчинність кисню у воді, метод аерації не набув широкого застосування. Досить поширеними є мангановмісні окисники, які зазвичай наносять на поверхню фільтрувального завантаження [18].

Більшість із наведених окисників є порівняно дорогими, що зумовлює високу собівартість процесу очищення води від йонів Феруму. Крім того, під час застосування  $Cl_2$  або  $ClO_2$  як окисників виникає небезпека утворення хлорорганічних сполук, які негативно впливають на якість очищеної води [19].

Відомо також, що знезалізнення невеликих кількостей води з вмістом Феруму(II) понад  $10 \text{ мг/дм}^3$  здійснюють методом електрокоагуляції з використанням розчинних анодів, виготовлених зі сталі або алюмінію [20; 21]. Під дією електричного струму відбувається розчинення електродів з утворенням коагулянтів  $Fe(OH)_3$  та  $Al(OH)_3$ , на поверхні яких адсорбуються йони Феруму. Але для реалізації цього методу необхідні значні затрати на спорудження технологічних ліній очищення води й електроенергію. Крім того, використання сталевих електродів збільшує кольоровість і зменшує прозорість води, що негативно впливає на її якість.

Як альтернатива наявним методам очищення питної води від сполук Феруму запропонована фератна технологія її обробки, що належить до реагентних способів очищення універсальної дії. Суть її полягає у використанні сполук  $Fe(VI)$  (переважно фератів лужних або лужноземельних металів), за допомогою яких розв'язують цілий комплекс водоочисних завдань.

*Мета роботи* – доведення можливості застосування фератної технології для видалення сполук Феруму із природних вод на основі дослідження термодинамічних і кінетичних закономірностей реакцій Феруму(II) різної природи з калій фератом(VI), порівнюючи її з адсорбційним очищенням вугіллям.

**Матеріали та методи.** Об'єкт дослідження – модельні розчини, що містять розчинні й нерозчинні прості солі, суспензії або колоїдні форми Феруму та зразки природних вод з бюветів Деснянського району м. Києва, в яких концентрація загального Феруму перевищувала граничнодопустимі концентрації (ГДК) [3].

Вміст сполук Феруму до та після очищення за фератною технологією й адсорбції вугіллям визначено спектрофотометричним методом, який базується на утворенні червоно-фіолетової комплексної

сполуки Феруму з сульфосаліциловою кислотою. Залежно від рН утворюються комплекси різного забарвлення: червоно-фіолетовий (рН 1.8–2.5), червоний (рН 4–6) та жовтий (рН 8–11) [22].

Досліди проведено в області рН 1.8–2.5 на спектрофотометрі *Specord 210* компанії *Analytik Jena* за довжини хвилі 510 нм.

Для отримання модельних розчинів і суспензій використано воду, що пройшла дві стадії дистиляції, і сполуки Феруму: х.ч. –  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  та ч.д.а. –  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{FeCO}_3$ . Для всіх модельних проб концентрація Феруму становила  $1.0 \text{ мг/дм}^3$ .

Видалення йонів Феруму з модельних розчинів та зразків бюветної води проведено за фератною технологією [23; 24], синтез кристалічного калій ферату(VI) здійснено відповідно до рекомендацій [25], концентрацію аніону  $\text{FeO}_4^{2-}$  визначено за [26], адсорбційне очищення досліджуваних зразків – за [9] з використанням активованого вугілля марки *NORIT SA4 PAH (Нідерланди)*.

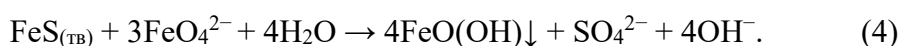
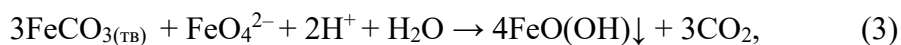
Дослідження фазового складу одержаних осадів, що містять сполуки Феруму, здійснювали з використанням рентгенівського дифрактометра *ДРОН-2.0*.

Під час застосування фератної технології свіжий розчин  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  додавали порціями по  $5 \text{ см}^3$  до  $100 \text{ см}^3$  модельного розчину із залізовмісним полютантом або бюветної води, перемішували за допомогою магнітної мішалки за температури  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Проби витримували 30–60 хв, осад  $\text{FeO}(\text{OH})$  видаляли фільтрацією і визначали залишковий вміст сполук Феруму.

У процесі адсорбційного очищення зразків наважку активованого вугілля  $0.2 \text{ г}$  додавали до  $50 \text{ см}^3$  модельного розчину або бюветної води за температури  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Після проведення адсорбції впродовж 10 хв фільтрацією видаляли осад  $\text{FeO}(\text{OH})$  та проводили аналіз на вміст йонів Феруму.

**Результати дослідження.** Відомо, що в природній воді існує досить багато різних форм Феруму [4]. Для модельних експериментів обрані їхні типові представники, присутність яких в реальних умовах найбільш ймовірна. На першому етапі досліджень експерименти проведено зі сполуками  $\text{Fe}(\text{II})$ . Як розчинні солі досліджено розчини  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ , як нерозчинні – суспензії  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeCO}_3$  та  $\text{FeS}$ .

Зважаючи на високу окиснювальну здатність аніону  $\text{FeO}_4^{2-}$ , можна припустити, що в системі відбуваються такі хімічні реакції:



За своїм типом взаємодія Fe(VI) з Fe(II) може бути віднесена до типових реакцій конпропорціонування. Стосовно термодинамічної ймовірності здійснення реакцій (1) – (4) та повноти окиснення сполук Fe(II), судження виносили за значеннями зміни стандартної енергії Гіббса ( $\Delta G^0_{298}$ ) і величин стандартної константи рівноваги ( $K^0$ ), які розраховували на основі стандартних значень теплот утворення  $\Delta H^0_{298, f}$  та ентропій  $S^0_{298}$  для речовин, що входять у рівняння відповідних реакцій:

$$\Delta G^0_{298} = \Delta H^0_{298, f} - T\Delta S^0_{298}, \quad (5)$$

$$\ln K^0 = -\Delta G^0_{298}/RT, \quad (6)$$

де  $T$  – температура, К;

$R$  – універсальна газова стала, 8.314 Дж/моль·К.

Результати розрахунків щодо цих рівнянь представлено в *табл. 1*.

*Таблиця 1*

**Термодинамічні характеристики  
реакцій взаємодії сполук Феруму(II) з  $\text{FeO}_4^{2-}$**

Термодинамічні характеристики	Реакція			
	1	2	3	4
$\Delta G^0_{298}$ , кДж	-424.04	-503.2	-578.21	-1306.5
$\ln K^0$	171.15	203.1	233.4	527.3

Відповідно до розрахунків розглянуті реакції термодинамічно можливі ( $\Delta G^0 \ll 0$ ) та їх рівновага має бути істотно зміщена в бік продуктів реакції, на що вказують високі значення  $K^0$ . Ці висновки знайшли експериментальне підтвердження як для розчинних, так і для нерозчинних сполук Феруму(II).

Встановлено, що гомогенне окиснення істинних розчинів солей Феруму відбувається досить швидко – так порційне додавання свіжого розчину  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  до досліджуваної проби приводило до зникнення фіолетового забарвлення протягом декількох секунд. Точка еквівалентності, зафіксована методом потенціометричного титрування [26], відповідала мольному співвідношенню  $\text{Fe(II)/FeO}_4^{2-} \approx 3:1$ , що підтверджує справедливість протікання реакцій за рівнянням (1). За декілька хвилин у системі зафіксовано утворення об'ємного осаду рудого кольору,  $\text{FeO(OH)}$ , час формування якого залежить від загальної концентрації Феруму в системі. Зареєстровано, що ступінь перетворення хлориду, сульфату і нітрату Fe(II) дорівнює  $\sim 100\%$ .

Із помітно меншою швидкістю відбувався перехід Fe(II) в Fe(III) під час окиснення нерозчинних сполук Феруму. З'ясовано, що він залежав від температури, інтенсивності перемішування та питомої поверхні



залізовмісних реагентів. У процесі гетерогенних реакцій (2) – (4) забарвлення аніону ферату зникало вже протягом декількох хвилин.

За детального вивчення стехіометрії досліджуваних реакцій виявлено деякі відхилення (табл. 2), які можуть вказувати на протікання також інших реакцій у системі за участю як Fe(II), так і Fe(VI).

Таблиця 2

### Стехіометрія реакцій взаємодії сполук Феруму(II) з калій фератом(VI)

Полютант	Співвідношення Fe(II)/Fe(VI)	
	теоретичне	експериментальне
FeCl <sub>2</sub>	3:1	3:1.05
FeSO <sub>4</sub>	3:1	3:1.07
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3:1	3:1.03
Fe(OH) <sub>2</sub>	3:1	3:1.20
FeCO <sub>3</sub>	3:1	3:1.40

Аналіз даних свідчить, що експериментальне мольне співвідношення компонентів відрізняється від теоретичного в бік більшої витрати калій ферату. До того ж розбіжності виявляються більшою мірою для нерозчинних сполук Fe(II), тоді як для розчинів солей вони близькі до теоретичних. Для пояснення таких відхилень варто враховувати, що разом із протіканням основних реакцій (1) – (4) відбувається самовільне розкладання калій ферату за паралельних процесів. Водночас кисень, який виділяється в побічних реакціях, бере участь в окисненні Fe(II) до Fe(III) з утворенням ферум оксигідроксиду:



що певною мірою знижує непродуктивні витрати K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>. Крім того, під час реакцій розкладання калій ферату(VI) відбувається збільшення рН розчину, що має позитивно позначатися на формуванні осадів не тільки ферум оксигідроксиду, але й гідроксидів інших важких металів.

У процесі експериментів з модельними розчинами в деяких випадках зафіксовано утворення осадів FeO(OH) із домішкою важкої фракції чорного кольору, яка ідентифікована за допомогою рентгенофазового аналізу як магнетит Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Утворення магнетиту з виходом до 9% спостерігалось переважно у разі нерозчинних полютантів (FeCO<sub>3</sub>, FeS і Fe(OH)<sub>2</sub>). Накопичення в системі Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> є позитивним явищем для водоочищення, оскільки такі осад легше фільтруються, до того ж витрачається менша кількість калій ферату(VI).

На наступному етапі досліджень експерименти проведено зі зразками природних вод із бюветів Деснянського району м. Києва, в яких концентрація загального Феруму перевищувала норми ГДК [3]. Після

застосування фератної обробки проби витримували протягом 30–60 хв, потім фільтрували і визначали залишковий вміст Феруму у воді. Ефективність фератної технології порівняно з адсорбційним методом очищення (табл. 3).

Таблиця 3

**Вміст сполук Феруму в модельних розчинах і зразках бюветної води до та після очищення**

Модельні розчини / вода з бюветів	Вміст сполук Феруму, мг/дм <sup>3</sup>		
	до очищення	після очищення	
		фератною технологією	адсорбцією вугіллям
FeSO <sub>4</sub>	1.0	0.05	0.098
Fe(OH) <sub>2</sub>	1.0	0.04	0.082
FeS	1.0	0.07	0.135
вул. Бойченка, 15/17	0.73	0.047	0.094
вул. Волкова, 12а	0.87	0.036	0.073
вул. Бальзака, 63	0.35	0.035	0.070
вул. Закревського, 85	0.62	0.043	0.085
вул. Сабурова, 9/61	0.38	0.038	0.078
вул. Будищанська, 9/40	0.43	0.036	0.077
просп. Маяковського, 54/9	0.37	0.037	0.080

Встановлено, що після використання фератної технології очищення вміст йонів Феруму в усіх аналізованих зразках зменшився в 10–20 разів. Водночас знезалізнення води за фератною технологією відбулося вдвічі ефективніше проти адсорбційного очищення вугіллям.

Очевидно, що реальні зразки містять не тільки сполуки Fe(II), але й Fe(III), причому вміст останніх може бути навіть домінівним. Водночас із даних (див. табл. 3) видно, що фератна обробка і в цих дослідах є ефективною. Раніше встановлено, що позитивний вплив ферату в подібних випадках може бути пояснений, за аналогією з комплексами кобальту [27], руйнуванням комплексних сполук Феруму(III) і звільненням його у вигляді осаду [28]. Результати досліджень фератів лужних металів зі сполуками Fe(III) будуть викладені в наступній статті.

**Висновки.** Вивчено термодинамічні й кінетичні закономірності взаємодії різних за своєю природою сполук Феруму(II) з калій фератом. Показано, що хімічні реакції K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> з розчинами FeSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>2</sub>, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, а також суспензіями Fe(OH)<sub>2</sub>, FeCO<sub>3</sub> і FeS протікають без кінетичних ускладнень і з високим виходом (~ 100 %). Запропоновано використовувати ферати(VI) лужних металів замість традиційних окиснювачів у водоочищенні.

Вперше експериментально продемонстровано принципову можливість застосування нової технології очищення природних вод з метою видалення сполук Феруму(II) за допомогою фератів(VI).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization: Guidelines for drinking water quality. 4-th edition. Geneva, 2017.
2. Goncharuk V. V. *Science about Water*. К.: Akadempriodyka, 2014. 440 p.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: Державні санітарні норми та правила ДСанПіН 2.2.4-171-10. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 25 с.
4. Гомеля М. Д., Трус І. М., Грабітченко В. М. Вплив аерації та електролізу на зниження вмісту заліза. *Екологічна безпека*. 2014. № 1 (17). С. 78-82.
5. Goncharuk V. V. *Drinking Water: Physics, Chemistry and Biology*. 2014. 426 p.
6. Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами; под ред. И. М. Астрелина. Киев: Проект "Водная гармония", 2015. 614 с.
7. Terpong-Tsindé R., Crane R., Noubactep C., Nassi A., Ruppert H. Testing Metallic Iron Filtration Systems for Decentralized Water Treatment at Pilot Scale. *Water*. 2015. Vol. 7, N 3. P. 868-897. doi: <https://doi.org/10.3390/w7030868>.
8. Okoniewska E., Lach J., Kacprzak M., Neczaj E. The removal of manganese, iron and ammonium nitrogen on impregnated activated carbon. *Desalination*. 2007. Vol. 206, N 1-3. P. 251-258. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.04.055>.
9. Гончарова І. В., Головка Д. А. Адсорбційне очищення бюветної води від йонів Феруму(III). *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2018. № 2 (26). С. 34-45.
10. Baba A., Ibrahim L., Adekola F., Bale R., Ghosh M., Sheik A. et al. Hydro-metallurgical Processing of Manganese Ores: A Review. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*. 2014. Vol. 2, N 3. P. 230-247. doi: <https://doi.org/10.4236/jmmce.2014.23028>.
11. Rosliza R., Senin H. B., Subhi B. O., Wan Nik W. B., Azhar M. S. Adsorption of iron from aqueous solutions using sawdust. *AIP Conference Proceedings*. 2007. Vol. 909, N 1. P. 171. doi: <https://doi.org/10.1063/1.2739847>.
12. Гомеля М. Д., Твердохліб М. М. Дослідження ефективності очищення води від сполук заліза за допомогою модифікованих фільтрувальних завантажень. *Сх.-Європейський журн. передових технологій*. 2016. Т. 2, № 10 (80). С. 47-52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.63608>.
13. Твердохліб М. М., Гомеля М. Д. Дослідження ефективності знезалізнення води в присутності магнетиту та модифікованої магнетитом смоли. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 28. С. 324-332.
14. Halysh V., Sevastyanova O., Riazanova A., Pasalskiy B., Budnyak T., Lindström M. et al. Walnut shells as a potential low-cost lignocellulosic sorbent for dyes and metal ions. *Cellulose*. 2018. Vol. 25. P. 4729-4742. doi: <https://doi.org/10.1007/s10570-018-1896-y>.
15. Guo Y., Huang T., Wen G., Cao X. Comparisons of the film peeling from the composite oxides of quartz sand filters using ozone, hydrogen peroxide and chlorine dioxide. *Journal of Environmental Sciences*. 2015. Vol. 1, N 34, P. 20-27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.03.004>.
16. Yavorskiy V. T., Kalymon Ya. A., Rubai O. I. Kinetics of ferrum(II) ions oxidation by air oxygen in water in horizontal absorber with bucket-like dispersers. *Chemistry and Chem. Technology*. 2015. Vol. 9, N 4. P. 503-507. doi: <https://doi.org/10.23939/chcht09.04.503>.

17. Яворський В. Т., Калимон Я. А., Рубай О. І. Дослідження впливу сполук Феруму(III) на процес окиснення йонів Феруму(II) киснем повітря. *Сх.-Європейський журн. передових технологій*. 2015. № 4/6 (76). С. 13-17. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.47460>.
18. Калашников Е. Г., Арутюнова И. Ю., Смирнов А. Д. Исследование различных методов дезодорации воды при водоподготовке. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2007. № 1. С. 17-24.
19. Howe K., Hand D., Crittenden J., Trussell R., Tchobanoglous G. Principles of water treatment. California: John Wiley and Sons, 2012. 674 p.
20. Ghosh D., Solanki H., Purkait M. K., Hazard J. Removal of Fe(II) from tap water by electrocoagulation technique. *Mater.* 2008. Vol. 155, N 1-2. P. 135-143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.11.042>.
21. Гасанов М. А., Гашимов А. М., Алиев В. А., Гурбанов К. Б. Адсорбционная очистка подземных вод от железа и марганца с использованием воздействий электрических разрядов. *Электронная обработка материалов*. 2005. № 3. С. 73-76.
22. Кореман Я. И. Практикум по аналитической химии. Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 1989. 225 с.
23. Sharma V. K., Zboril R., Varma R. S. Ferrates: greener oxidants with multimodal action in water treatment technologies. *Accounts of Chemical Research*. 2015. Vol. 48, N 2. P. 182-191. doi: <https://doi.org/10.1021/ar5004219>.
24. Carr J. D., Goncharova I. V., Golovko D. A., McLaughlin C. W., Golovko I. D., Erickson J. E. Study of the oxidation kinetics of nitrite ions by potassium ferrate(VI). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 3, N 6(93). P. 18-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133460>.
25. Talaiekhozani A., Talaei M. R., Rezaia S. An overview on production and application of ferrate(VI) for chemical oxidation, coagulation and disinfection of water and wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2017. Vol. 5, N 2. P. 1828-1842. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.03.025>.
26. Golovko D. A., Sharma V. K., Suprunovich V. I., Pavlova O. V., Golovko I. D., Bouzek K., Zboril R. A simple potentiometric titration method to determine concentration of ferrate(VI) in strong alkaline solutions. *Analytical Letters*. 2011. Vol. 44. N 7. P. 1333-1340. doi: <https://doi.org/10.1080/00032719.2010.511748>.
27. Golovko D. A., Goncharova I. V. Potassium ferrate(VI) – a new reagent for special water treatment. *VI Міжнародна науково-практична конференція "Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти" "Чиста вода 2019"*. Київ: КПІ, 2019. С. 38.
28. Golovko D. A., Goncharova I. V., Barashovets Ya. O. Innovative ferrate technologies for removal of iron from natural waters. *III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція "Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації"*. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2020. С. 182-183.

*Стаття надійшла до редакції 31.05.2020.*

**Golovko D., Goncharova I., Barashovets Ya. The ferrate technology of natural waters treatment.**

**Background.** Today it is important to use the resource of natural waters from artesian wells to provide the population with drinking water. The main methods of deironing water from natural sources were analyzed. Physical and chemical methods for removing of iron compounds from water have been considered. As an alternative to existing methods, water treatment by the ferrate technology is proposed, this relates to reagent methods of purification with universal action.

The aim of work is to prove the possibility of using ferrate technology to remove iron compounds from natural waters based on the study of thermodynamic and kinetic regularities of iron(II) reactions of different nature with potassium ferrate(VI), comparing it with adsorption purification by coal.

**Materials and methods.** The objects of the study are model solutions that contain soluble and insoluble simple salts, suspensions or colloidal forms of iron and samples of natural waters from pump-rooms of the Desnianskyi district of Kyiv, in which the concentration of iron exceeded the maximum permissible concentration.

The content of iron compounds before and after purification was determined by the spectrophotometric method (*Specord 210* of *Analytik Jena* company) at a wavelength of 510 nm.

The removal of iron ions from model solutions and samples of pump-rooms water was performed by the ferrate technology and adsorption purification with activated carbon of the brand *NORIT SA4 PAH* (Netherlands).

The phase composition of the obtained precipitates was investigated by X-ray diffractometer *DRON-2.0*.

**Results.** Thermodynamic and kinetic regularities of the iron(II) reactions of different nature with potassium ferrate(VI) have been studied. The content of iron compounds in model solutions and samples of pump-rooms water of the Desnianskyi district of Kyiv was determined. Purification of experimental samples from iron ions by ferrate technology in comparison with adsorption by coal has been carried out. The prospects of using a new ferrate technology for treatment of pump-rooms water from excess of iron ions are proved.

**Conclusion.** Thermodynamic and kinetic regularities of the interaction of iron(II) compounds of different nature with potassium ferrate have been studied. It was shown that chemical reactions of  $K_2FeO_4$  with solutions of  $FeSO_4$ ,  $FeCl_2$ ,  $Fe(NO_3)_2$ , as well as suspensions of  $Fe(OH)_2$ ,  $FeCO_3$  and  $FeS$  proceed without kinetic complications and with high yield (~ 100 %). Instead of traditional oxidants in water treatment, it was proposed to use ferrates(VI) of alkaline metals.

For the first time, the fundamental possibility of using a new technology of natural waters purification to remove iron(II) compounds by ferrates(VI) was experimentally demonstrated.

**Keywords:** natural waters, quality, safety, iron compounds, potassium ferrate(VI), water deironing methods, ferrate technology.

## REFERENCES

1. Guidelines for drinking water quality. *World Health Organization*. (2017). Geneva [in English].
2. Goncharuk, V. V. (2014). *Science about Water*. Kyiv: Akadempriodyka [in English].
3. Gigijenični vymogy do vody pytnoi, pryznachenoi dlja spozhyvannja ljudynoju [Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption]. (2010). Derzhavni sanitarni normy ta pravyla *DSanPiN 2.2.4-171-10* – State sanitary norms and rules *DSanPiN 2.2.4-171-10*. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
4. Gomelja, M. D., Trus, I. M., & Grabitchenko, V. M. (2014). Vplyv aeracii' ta elektrolizu na znyzhennja vmistu zaliza [The effect of aeration and electrolysis on the reduction of iron content]. *Ekologichna bezpeka – Ecological safety*, 1 (17), 78-82 [in Ukrainian].
5. Goncharuk, V. V. (2014). *Drinking Water: Physics, Chemistry and Biology* [in English].
6. *Fiziko-himicheskie metody ochistki vody. Upravlenie vodnymi resursami [Physico-chemical methods of water purification. Water resources management]*. (2015). I. M. Astrelin (Ed.). Kiev: Proekt "Vodnaja harmonija" [in Russian].
7. Tepong-Tsindé, R., Crane, R., Noubactep, C., Nassi, A., & Ruppert, H. (2015). Testing Metallic Iron Filtration Systems for Decentralized Water Treatment at Pilot Scale. *Water*. (Vol. 7), 3, 868-897. doi: 10.3390/w7030868 [in English].

8. Okoniewska, E., Lach, J., Kacprzak, M., & Neczaj, E. (2007). The removal of manganese, iron and ammonium nitrogen on impregnated activated carbon. *Desalination*. (Vol. 206), 1-3, 251-258. doi: 10.1016/j.desal.2006.04.055 [in English].
9. Goncharova, I. V., & Golovko, D. A. (2018). Adsorbciyjne ochyshhennja bjuvetnoi' vody vid joniv Ferumu(III) [Adsorption purification of pumping water from iron ions (III)]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky" – International scientific-practical magazine. "Commodities and markets"*, 2 (26), 34-45 [in Ukrainian].
10. Baba, A., Ibrahim, L., Adekola, F., Bale, R., Ghosh, M., Sheik, A. et al. (2014). Hydro-metallurgical Processing of Manganese Ores: A Review. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*. (Vol. 2), 3, 230-247. doi: 10.4236/jmmce.2014.23028 [in English].
11. Rosliza, R., Senin, H. B., Subhi, B. O., Wan, Nik W. B., & Azhar, M. S. (2007). Adsorption of iron from aqueous solutions using sawdust. *AIP Conference Proceedings*. (Vol. 909), 1, 171. doi: 10.1063/1.2739847 [in English].
12. Gomelja, M. D., & Tverdohlib, M. M. (2016). Doslidzhennja efektyvnosti ochyshhennja vody vid spoluk zaliza za dopomogoju modyfikovanyh fil'truval'nyh zavan-tazhen' [Investigation of the efficiency of water purification from iron compounds using modified filter loads]. *Shidno-Jevropejs'kyj zhurnal peredovyh tehnologij – Eastern European Journal of Advanced Technologies*. (Vol. 2), 10 (80), 47-52. doi: 10.15587/1729-4061.2016.63608 [in Ukrainian].
13. Tverdohlib, M. M., & Gomelja, M. D. (2017). Doslidzhennja efektyvnosti znezalizi-znennja vody v prysutnosti magnetytu ta modyfikovanoi' magnetytom smoly [Study of the effectiveness of water deironing in the presence of magnetite and magnetite-modified resin]. *Problemy vodopostachannja, vodovidvedennja ta gidravliky – Problems of water supply, drainage and hydraulics*. Kyi'v: KNUBA. (Issue 28), (pp. 324-332) [in Ukrainian].
14. Halysh, V., Sevastyanova, O., Riazanova, A., Pasalskiy, B., Budnyak, T., Lindström, M. et al. (2018). Walnut shells as a potential low-cost lignocellulosic sorbent for dyes and metal ions. *Cellulose*. (Vol. 25), (pp. 4729-4742). doi: 10.1007/s10570-018-1896-y [in English].
15. Guo, Y., Huang, T., Wen, G., & Cao, X. (2015). Comparisons of the film peeling from the composite oxides of quartz sand filters using ozone, hydrogen peroxide and chlorine dioxide. *Journal of Environmental Sciences*. (Vol. 1), 34, 20-27. doi: 10.1016/j.jes.2015.03.004 [in English].
16. Yavorskiy, V. T., Kalymon, Ya. A., & Rubai, O. I. (2015). Kinetics of ferrum(II) ions oxidation by air oxygen in water in horizontal absorber with bucket-like dispersers. *Chemistry and Chem. Technology*. (Vol. 9), 4, 503-507. doi: 10.23939/chcht09.04.503 [in English].
17. Javors'kyj, V. T., Kalymon, Ja. A., & Rubaj, O. I. (2015). Doslidzhennja vplyvu spoluk Ferumu(III) na proces okysnennja joniv Ferumu(II) kysnem povitlja [Investigation of the influence of iron (III) compounds on the process of oxidation of iron (II) ions by oxygen]. *Shidno-Jevropejs'kyj zhurnal peredovyh tehnologij – Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 4/6 (76), 13-17. doi: 10.15587/1729-4061.2015.47460 [in Ukrainian].
18. Kalashnikov, E. G., Arutjunova, I. Ju., & Smirnov, A. D. (2007). Issledovanie razlichnyh metodov dezodoracii vody pri vodopodgotovke [The study of various methods of deodorization of water during water treatment]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika – Water supply and sanitary equipment*, 1, 17-24 [in Russian].
19. Howe, K., Hand, D., Crittenden, J., Trussell, R., & Tchobanoglous, G. (2012). *Principles of water treatment*. California: John Wiley and Sons [in English].
20. Ghosh, D., Solanki, H., Purkait, M. K., & Hazard, J. (2008). Removal of Fe(II) from tap water by electrocoagulation technique. *Mater.* (Vol. 155), 1-2, 135-143. doi: 10.1016/j.jhazmat.2007.11.042 [in English].

21. Gasanov, M. A., Gashimov, A. M., Aliev, V. A., & Gurbanov, K. B. (2005). Adsorbionnaja ochildka podzemnyh vod ot zheleza i marganca s ispol'zovaniem vozdeystvij jelektricheskikh razrjadov [Adsorption purification of groundwater from iron and manganese using the effects of electric discharges]. *Jelektronnaja obrabotka materialov – Electronic material processing*, 3, 73-76 [in Russian].
22. Koreman, Ja. I. (1989). *Praktikum po analiticheskoj himii [Workshop on Analytical Chemistry]*. Voronezh: izdatel'stvo Voronezhskogo universiteta [in Russian].
23. Sharma, V. K., Zboril, R., & Varma, R. S. (2015). Ferrates: greener oxidants with multimodal action in water treatment technologies. *Accounts of Chemical Research*. (Vol. 48), 2, 182-191. doi: doi.org/10.1021/ar5004219 [in English].
24. Carr, J. D., Goncharova, I. V., Golovko, D. A., McLaughlin, C. W., Golovko, I. D., & Erickson, J. E. (2018). Study of the oxidation kinetics of nitrite ions by potassium ferrate(VI). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. (Vol. 3), 6(93), 18-25. doi: 10.15587/1729-4061.2018.133460 [in English].
25. Talaiekhosani, A., Talaei, M. R., & Rezaia, S. (2017). An overview on production and application of ferrate(VI) for chemical oxidation, coagulation and disinfection of water and wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. (Vol. 5), 2, 1828-1842. doi: 10.1016/j.jece.2017.03.025 [in English].
26. Golovko, D. A., Sharma, V. K., Suprunovich, V. I., Pavlova, O. V., Golovko, I. D., Bouzek, K., Zboril, R. (2011). A simple potentiometric titration method to determine concentration of ferrate(VI) in strong alkaline solutions. *Analytical Letters*. (Vol. 44), 7, 1333-1340. doi: 10.1080/00032719.2010.511748 [in English].
27. Golovko, D. A., & Goncharova, I. V. (2019). Potassium ferrate(VI) – a new reagent for special water treatment. *Proceedings of the VI Mizhnarodna naukovopraktychna konferencija "Chysta voda. Fundamental'ni, prykladni ta promyslovi aspekty" "Chysta voda 2019" – Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference "Pure Water. Fundamental, applied and industrial aspects" "Pure Water 2019"*. Kyi'v: KPI [in English].
28. Golovko, D. A., Goncharova, I. V., & Barashovets, Ya. O. (2020). Innovative ferrate technologies for removal of iron from natural waters. *Proceedings of the III Mizhnarodna naukovopraktychna internet-konferencija "Pidpryjemnyctvo, tovgivlja, marketing: strategii', tehnologii' ta innovacii'" – Proceedings of the III International Scientific and Practical Internet Conference "Entrepreneurship, Trade, Marketing: Strategies, Technologies and Innovations"*. Kyi'v: Kyi'vs'kyj nacional'nyj tovgovel'no-ekonomichnyj universytet [in English].

# УДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВАРІВ

УДК 665.6 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)07](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)07)

## **Ніна МЕРЕЖКО**

*E-mail:* [n.merezhko@knute.edu.ua](mailto:n.merezhko@knute.edu.ua)  
ORCID: 0000-0003-3077-9636

д. т. н., професор, завідувач кафедри  
товарознавства та митної справи  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

## **Валентина ТКАЧУК**

*E-mail:* [v.tkachuk@ntu.edu.ua](mailto:v.tkachuk@ntu.edu.ua)  
ORCID: 0000-0001-5793-5227

к. т. н., доцент кафедри товарознавства  
та експертизи в митній справі  
Луцького національного технічного університету  
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Волинська обл.,  
43018, Україна

## **Володимир КОМАХА**

*E-mail:* [v.komakha@knute.edu.ua](mailto:v.komakha@knute.edu.ua)  
ORCID: 0000-0001-6498-9047

к. т. н., доцент кафедри  
товарознавства та митної справи  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

## ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ВИСОКООКТАНОВИХ БЕНЗИНІВ ІЗ БІОДОБАВКАМИ

*Досліджено вплив складу композиції (бензин каталітичного риформінгу, ката- літичного крекінгу гідроочищений, рафінат бензольного виробництва, сольвент нафтовий, бензин прямогінний, біоізобутиловий спирт, метилтретбутиловий ефір) на показники експлуатаційних властивостей бензину. Розроблено математичні моделі типу "склад – властивості", що дали змогу оптимізувати співвідношення компонентів складу високооктанового бензину та біодобавок.*

*Ключові слова:* бензин, біодобавки, математичне моделювання, октанове число, біоізобутиловий спирт, метилтретбутиловий ефір, оптимальний склад.

*Мережко Н., Ткачук В., Комаха В. Оптимизация состава высокоокта- новых бензинов с биодобавками. Исследовано влияние состава композиции (бензин каталитического риформинга, каталитического крекинга гидроочищенный, рафи- нат бензольного производства, сольвент нефтяной, бензин прямогонный, биоизо- бутулиловый спирт, метилтретбутиловый эфир) на показатели эксплуатационных свойств бензина. Разработаны математические модели типа "состав – свойства", которые позволили оптимизировать соотношение компонентов состава высоко- октанового бензина и биодобавок.*

*Ключевые слова:* бензин, биодобавки, математическое моделирование, окта- новое число, биоизобутиловый спирт, метилтретбутиловый эфир, оптимальный состав.

© Ніна Мережко, Валентина Ткачук, Володимир Комаха, 2020



**Постановка проблеми.** Екологічність палив, що використовуються у двигунах внутрішнього згорання автомобілів, є глобальною проблемою людства, розв'язанню якої приділяють велику увагу як провідні вчені й практики нафтопереробної промисловості, так і міжнародні організації з охорони довкілля. На сьогодні частка нафти, яка задовольняє потреби транспортної галузі, становить 97–99 %, а частка транспорту як кінцевого споживача енергоносіїв безупинно збільшується. Тому виробництво палив нафтового походження, які б відповідали підвищеним вимогам до показників екологічних властивостей, зростатиме [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемам функціонування нафтохімічної промисловості України присвячено наукові дослідження вчених, як-от: П. Топільницький, Б. Бойченко, В. Романчук, Б. Бугай, О. Гайдай, С. Зубенко, О. Гринишин, В. Бростов та ін. [2–4]. Але у працях щодо питання виготовлення високооктанових бензинів із заданими властивостями увагу приділено лише окремим показникам якості. Недостатньо вивченим залишається комплексний вплив складників композицій для одержання високооктанового бензину на якість палива.

Вітчизняні науковці досліджують сумішеві палива з різним співвідношенням компонентів з метою покращення їхніх експлуатаційних властивостей. Розроблено композиції паливної суміші для двигунів внутрішнього згорання на основі біоетанолу [5]. Водночас збільшується октанове число тільки завдяки біоетанолу, який є в такій суміші. Його вміст становить до 79.9 %, а вуглеводневі компоненти використовуються лише в кількості 20 %.

Інша відома композиція сумішевого бензину [6] містить у своєму складі бензин каталітичного риформінгу, бензин каталітичного крекінгу, прямогінний бензин, бутани, оксигенати, алкілат. Її недоліком є необхідність використання дорогих алкілатів, ізомеризатів, бутанів, які, до того ж, є гостродефіцитними. Отже, оптимізація складу (за наукового його обґрунтування) сумішевого високооктанового бензину з біодобавками є доцільною й актуальною.

Стаття ґрунтується на результатах попередніх досліджень [7–9], завдяки яким встановлено, що співвідношення компонентів композиції високооктанового бензину, яка б відповідала вимогам ДСТУ 7687:2015 до бензину Євро-5 за величиною октанового числа, вмістом сірки, ароматичних вуглеводнів та бензолу, показниками фракційного складу, концентрації фактичних смол, досягається оптимальним співвідношенням продуктів нафтопереробки та біодобавок.

*Мета статті* – оптимізація складу композиції для отримання високооктанового бензину для двигунів з іскровим запалюванням із використанням біодобавок.

**Матеріали та методи.** *Об'єкт* дослідження – бензини з різним вмістом вуглеводневих додатків та біодобавок. *Предмет* дослідження – властивості високооктанового бензину з урахуванням зміни співвідношення компонентів складу композиції.

Для мінімізації багатоцільових функцій з урахуванням певного набору обмежень призначена багатокритеріальна оптимізація з поста-

новкою завдання досягнення мети. Оптимум параметрів, що отримується за виконання таких умов, як правило, називають умовним або відносним, а область параметрів процесу, в межах якої одержують вихідні змінні, що задовольняють усім зазначеним вимогам, – раціональною або компромісною областю.

"Математичні моделі обраного виду отримували з використанням центрального композиційного ротатабельного плану (ЦКРП) експерименту, із заданими значеннями вихідних змінних в досліджуваному діапазоні значень. Моделювання процесу "склад – властивість" проведено з використанням моделі другого порядку, що має такий вигляд" [10]:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq k} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_i x_i^2 \quad (1)$$

Для одержання масиву даних і подальшої оптимізації складу високооктанового бензину реалізовано повний факторний експеримент типу  $2^3$ , добудований до ротатабельного плану Бокса – Хантера другого порядку з 6 експериментальними точками в центрі плану і зірковим плечем 1.6818, та проведено статистичний аналіз математичних моделей [10] (табл. 1).

Таблиця 1

План експерименту

Порядковий номер експерименту	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	1.6818	0	0
10	-1.6818	0	0
11	0	1.6818	0
12	0	-1.6818	0
13	0	0	1.6818
14	0	0	-1.6818
15	0	0	0

Оцінку значущості коефіцієнтів регресії виконано за критерієм Стюдента. Враховуючи, що експериментальні дані відповідали гіпотезі про нормальний закон розподілу, розрахунки проведено при довірчій ймовірності, що дорівнює 0.95.

Побудову матриці планування, розрахунок коефіцієнтів регресійних моделей, перевірку їх значущості й адекватності, а також математичну обробку експериментальних даних здійснено за програмним забезпеченням *STAT-SENS* та *STATISTICA 10*.

**Результати дослідження.** Попередні дослідження впливу біодобавок [5; 6] дали змогу встановити область постановки експерименту.

Вихідними змінними обрано сумішеві фактори, що характеризують співвідношення основних компонентів палива, а саме:

$x_1$  – вміст бензину, мас.%;

$x_2$  – вміст біоізобутилового спирту, мас.%;

$x_3$  – вміст метилтретбутилового ефіру, мас.%.

Для отримання математичних залежностей виду  $y = f(x_i)$  при  $i = 3$  встановлено нульовий рівень ( $X_0$ ) вибраних факторів та їх інтервал варіювання (+/-  $\Delta$ ). При цьому центр плану розташований в точці з координатами  $x_1, x_2, x_3$ , відповідно 72, 4, 8, та інтервалами варіювання 6, 2, 2 (табл. 2).

Таблиця 2

## Інтервали варіювання вихідних змінних плану експерименту

Фактор	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$X_0$	72.00	4.00	8.00
+/- $\Delta$	6.00	2.00	2.00
-1.6818	61.91	0.64	4.64
-1	66.00	2.00	6.00
+1	78.00	6.00	10.00
+1.6818	82.09	7.36	11.36

Порівняння складів високооктанових бензинів здійснено за показниками властивостей:  $y_1$  – октанове число за дослідницьким методом;  $y_2$  – вміст бензолу, % об.;  $y_3$  – вміст сірки, мг/кг;  $y_4$  – вміст ароматичних вуглеводнів, % об.

Згідно з центральним композиційним ротатабельним планом експерименту розроблено 15 модельних складів, що ілюструються прикладами за співвідношенням компонентів у табл. 3.

Для кількісного обмеження числа заданих факторів моделювання складів дослідних композицій проведено враховуючи, що фактор  $x_1$  (вміст бензину) відповідає сумарному вмісту бензинів каталітичного риформінгу, каталітичного крекінгу та прямогінного – у співвідношенні 55:35:10 відповідно, а сумарний вміст компонентів доводили до 100 %, використовуючи рафінат бензольного виробництва і сольвент нафтовий у співвідношенні 55:45.

Таблиця 3

## Склади дослідних композицій бензину із використанням біодобавок

Номер модельного складу	Вміст компонентів, мас. %						
	Бензин каталітичного риформінгу	Бензин каталітичного крекінгу	Бензин прямогінний	Біоізобутиловий спирт	Метилтретбутиловий ефір	Рафінат бензольного виробництва	Сольвент нафтовий
1	36.30	23.10	6.60	2.00	6.00	14.30	11.70
2	42.90	27.30	7.80	2.00	6.00	7.70	6.30
3	36.30	23.10	6.60	6.00	6.00	12.10	9.90
4	42.90	27.30	7.80	6.00	6.00	5.50	4.50
5	36.30	23.10	6.60	2.00	10.00	12.10	9.90
6	42.90	27.30	7.80	2.00	10.00	5.50	4.50
7	36.30	23.10	6.60	6.00	10.00	9.90	8.10
8	42.90	27.30	7.80	6.00	10.00	3.30	2.70
9	45.15	28.75	8.20	4.00	8.00	3.25	2.65
10	34.05	21.65	6.20	4.00	8.00	14.35	11.75
11	39.60	25.20	7.20	7.35	8.00	6.95	5.70
12	39.60	25.20	7.20	0.65	8.00	10.65	8.70
13	39.60	25.20	7.20	4.00	11.36	6.94	5.70
14	39.60	25.20	7.20	4.00	4.65	10.65	8.70
15	39.60	25.20	7.20	4.00	8.00	8.80	7.20

Результати поставленого експерименту за планом (див. табл. 1) з урахуванням центра плану та інтервалів варіювання (див. табл. 2) наведено в табл. 4.

Таблиця 4

## Результати досліджень показників якості бензину із використанням біодобавок

Номер модульного складу	План експерименту, код. одиниці			Вміст компонента, мас. %			Показники властивостей			
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	Бензин	Біозобутиловий спирт	Метилтретбутиловий ефір	Октанове число	Вміст Бензолу, % об.	Вміст сірки, мг/кг	Вміст ароматичних вуглеводнів, % об.
1	-1	-1	-1	66.0	2.0	6.0	93.1	0.43	3.1	31.6
2	1	-1	-1	78.0	2.0	6.0	93.3	0.50	7.0	35.6
3	-1	1	-1	66.0	6.0	6.0	92.8	0.42	3.1	31.6
4	1	1	-1	78.0	6.0	6.0	96.3	0.49	7.0	35.6
5	-1	-1	1	66.0	2.0	10.0	94.1	0.42	3.1	31.6
6	1	-1	1	78.0	2.0	10.0	97.6	0.49	7.0	35.6
7	-1	1	1	66.0	6.0	10.0	97.1	0.42	3.1	31.6
8	1	1	1	78.0	6.0	10.0	101.6	0.49	7.0	35.6
9	1.6818	0	0	82.1	4.0	8.0	98.0	0.52	8.4	37
10	-1.6818	0	0	61.9	4.0	8.0	92.0	0.40	1.6	30.2
11	0	1.6818	0	72.0	7.4	8.0	97.4	0.46	5.2	33.6
12	0	-1.6818	0	72.0	0.6	8.0	96.0	0.46	5.2	33.6
13	0	0	1.6818	72.0	4.0	11.4	98.8	0.46	5.2	33.6
14	0	0	-1.6818	72.0	4.0	4.6	91.6	0.46	5.2	33.6
15	0	0	0	72.0	4.0	8.0	95.2	0.46	5.2	33.6

Після здійснення розрахунків за допомогою програмного комплексу *STAT-SENS* отримано математичні моделі, що описують вплив компонентів суміші на властивості бензину:

$$\hat{y}_1 = 95.185 + 1.5956x_1 + 0.88267x_2 + 1.9777x_3 + 0.5375x_1x_2 + 0.5375x_1x_3 + 0.5375x_2x_3 - 0.050032x_1^2 + 0.551x_2^2 + 0.020678x_3^2;$$

$$\hat{y}_2 = 0.45881 + 0.03528x_1 - 0.0014645x_2 - 0.0014645x_3 - 6.9389 \cdot 10^{-18}x_1x_2 + 0.0025x_2x_3 - 0.00015483x_2^2;$$

$$\hat{y}_3 = 5.2423 + 1.9797x_1 - 2.3467 \cdot 10^{-17}x_2 - 0.098517x_3 - 0.12931x_1^2 - 0.058597x_2^2 + 0.082823x_3^2;$$

$$\hat{y}_4 = 33.6 + 2.009x_1 - 1.7504 \cdot 10^{-16}x_2 - 1.2156 \cdot 10^{-15}x_3 + 1.248 \cdot 10^{-14}x_1^2 + 2.669 \cdot 10^{-14}x_2^2 - 3.1294 \cdot 10^{-15}x_3^2,$$

де  $\hat{y}$  – прогнозовані значення вихідної змінної за моделями.

Результати комп'ютерних розрахунків значущості коефіцієнтів отриманих регресійних рівнянь наведено в *табл. 5*.

Таблиця 5

#### Коефіцієнти і розрахункові значення критерію

$b_{ii}$	Модель $y_1$		Модель $y_2$		Модель $y_3$		Модель $y_4$	
	$B_{ij}$	$t_p$	$B_{ij}$	$t_p$	$B_{ij}$	$t_p$	$B_{ij}$	$t_p$
$b_0$	95.185	53.522	0.45881	0.68959	5.2423	2.9478	33.6	18.893
$b_1$	1.5956	3.2963	0.03528	0.072884	1.9797	4.0897	2.009	4.1502
$b_2$	0.88267	1.8235	-0.0014645	0.0030254	$-2.3467 \cdot 10^{-17}$	$4.8479 \cdot 10^{-17}$	$-1.7504 \cdot 10^{-16}$	$3.616 \cdot 10^{-16}$
$b_3$	1.9777	4.0856	-0.0014645	0.0030254	-0.098517	0.20352	$-1.2156 \cdot 10^{-15}$	$2.5113 \cdot 10^{-15}$
$b_{12}$	0.5375	0.84986	–	–	–	–	–	–
$b_{13}$	0.5375	0.84986	$-6.9389 \cdot 10^{-18}$	$1.0971 \cdot 10^{-17}$	–	–	–	–
$b_{23}$	0.5375	0.84986	0.0025	0.0039528	–	–	–	–
$b_{11}$	-0.050032	0.068811	–	–	-0.12931	0.17784	$1.248 \cdot 10^{-14}$	$1.7164 \cdot 10^{-14}$
$b_{22}$	0.551	0.75781	-0.00015483	0.00029436	-0.058597	0.08059	$2.669 \cdot 10^{-14}$	$3.6708 \cdot 10^{-14}$
$b_{33}$	0.020678	0.028439	–	–	0.082823	0.11391	$-3.1294 \cdot 10^{-15}$	$4.304 \cdot 10^{-15}$

Оскільки частина коефіцієнтів в отриманих рівняннях є незначущими, необхідно провести подальшу статистичну обробку моделі. Така обробка проведена і передбачала поетапне виключення складових моделі у разі їх незначущості з подальшим перерахунком значень коефіцієнтів, що залишилися, і перевіркою адекватності моделі.

Після виключення невагомих коефіцієнтів одержано остаточні моделі:

$$\hat{y}_1 = 95.148 + 1.5956x_1 + 0.88267x_2 + 1.9777x_3 + 0.5375x_1x_2 + 0.5375x_1x_3 + 0.5375x_2x_3 + 0.03226x_2^2;$$

$$\hat{y}_2 = 0.45867 + 0.03528x_1;$$

$$\hat{y}_3 = 5.2729 + 1.9797x_1 - 0.13859x_1^2;$$

$$\hat{y}_4 = 33.6 + 2.009x_1,$$

де  $\hat{y}$  – прогнозовані значення вихідної змінної за моделями.

Перевірку адекватності отриманих математичних моделей здійснено за критерієм Фішера (*табл. 6*).

Таблиця 6

## Визначення адекватності моделі експериментальним даним

Критерій адекватності	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$
Критерій Стюдента табличний, $t_r$ (5 %)	3.18	3.18	3.18	3.18
Дисперсія адекватності, $s^2_{ад.}$	0.48878	$1.345 \cdot 10^{-5}$	0.054348	$1.194 \cdot 10^{-5}$
Критерій Фішера розрахунковий, $F_p$	0.15274	$4.2031 \cdot 10^{-6}$	0.016984	$3.73 \cdot 10^{-5}$
Критерій Фішера табличний, $F_r$ ( $f_1, f_2, p = 0.05$ )	8.8868 (7; 3)	8.7446 (13; 3)	8.7446 (13; 3)	8.7446 (13; 3)

Оскільки розрахункові значення критерію Фішера є меншими за їх табличні значення (за рівня значущості 0.05), одержані моделі адекватно описують досліджуваний процес. У табл. 7 представлено експериментальні ( $y_n$ ) і розраховані ( $\hat{y}_n$ ) значення змінних за отриманими математичними моделями.

Таблиця 7

## Відповідність моделей експериментальним даним

Номер складу	$y_1$	$\hat{y}_1$	$y_2$	$\hat{y}_2$	$y_3$	$\hat{y}_3$	$y_4$	$\hat{y}_4$
1	93.1	92.87	0.43	0.423	3.1	3.15	31.6	31.59
2	93.3	93.91	0.50	0.494	7.0	7.11	35.6	35.61
3	92.8	92.48	0.42	0.423	3.1	3.15	31.6	31.59
4	96.3	95.67	0.49	0.494	7.0	7.11	35.6	35.61
5	94.1	94.67	0.42	0.423	3.1	3.15	31.6	31.59
6	97.6	97.86	0.49	0.494	7.0	7.11	35.6	35.61
7	97.1	96.44	0.42	0.423	3.1	3.15	31.6	31.59
8	101.6	101.78	0.49	0.494	7.0	7.11	35.6	35.61
9	98.0	97.83	0.52	0.518	8.4	8.21	37.0	36.98
10	92.0	92.47	0.40	0.399	1.6	1.55	30.2	30.22
11	97.4	98.22	0.46	0.459	5.2	5.27	33.6	33.60
12	96.0	95.25	0.46	0.459	5.2	5.27	33.6	33.60
13	98.8	98.47	0.46	0.459	5.2	5.27	33.6	33.60
14	91.6	91.82	0.46	0.459	6.0	5.27	33.6	33.60
15	95.2	95.15	0.46	0.459	5.2	5.27	33.6	33.60

Показано порівняння параметрів (показників якості) бензинів, що отримані експериментальним шляхом, та прогнозованих результатів із використанням наведених вище моделей.

На рис. 1 представлено графічні відгуки досліджуваних параметрів для факторів  $x_1$  (вміст бензину) та  $x_2$  (вміст біоізобутилового спирту) в інтервалі  $\pm 2$  кодовані одиниці при фіксованому значенні  $x_3$  на рівні 0.

З рис. 1 б–г видно, що вміст бензолу, сірки та ароматичних вуглеводнів корелює винятково з вмістом бензину в досліджуваних сумішах, оскільки використані добавки (біоізобутиловий спирт та метилтретбутиловий ефір) не містять у своєму складі вказаних сполук. Водночас вплив факторів на показник детонаційної стійкості (октанове число) демонструє досить складну взаємодію між ними.

На рис. 1а показано, що збільшення вмісту біоізобутилового спирту в досліджуваній композиції достатньо ефективно підвищує детонаційну стійкість палива в діапазоні від 93 до 96.

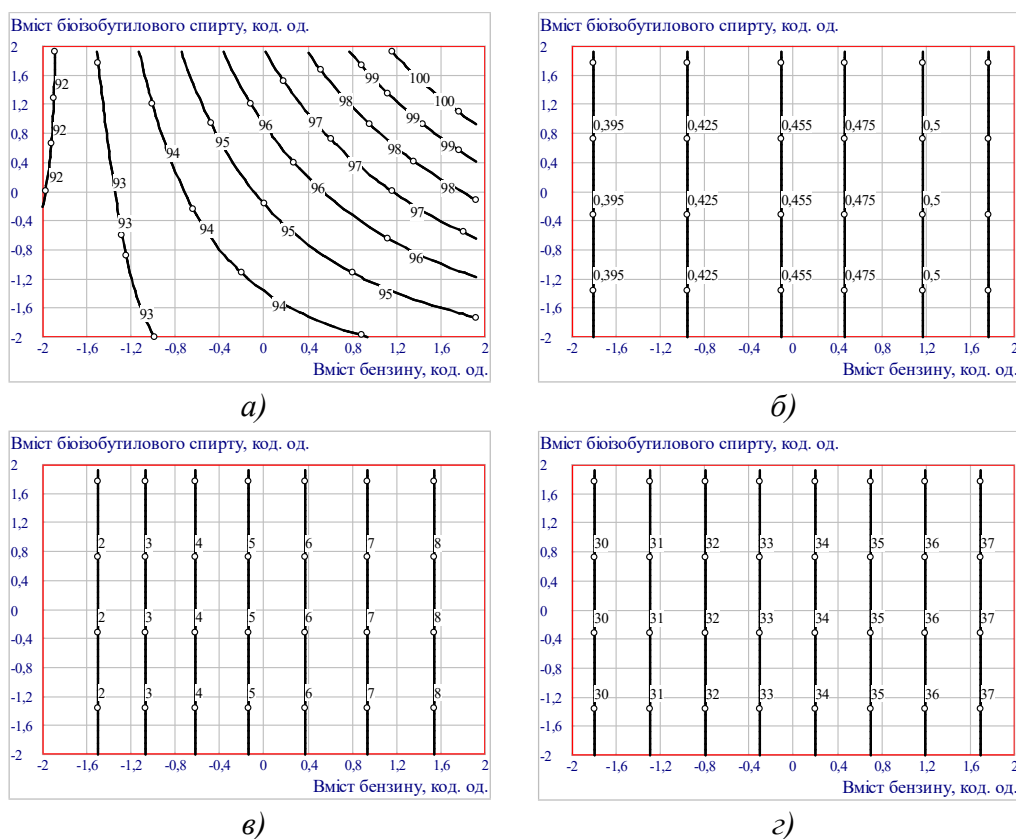


Рис. 1. Діаграми відгуків для факторів  $x_1$  і  $x_2$  при  $x_3 = 0$  за параметрами:  
 а) октанове число; б) вміст бензолу, % об.;  
 в) вміст сірки, мг/кг; з) вміст ароматичних вуглеводнів, % об.

Для більш повного вивчення взаємодії досліджуваних факторів на показник детонаційної стійкості побудовано діаграми графічних відгуків факторів  $x_2$ – $x_3$  при фіксованих значеннях фактора  $x_1$  з фіксацією на рівнях  $-1, 0, +1$  (рис. 2).

Отримані моделі використано для пошуку оптимального складу високооктанового бензину. При визначенні оптимального вмісту компонентів враховано вимоги ДСТУ 7687:2015, де для високооктанових бензинів обмежено вміст ароматичних вуглеводнів – не більш як 35 об. %, сірки – не більш як 10 мг/кг, бензолу – не більш як 1.0 об. %, а октанове число в залежності від марки бензину: А-92 (не менше ніж 92), А-95 (не менше ніж 95), А-98 (не менше ніж 98) [11; 12]. Верхній рівень бажаних значень октанового числа встановлено на одиницю вищим за мінімальний рівень стандарту, оскільки вищий рівень означатиме надлишкову детонаційну стійкість. Також задля підвищення точності розрахунків для параметра "вміст ароматичних вуглеводнів" встановлено мінімальний рівень 30 об. %, оскільки нижчий рівень з урахуванням вмісту бензинів різних способів промислового отримання в досліджуваних складах є недосяжним.

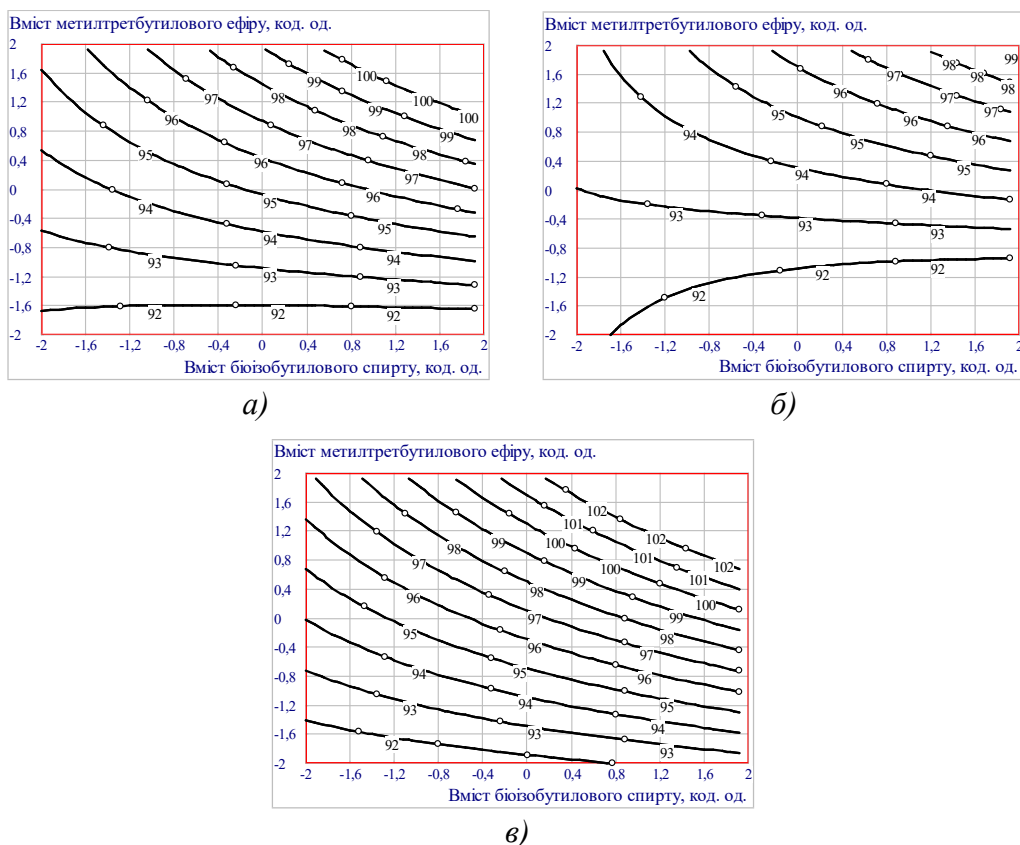


Рис. 2. Діаграми відгуків для факторів  $x_2$  і  $x_3$  за параметром "октанове число" при фіксованих значеннях фактора  $x_1$  на рівні: а) 0; б) -1; в) +1

Методом багатокритеріальної оптимізації масиву даних за отриманими математичними моделями відповідно до заданих бажаних значень параметрів за їх рівнозначної вагомості (0.25) отримано у кодованих одиницях і натуральних величинах значення факторів, що відповідають оптимальним складам високооктанового бензину з біодобавками. Параметри та результати пошуку оптимального складу наведено в табл. 8.

Таблиця 8

#### Параметри та результати оптимізації складів високооктанових бензинів із використанням біодобавок

Марка бензину	Задані бажані значення параметрів				Отримані значення факторів					
					в кодованих одиницях			в натуральних одиницях, мас. %		
	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
A-92	92–93	0.0–1.0	0–10	30–35	-1.12	+0.84	-0.85	65.28	5.68	6.30
A-95	95–96	0.0–1.0	0–10	30–35	-0.96	+1.21	+0.81	66.24	6.42	9.62
A-98	98–99	0.0–1.0	0–10	30–35	-0.47	+1.20	+1.48	69.18	6.40	10.96



З урахуванням одержаних результатів оптимізації для факторів  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , визначено оптимальні склади високооктанових бензинів для марок А-92, А-95 та А-98 (табл. 9).

Таблиця 9

## Оптимальні склади високооктанових бензинів із використанням біодобавок

Назва компонента	Вміст компонента залежно від марки високооктанового бензину, мас. %		
	А-92	А-95	А-98
Бензин каталітичного риформінгу	35.90	36.43	38.05
Бензин каталітичного крекінгу	22.85	23.18	24.21
Бензин прямогінний	6.53	6.62	6.92
Біоізобутиловий спирт	5.68	6.42	6.40
Метилтретбутиловий ефір	6.30	9.62	10.96
Рафінат бензольного виробництва	12.51	9.75	7.40
Сольвент нафтовий	10.23	7.98	6.06
Усього	100.00	100.00	100.00

Стабілізуючи фактор  $x_1$  (вміст бензину) на оптимальному рівні та задавши бажаний рівень вихідних змінних в діапазоні їх технологічних значень від мінімуму до максимуму, можна отримати компромісну ділянку вмісту факторів  $x_2$  і  $x_3$  (рис. 3) [13].

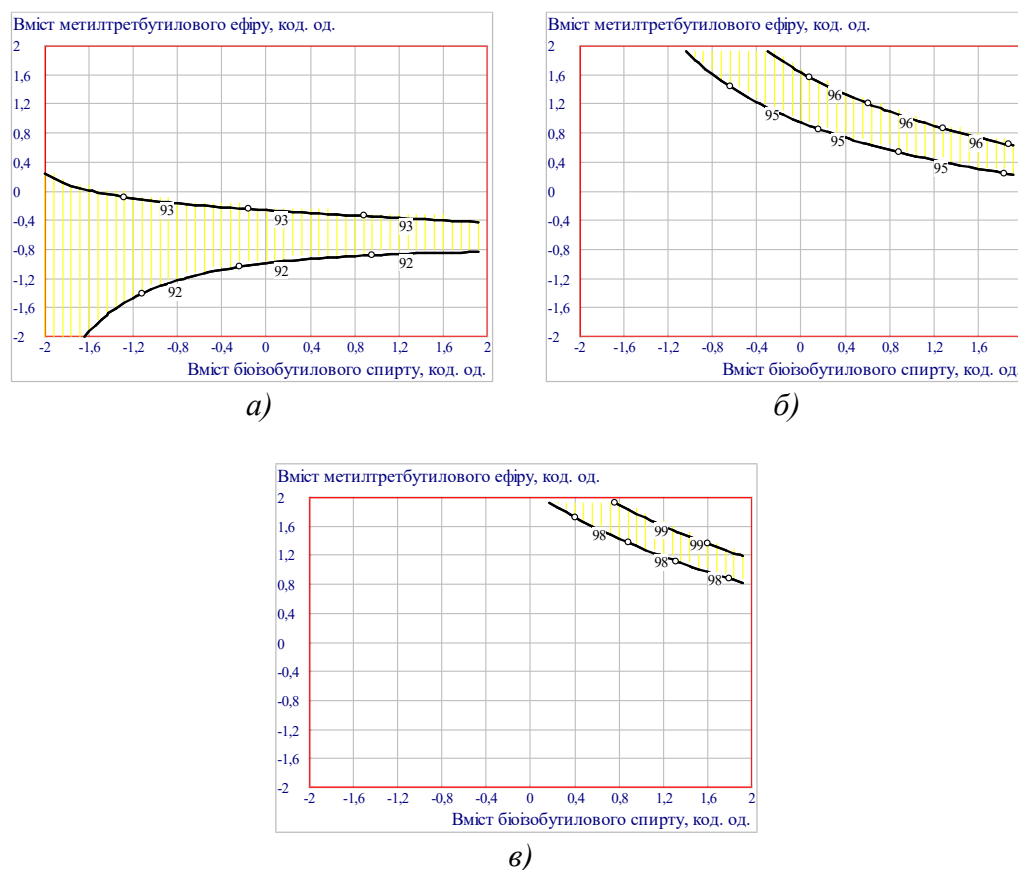


Рис. 3. Компромісна область оптимального складу високооктанового бензину із використанням біодобавок марки:

- а) А-92 при фіксованих значеннях фактора  $x_1$  на рівні  $-1.12$  (65.28 мас. %);  
 б) А-95 при фіксованих значеннях фактора  $x_1$  на рівні  $-0.96$  (66.24 мас. %);  
 в) А-98 при фіксованих значеннях фактора  $x_1$  на рівні  $-0.47$  (69.18 мас. %)

Так, якщо вміст бензину в композиції А-92 стабілізований на визначеному оптимальному рівні ( $-1.12$  код. од.;  $65.28$  мас. %), то отримана компромісна ділянка (див. рис. 3а) передбачає витрати біоізо-бутилового спирту та метилтретбутилового ефіру в оптимальному режимі. При цьому вектор керування складом суміші розташований в точці з координатами:  $x_2 = +0.84$ ;  $x_3 = -0.85$ , що в натуральних величинах відповідає витратам зазначених компонентів  $5.68$  і  $6.3$  мас. % відповідно. Аналогічним способом визначено компромісні ділянки складу високооктанового бензину, що відповідає маркам А-95 (див. рис. 3б) і А-98 (див. рис. 3в).

**Висновки.** Одержано оптимальні склади високооктанових бензинів різних марок із використанням біодобавок. Розраховано витрати біоізо-бутилового спирту та метилтретбутилового ефіру в суміші високооктанового бензину з біодобавками. Встановлено оптимальну компромісну область для отримання бензинів із заданими параметрами з можливістю регулювання вмісту біодобавок у досліджуваних композиціях.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки: монографія. Київ: НАУ, 2005. 216 с.
2. Топільницький П. І., Гринишин О. Б., Лазорко О. І., Романчук В. В. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості товарних нафтопродуктів: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 248 с.
3. Голич Ю. В., Бойченко С. В., Топільницький П. І., Романчук В. В. Залежність зневоднення нафт від їх фізико-хімічної характеристики. *Нафтогазова галузь України*. 2015. № 1. С. 25-30.
4. Гайдай О. О., Зубенко С. О., Полункін Є. В., Пилявський В. С. Екологічні та експлуатаційні характеристики палива моторного біологічного Е-85. Матеріали збірника наукових статей III Всеукраїнського з'їзду екологів. Вінниця: ВНТУ, 2011. Т. 1. С. 308-310.
5. Гайдай О. О., Зубенко С. О., Старжинська Л. І., Полункін Є. В., Ковтун О. Г. Паливна суміш для двигунів внутрішнього згоряння. Патент України № 63041; опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18/2011.
6. Сазонов А. С., Ушаков А. И., Орешенков А. В. Качество автомобильных топлив. СПб: НПИКЦ, 2006.
7. Ткачук В. В. Оцінка якості світлих нафтопродуктів. *Міжнар. наук.-практ. журнал "Товари і ринки"*. 2014. № 1 (15). С. 131-138.
8. Tkachuk V., Rechun O., Melnic Iu. Study of operational properties of motor biofuels. *Mechanization in agriculture & conserving of the resources*. 2019. Vol. 65. Issue 2. P. 70-71.
9. Мережка Н., Ткачук В., Зінченко О. Експлуатаційні властивості бензинів з багатофункціональними добавками. *Міжнар. наук.-практ. журнал "Товари і ринки"*. 2019. № 4 (32). С. 50-61. doi: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(32\)05](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(32)05).
10. Гайдадин А. Н., Ефремова С. А., Нистратов А. В. Методы оптимизации в технологической практике. Волгоград: ВГТУ, 2008. 16 с.

11. Технічний регламент щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/927-2013-%D0%BF>.
12. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=62187](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62187).
13. Халафян А. А. Статистический анализ данных. М.: Бином, 2007. 512 с.

Стаття надійшла до редакції 19.05.2020.

*Merezhko N., Tkachuk V., Komakha V. Optimization of the composition of high-octane gasolines with bioadditives.*

**Background.** The influence of the composition (gasoline of catalytic reforming, hydrotreated catalytic cracking, raffinate of benzene production, petroleum solvent, straight-run gasoline, bioisobutyl alcohol, methyl tert-butyl ether) on the performance properties of gasoline was studied. Mathematical models of the "composition – properties" type have been developed, which made it possible to optimize the ratio of the components of the composition of high-octane gasoline and bioadditives.

The *aim of the article* is to optimize the composition to obtain high-octane gasoline for spark ignition engines using bioadditives.

**Materials and methods.** Mathematical descriptions of the dependence of gasoline properties on the content of components and their ratios were obtained by the method of regression analysis of experimental data using the central composite rotatable plan. Mathematical processing of the experimental results was performed using STAT-SENS software.

**Results.** The adequacy of the obtained mathematical models was checked according to Fisher's test. Since the calculated values of the Fisher test are smaller than their tabular values (at a significance level of 0.05), the obtained models adequately describe the studied process.

The obtained models were used to find the optimal composition of high-octane gasoline. When determining the optimal content of components, it was taken into account that the content of aromatic hydrocarbons in the gasoline composition should not exceed 35 vol.%, Sulfur content – not more than 10 mg / kg, benzene content – not more than 1.0 vol.%, And octane number – in the ranges corresponding to the brand of gasoline: A-92 (92–93), A-95 (95–96), A-98 (98–99). By the method of multicriteria optimization of the data array according to the obtained mathematical models, the values of factors corresponding to the optimal compositions of high-octane gasoline with bioadditives were obtained in coded units and natural values.

**Conclusion.** The optimal compositions of high-octane gasolines of different brands with the use of bioadditives were obtained. The consumption of bioisobutyl alcohol and methyl tert-butyl ether in a mixture of high-octane gasoline with bioadditives is calculated. The optimal compromise area for obtaining gasolines with specified parameters with the possibility of regulating the content of bioadditives in the studied compositions is established.

*Keywords:* gasoline, bioadditives, mathematical modeling, octane number, bioisobutyl alcohol, methyl tert-butyl ether, optimal composition.

## REFERENCES

1. Bojchenko, S. V., Ivanov, S. V., & Burlaka, V. G. (2005). *Motorni palyva i masla dlja suchasnoi' tekhniki [Motor fuels and oils for modern technology]*. Kyi'v: NAU [in Ukrainian].
2. Topil'nyč'kyj, P. I., Grynshyn, O. B., Lazorko, O. I., & Romanchuk, V. V. (2015). *Fizyko-himichni ta ekspluatacijni vlastyvosti tovarnyh naftoproduktiv [Physico-chemical and operational properties of commercial petroleum products]*. L'viv: Vydavnytvo L'vivs'koi' politehniky [in Ukrainian].

3. Golych, Ju. V., Bojchenko, S. V., Topil'nye'kyj, P. I., & Romanchuk, V. V. (2015). Zalezhnist' znevodnennja naft vid i'h fizyko-himichnoi' harakterystyky [Dependence of oil dehydration on its physicochemical characteristics]. *Naftogazova galuz' Ukrainy – Oil and gas industry of Ukraine*, 1, 25-30 [in Ukrainian].
4. Gajdaj, O. O., Zubenko, S. O., Polunkin, Je. V., & Pyljavs'kyj, V. S. (2011). Ekologichni ta ekspluatacijni harakterystyky palyva motornogo biologichnogo E-85 [Ecological and operational characteristics of E-85 motor biological fuel]. *Materialy zbirnyka naukovykh statej III Vseukrai'ns'kogo z'i'zdu ekologiv – Materials of the collection of scientific articles of the III All-Ukrainian Congress of Ecologists*. Vinnycja: VNTU. (Vol. 1), (pp. 308-310) [in Ukrainian].
5. Gajdaj, O. O., Zubenko, S. O., Starzhyn's'ka, L. I., Polunkin, Je. V., & Kovtun, O. G. (2011). *Palyvna sumish dlja dvyguniv vnutrishn'ogo zgorjannja [Fuel mixture for internal combustion engines]*. Patent UA N 63041 [in Ukrainian].
6. Sazonov, A. S., Ushakov, A. I., & Oreshenkov, A. V. (2006). *Kachestvo avtomobil'nyh topliv [Automotive fuel quality]*. Saint Petersburg: NPIKC [in Russian].
7. Tkachuk, V. V. (2014). Ocinka jakosti svitlyh naftoproduktiv [Quality assessment of light petroleum products]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurnal "Tovary i rynky" – International scientific - practical magazine "Commodities and markets"*, 1 (15), 131-138 [in Ukrainian].
8. Tkachuk, V., Rechun, O., & Melnic, Iu. (2019). Study of operational properties of motor biofuels. *Mechanization in agriculture & conserving of the resources*. (Vol. 65). (Issue 2), (pp. 70-71) [in English].
9. Merezhko, N., Tkachuk, V., & Zinchenko, O. (2019). Ekspluatacijni vlastyivosti benzyniv z bagatofunktional'nymy dobavkamy [Performance properties of gasolines with multifunctional additives]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurnal "Tovary i rynky" – International scientific - practical magazine "Commodities and markets"*, 4 (32), 50-61. doi: 10.31617/tr.knute.2019(32)05 [in Ukrainian].
10. Gajdadin, A. N., Efremova, S. A., & Nistratov, A. V. (2008). *Metody optimizacii v tehnologicheskoy praktike [Optimization methods in technological practice]*. Volgograd: VGTU [in Russian].
11. *Tehnichnyj reglament shhodo vymog do avtomobil'nyh benzyniv, dyzel'nogo, sudnovykh ta kotel'nyh palyv [Technical regulations on requirements for motor gasoline, diesel, marine and boiler fuels]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/927-2013-%D0%BF> [in Ukrainian].
12. Benzyny avtomobil'ni Jevro. Tehnichni umovy [Automobile gasoline Euro. Specifications]. (2015). DSTU 7687:2015. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. Retrieved from [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=62187](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62187) [in Ukrainian].
13. Halafjan, A. A. (2007). *Statisticheskij analiz dannyh [Statistical Data Analysis]*. Moscow: Binom [in Russian].

**Анна БОНДАРЄВА**

аспірант кафедри  
товарознавства та митної справи  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

*E-mail: Aa-aa@i.ua*  
ORCID ID: 0000-0002-3241-2726

**Олена МОКРОУСОВА**

д. т. н., професор кафедри  
товарознавства та митної справи  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

*E-mail: o.mokrousova@knute.edu.ua*  
ORCID ID: 0000-0003-1943-8048

## ФОРМУВАННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕР-МІНЕРАЛЬНОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ ОЗДОБЛЕННЯ ШКІР

*Стаття присвячена дослідженню фізико-механічних властивостей полімер-мінерального покриття для оздоблення шкір із використанням модифікованих дисперсій монтморилоніту. Встановлено підвищення модуля еластичності, межі міцності та зниження показника видовження полімер-мінерального покриття для оздоблення шкір. Виявлено посилення ефекту структурування полімеру та підвищення фізико-механічних властивостей полімер-мінерального покриття для шкіри внаслідок формування плівок за температури 60 °С.*

*Ключові слова:* полімер, монтморилоніт, модифікація, покриття, оздоблення, шкіра, фізико-механічні властивості, показники.

*Бондарева А., Мокроусова Е. Формирование физико-механических свойств полимер-минерального покрытия для отделки кож. Статья посвящена исследованию физико-механических свойств полимер-минерального покрытия для отделки кож с использованием модифицированных дисперсий монтмориллонита. Установлены повышение модуля эластичности, предела прочности и снижение показателя удлинения полимер-минерального покрытия для отделки кож. Выявлены усиление эффекта структурирования полимера и повышение физико-механических свойств полимер-минерального покрытия для кож в результате формирования пленок при температуре 60 °С.*

*Ключевые слова:* полимер, монтмориллонит, модификация, покрытие, отделка, кожа, физико-механические свойства, показатели.

**Постановка проблеми.** Сучасний асортимент натуральних шкір, що широко використовують для виготовлення взуття, одягу, галантерейних виробів, меблів, облаштування салонів автомобілів та літаків, формується зі шкір із покривним оздобленням та ворсових [1; 2]. Частка останніх у загальному світовому випуску не перевищує 5–10 %. Отже, всі інші шкіри виробляють із покривним оздобленням. Залежно від якості лицьової поверхні (ЛП) технологіями передбачено виготовлення шкір із натуральною ЛП (частка 25–30 %), покривне оздоблення яких здійснюють нанесенням тонкої захисної полімерної плівки, іноді прозорої та безбарвної. За наявності дефектності ЛП виконують

її часткове або повне шліфування і покривне оздоблення формується як багатошарове забарвлене покриття. В цьому разі передбачено виготовлення шкір зі штучною ЛП, частка яких становить майже 60 % загального випуску [1].

Покриття, яке наносять для оздоблення лицьової або шліфованої поверхні шкіри у вигляді покривної композиції, містить: полімер, який формує покривну плівку; пігмент, який забарвлює у необхідний колір покривну плівку; воскову емульсію, що надає покриттю блиску та гідрофобності; пластифікатор для зниження жорсткості покривної плівки або підвищення морозостійкості; диспергатор або емульгатор, які стабілізують покривну композицію [2; 3]. Найбільша масова частка в покривній композиції належить полімеру (50–60 мас. ч.) та пігментному концентрату (10–15 мас. ч.), що обумовлює їхнє вирішальне значення для формування якісного оздоблювального покриття на шкірі.

Полімер використовується в покривних композиціях як плівкоутворювач для створення рівномірного захисного покриття на поверхні шкіри зазвичай певного кольору або відтінку. Однак під час експлуатації шкір, наприклад, як деталей верху взуття, меблів, одягу та ін., відбуваються суттєві фізико-механічні навантаження, багаторазові згини та вигини, стирання в сухих та вологих умовах, розтягування тощо. Особливо ця проблематика актуальна для багатошарового оздоблення шкір зі шліфованої поверхнею. Через це необхідний рівень експлуатаційних властивостей покриття на шкірі залежить від фізико-механічних та фізико-хімічних показників самих покривних плівок [3]. Саме тому одним із напрямів підвищення якості покриття на шкірі є застосування нових ефективних матеріалів – компонентів покривних композицій, які б дозволяли коригувати та цілеспрямовано формувати необхідний комплекс фізико-механічних показників полімерного покриття на шкірі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наразі високий рівень експлуатаційних властивостей покриття на шкірі регулюється введенням в полімерну матрицю різних допоміжних речовин: пігментних концентратів, воскових емульсій, емульгаторів, диспергаторів, стабілізаторів тощо [2–6].

Використання пігментних концентратів у складі покривних композицій не тільки забезпечує надання необхідного кольору, але й сприяє коригуванню фізико-механічних показників покривних плівок і покриття в цілому. Зазвичай пігментні концентрати містять пігмент, зв'язувальну речовину або загущувач, диспергатор, пластифікатор, антисептик та розчинник. Серед зв'язувальних речовин у складі пігментних концентратів найпоширенішим є казеїн, для подовження термінів зберігання якого використовують антисептики, зокрема і формальдегід. До того ж казеїнові пігменти мають обмежену кольорову гаму [2].

Для виключення таких пігментних концентратів зі складу покривних композицій існують способи використання розчинів барвників [3], але їхня погана сумісність із полімерною основою та неспроможність забезпечити інтенсивне забарвлення поверхні шкіри обмежує їх активне впровадження у покривному оздобленні шкір, особливо шліфованих.

Відомі також способи формування покривних композицій із вмістом екзополісахаридів. Введення їх до складу поліакрилових та поліуретанових плівкоутворювачів разом із основним сульфатом хрому дає змогу суттєво структурувати полімерну плівку, підвищити її міцність та зменшити видовження при розриві [4]. Але таке покриття є досить гідрофільним, і тільки введення чималої кількості основного сульфату хрому допомагає підвищити його водостійкість. Для надання необхідного кольору полімерним плівкам також запропоновано введення до складу покривної полімерної композиції структурувального агента та аніонних барвників [5; 6]. Однак це покриття не характеризується інтенсивністю та глибиною забарвлення і не може бути ефективно використано в технологіях оздоблення шліфованих шкір.

Позитивний структурувальний вплив на акрилові полімери має введення мінеральної складової [7–10]. Відомо, що застосування дисперсій монтморилоніту в натрієвій формі уможливило забезпечити утворення додаткових хімічних зв'язків між поверхневими гідроксильними групами мінералу та карбоксильними групами акрилату [10]. Встановлені взаємодії забезпечують зміну функціональних властивостей полімеру [7–9] та обумовлюють створення нанокомпозитів для покривного оздоблення шкір. Однак зазначені композити не забезпечують зафарбовування ЛП шкіри, що все одно потребує додавання пігментного концентрату.

У цьому дослідженні для забезпечення високих фізико-механічних властивостей полімерних плівок та надання інтенсивного кольору покриттю запропоновано застосування забарвлених дисперсій монтморилоніту. Використання мінералу монтморилоніту відкриває можливості отримання дешевих оздоблювальних матеріалів [11], різного кольору, насиченого забарвлення, з покращеними технологічними властивостями (термостійкість, еластичність, хороша покривна здатність). Спроможність дисперсій монтморилоніту до модифікації дає змогу регулювати властивості та формувати покриття для шкір різного цільового призначення. Введення в полімерну матрицю модифікованих дисперсій мінералу сприятиме структуруванню полімеру та забезпечить покращення фізико-механічних властивостей покриття, а також уможливить виключення зі складу покривних композицій казеїнових пігментних концентратів.

*Метою роботи* є дослідження впливу забарвлених модифікованих дисперсій монтморилоніту на фізико-механічні властивості полімерних плівок для формування полімер-мінерального покриття з високим рівнем стійкості до експлуатації.

У цілому, винайдення сучасних підходів щодо забезпечення якості натуральних шкір із полімер-мінеральним оздобленням є актуальним завданням.

**Матеріали та методи.** *Об'єктом* дослідження є полімер-мінеральні плівки, отримані внаслідок введення модифікованих дисперсій монтморилоніту до полімерної складової оздоблювального покриття шкіри.

*Предмет* дослідження – фізико-механічні властивості полімер-мінеральних плівок й оздоблювального покриття шкіри.

Для цієї роботи як полімерну складову покривних композицій використано акриловий полімер, як мінеральну основу – забарвлені модифіковані дисперсії монтморилоніту чорного (ММТч) та темно-зеленого (ММТз) кольорів.

Як акриловий полімер (плівкоутворювач) застосовано співполімерну акрилову емульсію МБМ-3 (ТУ 6-01-196-89) – водну дисперсію співполімеру метакрилату, бутилакрилату і метакрилової кислоти в кількості 3.0 % маси мономерів [12]. Молекулярна структура співполімеру обумовлює достатню еластичність та міцність полімеру в необхідному для покриття на шкірі температурному інтервалі. Емульсія характеризується високою молекулярною масою, що обумовлює необхідну для покриття плівкоутворювальну здатність. Сухий залишок МБМ-3 – 38.5 %, рН – 4.35.

З метою отримання забарвлених модифікованих дисперсій монтморилоніту використано бентонітові глини –  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (ГОСТ 28177–89, Дашуківське родовище, Черкаська область, Україна). Бентонітова глина – пластична маса світло-бежевого кольору, добре диспергується у воді. Основний мінерал – монтморилоніт, вміст –  $85 \pm 3$  %. Величина обмінної ємності – 72 мг-екв/100 г глини. При заміні йонобмінного комплексу на йон натрію дає стабільні у часі суспензії. Вологість –  $27 \pm 3$  %.

Для модифікації монтморилоніту застосовано речовини, що здатні диспергувати мінеральні частинки в суспензіях та створювати аніонні структуровані й агрегативно стійкі системи. З метою хімічного диспергування водної дисперсії монтморилоніту використано карбонат натрію –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (ГОСТ 5100–85), порошок або гранули білого кольору, гігроскопічний, водні розчини якого мають сильно лужну реакцію, вміст активної речовини 98.5–100.0 %.

Задля перезарядження частинок натрій-модифікованої дисперсії монтморилоніту застосовано основний сульфат хрому –  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_n(\text{OH})_{6-2n}$ , (ТУ 645РК5604173ОАО-001-2001, Казахстан, Актюбінський завод хромових сполук), порошок зеленого кольору, добре розчинний у воді, вміст оксиду хрому (III) – 25.6 %, сухий залишок – 89.49 % [13].

На поверхні позитивно заряджених частинок хром-модифікованих дисперсій монтморилоніту для адсорбційного щеплення використано аніонні барвники [14]. Аніонні барвники, або азобарвники, – аніонний чорний (ТУ-6-14-767) та аніонний темно-зелений (ТУ-6-14-589) – це моно-, ді- чи триазосполуки циклічної будови з активними гідроксильними, амінними, нітро- та сульфогрупами. Молекула барвника вміщує одну чи декілька азогруп  $-\text{N}=\text{N}-$ , що зв'язують два або більше ароматичні радикали. Обрані азобарвники використовують для рідинного фарбування шкіряного напівфабрикату [2; 12], створене ними забарвлення має високу стійкість до світла та мокрих обробок. Молекулярна маса аніонного чорного – 859, аніонного темно-зеленого – 863.



Забарвлені модифіковані дисперсії монтморилоніту отримували послідовною обробкою водних дисперсій монтморилоніту концентрацією 100 г/л карбонатом натрію, основним сульфатом хрому та аніонними барвниками. Витрати карбонату натрію становили 6 % маси монтморилоніту, основного сульфату хрому – 10 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  маси мінералу, витрати аніонних барвників – у співвідношенні 1:1 відповідно до мінеральної складової.

Покривні полімерно-мінеральні композиції готували за допомогою послідовного введення в ємність забарвленого модифікованого монтморилоніту, воскової емульсії, води й після ретельного перемішування додавали акрилову емульсію полімеру 20-процентної концентрації та решту води до робочої густини покривної композиції 1.050–1.060 г/см<sup>3</sup>.

Досліджувані полімерні плівки з різним вмістом забарвленого модифікованого монтморилоніту формували в тефлонових кюветах за стандартною методикою [15] згідно з ГОСТ 14243–78. Залежно від вимог експерименту плівки отримували висушуванням за температури 20, 40 та 60 °C протягом 48, 24 та 10 год відповідно.

Фізико-механічні дослідження одержаних полімерно-мінеральних плівок проводили на розривній машині РМУ-5 за швидкості нижнього затискача 50 мм/хв за методикою [16]. Показниками досліджень полімер-мінеральних плівок слугували умовний модуль еластичності при 100- та 300-процентному видовженні за температури 20 °C, межа міцності, відносне видовження при розриві. Вміст водовимивних сполук та набухання досліджуваних плівок у воді протягом 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 та 24.0 год визначали за методикою [16].

**Результати дослідження.** Введення до складу полімерної матриці забарвлених модифікованих дисперсій монтморилоніту для формування полімер-мінеральних покривних композицій здатне цілеспрямовано коригувати якість оздоблювального покриття на шкірі. Мінеральні частинки забарвлених модифікованих дисперсій монтморилоніту, маючи високу сорбційну поверхню та обмінну ємність, можуть адсорбувати на своїй поверхні й взаємодіяти з активними групами не тільки барвника, який використано для модифікування мінеральної дисперсії, але й з полімерними акриловими емульсіями [10].

Дослідження впливу забарвлених модифікованих дисперсій монтморилоніту на фізико-механічні властивості полімерних акрилових матриць (*рис. 1*) вказує на структурні й еластичні зміни показників полімерних плівок за умов різного ступеня навантаження та видовження.

Результати досліджень демонструють, що введення в полімерну матрицю дисперсій монтморилоніту ММТч та ММТз сприяє зростанню міцності ( $\sigma$ ) полімерних плівок, максимальний рівень якої досягається при витратах 1.5–2.0 % монтморилоніту від сухого залишку полімеру (див. *рис. 1а, 1в*). Введення дисперсій ММТч та ММТз збільшує в 3.5 раза модуль еластичності плівок, про що свідчать показники міцності плівок при 100 % видовження (див. *крива 1, рис. 1а, 1в*).

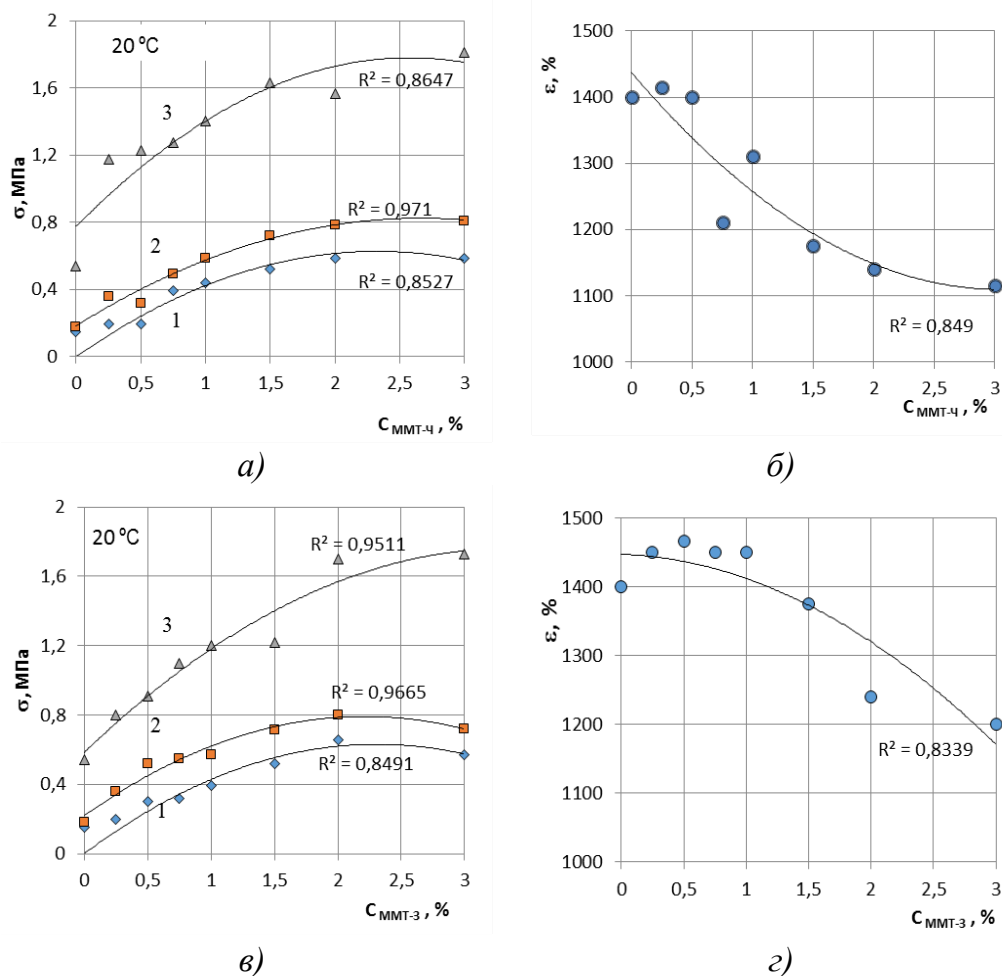


Рис. 1. Зміна фізико-механічних властивостей полімерних плівок внаслідок додавання дисперсій монтморилоніту ММТч (а, б) та ММТз (в, г) при видовженні 100 % – 1, 300 % – 2 та розриві – 3

Джерело: побудовано авторами за результатами власних досліджень.

Для зазначених витрат рівень міцності при розриві (див. крива 3, рис. 1а, 1в) в разі застосування дисперсії ММТч збільшується до рівня 1.6 МПа, а в разі використання ММТз – до 1.7 МПа. Як порівняти з показниками міцності нативної полімерної плівки (0.54 МПа), внаслідок модифікації полімеру дисперсіями ММТч та ММТз вдається досягти її зміцнення майже в 3 рази. Суттєве зростання показників межі міцності при розриві полімерних плівок (див. крива 3, рис. 1а, 1в) пов'язане з конформаційним зміцненням структури полімеру через утворення міцних компактних зшивок за участю активних функціональних груп полімеру та азобарвників у складі забарвлених дисперсій монтморилоніту. Також введення наночастинок [17] монтморилоніту в складі ММТч та ММТз з характерною високорозвиненою сорбційною поверхнею мінеральних частинок сприяє фізичній адсорбції полімеру та відповідній стабілізації його структури.

Подальше збільшення витрат монтморилоніту в полімерній матриці понад 2.5 % дещо знижує рівень міцності полімерних плівок. Унаслідок введення досить великої кількості адсорбційних центрів монтморилоніту відбувається більше структурування полімеру, що призводить до зниження його плівкоутворювальної здатності через значний вміст частинок мінералу між полімерними ланцюжками.

Введення в полімерну матрицю дисперсій ММТч та ММТз сприяє коригуванню відносного видовження плівок ( $\epsilon$ ) (див. *рис. 1б, 1г*). Структурування полімерної матриці монтморилонітом із витратою 2.0–3.0 % проявляється у зниженні показника відносного видовження до рівня 1100–1200 %. У разі застосування дисперсії ММТз в межах 0.25–1.5 % маси полімеру спостерігається незначне, на 3.0–3.5 %, підвищення еластичності й відповідне видовження полімерних плівок. Подальше збільшення витрат дисперсії ММТз до рівня 2.0 % призводить до зниження на 11.5 % показника відносного видовження полімер-мінеральних плівок (див. *рис. 1г*). За умови використання ММТч характерним є поступове зниження відносного видовження вже при витратах вище 0.5 % маси полімеру (див. *рис. 1б*). Максимальне зниження відносного видовження до рівня 1180–1200 % характерно при витратах ММТч в межах 1.5–3.0 % сухого залишку полімеру. Такі зміни фізико-механічних властивостей полімер-мінеральних плівок є позитивними у формуванні покриття на поверхні шкіри з високою стійкістю до експлуатаційних навантажень, стирання та багаторазових згинів. Надмірно високий рівень видовження й значна тягучість полімерних плівок можуть негативно позначитися на якості оздоблення лицьової поверхні шкір через характерні відмінності у поведінці до фізико-механічних навантажень полімерної матриці та колагенової структури [2; 3; 5].

Подальшими дослідженнями встановлено, що внаслідок застосування підвищених температур відбувається посилення ефекту структурування полімерних плівок і тенденції щодо змін фізико-механічних властивостей посилюються (*рис. 2*).

Результати досліджень впливу температури формування полімерно-мінеральних плівок вказують на зростання міцності останніх після їх витримування за температури 40 та 60 °С.

У разі введення в полімерну матрицю дисперсії монтморилоніту ММТч (див. *рис. 2а*) відбувається зростання межі міцності полімерних плівок в середньому на 24 % після витримування плівок у температурному режимі 40 °С, а після обробки за температури 60 °С межа міцності зазначених плівок зростає в середньому на 40 % проти показників нативного полімеру.

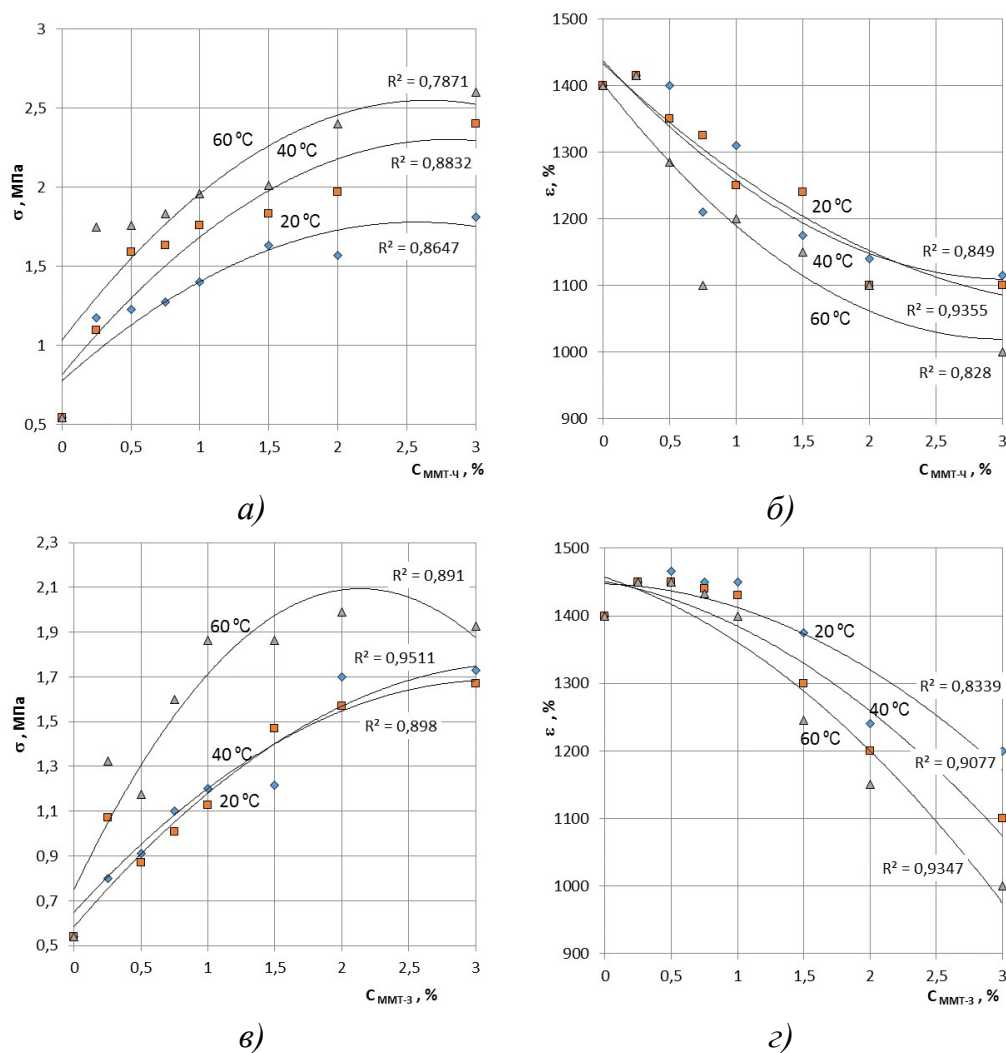


Рис. 2. Зміна фізико-механічних властивостей полімер-мінеральних плівок за різних температурних режимів формування

Джерело: побудовано авторами за результатами власних досліджень.

Щодо полімерних плівок, які отримані введенням дисперсії монтморилоніту ММТз (див. рис. 2в), після витримання за температури 40 °C показники міцності майже не змінюються, незалежно навіть від зміни витрат мінералу у складі полімер-мінеральної композиції. Однак внаслідок витримання плівок за температури 60 °C межа міцності плівок зростає в середньому на 40 %, аналогічно плівкам із використанням ММТч. Водночас максимальний ефект температурного впливу на структурування полімер-мінеральних плівок (див. рис. 2в) характерний у разі витрат ММТз в межах 1.0–2.0 % мінералу від сухого залишку полімеру.

Відповідно до аналізу результатів досліджень видовження полімер-мінеральних плівок (див. рис. 2б, 2г) виявлено, що їх формування за температури 40 °C та 60 °C сприяє зниженню тягучості та зменшенню рівня видовження. У разі введення в полімерну матрицю дисперсії

монтморилоніту як ММТч (див. *рис. 2б*), так і ММТз (див. *рис. 2г*) спостерігається зменшення видовження полімерних плівок до рівня 1000 %, що на 10 % нижче за показник видовження плівок, сформованих за температури 20 °С.

Зазначені дослідження вказують на позитивний вплив температури до 60 °С формування плівок щодо посилення ефекту структуривання полімерної матриці за допомогою введення дисперсій монтморилоніту та підвищення фізико-механічних властивостей полімер-мінеральних плівок, а надалі й покриття на шкірі.

Для оцінки стійкості взаємодії мінеральних дисперсій ММТч та ММТз із полімером досліджували рівень набухання полімерних плівок і вміст водовимивних сполук. У *таблиці* представлено зміну показників набухання плівок у часі та вміст вимивних речовин після 24 годин обробки.

Таблиця

**Показники набухання полімер-мінеральних плівок**

Матеріал	Витрати монтморилоніту*	Набухання, %					Вимивні речовини, %
		0.5 год	1.0 год	1.5 год	2.0 год	24.0 год	
ММТч	0.25	6.7	14.7	18.7	29.3	62.7	0.0
	0.5	13.8	19.1	29.3	37.9	76.6	0.0
	0.75	14.1	24.7	29.8	44.8	78.0	1.3
	1.0	15.3	26.1	30.0	47.5	82.5	2.1
	1.5	16.2	28.0	38.0	49.3	104.0	4.1
	2.0	18.1	35.6	56.7	58.5	123.3	9.3
	3.0	21.6	39.2	57.3	59.5	136.5	12.2
ММТз	0.25	2.9	4.8	11.8	20.6	52.9	0.0
	0.5	5.7	9.8	14.5	24.2	61.4	0.0
	0.75	10.3	19.6	26.6	29.7	70.3	1.5
	1.0	14.9	21.3	27.3	30.8	72.8	2.6
	1.5	15.1	24.3	28.4	32.1	85.4	3.2
	2.0	16.8	28.8	32.5	35.6	101.3	3.7
	3.0	17.8	21.9	33.1	36.9	123.3	6.8

\* Витрати монтморилоніту в складі ММТч та ММТз від маси сухого залишку полімеру.

*Джерело*: зведено авторами за результатами власних досліджень.

Набухання плівок за 2 год не перевищує 59.5 % для ММТч та 36.9 % для ММТз, а після 24 год рівень набухання у всіх випадках зростає приблизно вдвічі, що вказує на гідрофільність плівок. Вміст вимивних речовин у полімерних плівках, отриманих із використанням ММТч та ММТз на рівні 0.25–3.0 % від маси полімеру, не перевищує 12.6 % для ММТч та 6.8 % для ММТз, що свідчить про міцний зв'язок полімеру з модифікованою дисперсією мінералу та дає змогу спрогнозувати достатню стійкість покриття на шкірі до стирання.

У цілому, введення мінеральних дисперсій ММТч та ММТз (див. *рис. 1, рис. 2*) до акрилової емульсії підвищує фізико-механічні властивості полімерних плівок внаслідок їх структурування, що є результатом фізичної адсорбції та ймовірних хімічних взаємодій між активними центрами мінералу та функціональними групами азобарвників і полімеру (див. *таблицю*). Витрати ММТч та ММТз на рівні 1.5–2.0 % (в перерахунку на масу монтморилоніту від маси сухого залишку полімеру) є оптимальними для створення полімерно-мінеральної композиції й високоякісного покриття на шкірі, стійкого до експлуатаційних навантажень.

**Висновки.** Встановлено, що введення до акрилового плівкоутворювача забарвлених модифікованих дисперсій монтморилоніту сприяє підвищенню фізико-механічних властивостей полімерних плівок. Максимальний рівень міцності плівок досягається при витратах 1.5–2.0 % монтморилоніту від сухого залишку полімеру, що підтверджено зростанням втричі модуля еластичності та межі міцності полімер-мінеральних плівок, а також зниженням на 11.5 % видовження при розриві.

Показано, що завдяки формуванню полімер-мінерального покриття за температури 60 °С відбувається посилення ефекту структурування полімеру, що підтверджено підвищенням на 40 % межі міцності плівок і зниженням на 10 % їх видовження при розриві.

Формування фізико-механічних властивостей полімер-мінеральних плівок для оздоблення шкір обумовлено ймовірними хімічними взаємодіями між активними центрами мінералу та функціональними групами азобарвників і полімеру, що опосередковано доведено рівнем вмісту водовимивних речовин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ізовіт Т., Науменко І. Тенденції розвитку українського ринку виробництва шкіри. *Легка промисловість*. 2015. № 4. С. 2-4.
2. Winter C., Borges Agustini C., Elizabeth M., Schultz R., Gutterres M. Influence of pigment addition on the properties of Polymer films for leather finishing. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*. 2017. Vol. 101. N 2. P. 78-85.
3. Касьян Е. Є. Фізико-хімія полімерних плівкоутворювачів для оздоблення шкіри. Київ: Освіта України, 2019. 178 с.
4. Кондратюк О. В., Касьян Е. Є. Властивості модифікованих полімерних композицій для оздоблення шкір. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2017. № 5 (253). С. 62-66.
5. Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів для створення конкурентоспроможних товарів: монографія. Ч. 1. Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів; за ред. А. Г. Данилковича. Київ: Фенікс, 2011. 438 с.
6. Кондратюк О. В., Касьян Е. Є. Розробка складів покривних композицій для оздоблення натуральних шкір. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2017. № 6. С. 255-262.

7. Yılmaz Onur, Cheaburu Catalina N., Gülümser Gürbüz, Vasile Cornelia. Rheological behaviour of acrylate/montmorillonite nanocomposite latexes and their application in leather finishing as binders. *Progress in Organic Coatings*. 2011. Vol. 70. Issue 1. P. 52-58.
8. Yılmaz Onur. A hybrid polyacrylate/OMMT nanocomposite latex: Synthesis, characterization and its application as a coating binder. *Progress in Organic Coatings*. 2014. Vol. 77. N 1. P. 110-117.
9. Wang Chunhua, Mu Changdao, Lin Wei. Effect of Novel Synthetic Clay on the Property of Waterborne Polyurethane Leather Finishing Agent: Enhanced Thermal, Mechanical and UV-resistant Performance. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*. 2018. N 3. P. 155-159.
10. Отрошко В. А., Мокроусова О. Р., Мережко Н. В. Взаємодія колагену дерми з мінеральними та полімерними сполуками. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. № 2/4 (28). С. 48-54.
11. Мокроусова О. Р. Технологія отримання мінеральних пігментних концентратів для шкіряної промисловості. *Вісник КНУТД*. 2011. № 3. С. 67-74.
12. Данилкович А. Г. Основні матеріали і технології виробництва шкіри: навч. посіб. Київ: Фенікс, 2016. 175 с.
13. Мокроусова О. Р. Поліфункціональні матеріали для рідинного оздоблення шкір. Вплив модифікування монтморилоніту сполуками Cr(III) на електроповерхневі та структурні властивості дисперсій. *Вісник КНУТД*. 2011. № 1. С. 84-93.
14. Morkousova O., Pleten O., Kasyan E. Pigment concentrate with montmorillonite for leather coat finishing. *Innovations in clothes and footwear*. M. Pawlowa and I. Frydrych (Eds.). Radom, 2010. P. 391-396.
15. Справочник кожевника: отделка. Контроль производства; под ред. Н. А. Балберовой. М.: Легпромбытиздат, 1987. 256 с.
16. Данилкович А. Г., Чурсин В. И. Аналитический контроль в производстве кожи и меха. Лабораторный практикум: учеб. пособ. М.: МГУДТ, 2014. 170 с.
17. Мокроусова О. Р. Мінеральні наповнювачі для шкір. Реологічні властивості та дисперсність їх водних суспензій. *Вісник КНУТД*. 2010. № 4. С. 256-264.

Стаття надійшла до редакції 10.03.2020.

***Bondarieva A., Mokrousova O. Formation of physico-mechanical properties of polymer-mineral coating for leather finishing.***

**Background.** It is proposed to use coloured modified dispersions of montmorillonite to ensure high physical and mechanical properties of polymer films and to give intense colour to the leather finish coating. The introduction of modified mineral dispersions into the polymer matrix allows the polymer to be structured and provides improved physical and mechanical properties of the leather coating.

The *aim of article* is to study the influence of coloured modified dispersions of montmorillonite on the physical and mechanical properties of polymer films in order to form polymer-mineral coating with a high level of resistance before usage.

**Materials and methods.** Acrylic polymer and coloured modified montmorillonite dispersions were used for the study. The physical and mechanical properties of the obtained polymer-mineral films were evaluated by the indices of the conditional modulus of elasticity, tensile strength, relative elongation at break points, swelling and content of water-bearing substances.

**Results.** The introduction of coloured modified dispersions of montmorillonite to the polymer corrects the quality of the leather finish coating. The study of the effect of coloured modified dispersions of montmorillonite on the physical and mechanical properties of polymer acrylic matrices indicates the structural and elastic changes of the polymer film indices at different loads and elongations. The effect of structuring of polymer films and changes in physical and mechanical properties are amplified at higher temperatures of the coating formation.

**Conclusion.** It was found that the introduction of coloured modified dispersions of montmorillonite into the acrylic film-forming agent contributes to the enhancement of the physical and mechanical properties of polymer films. The maximum level of film strength is achieved when 1.5-2.0 % of montmorillonite is lost from weight of polymer. It is shown that the structuring of the polymer is enhanced by the formation of the polymer-mineral coating at a temperature of 60 °C. The formation of physical and mechanical properties of polymer-mineral films for leather coating is caused by chemical interactions between the active centres of the mineral and the functional groups of azo dyes and polymer.

*Keywords:* polymer, montmorillonite, modification, coating, finish, leather, physical and mechanical properties, indices.

## REFERENCES

1. Izovit, T., & Naumenko, I. (2015). Tendencii' rozvytku ukrai'ns'kogo rynku vyrobnytva shkiry [Trends in the development of the Ukrainian leather production market]. *Legka promyslovist' – Light industry*, 4, 2-4 [in Ukrainian].
2. Winter, C., Borges, Agustini C., Elizabeth, M., Schultz, R., & Gutierrez, M. (2017). Influence of pigment addition on the properties of Polymer films for leather finishing. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*. (Vol. 101), 2, 78-85 [in English].
3. Kas'jan, E. Je. (2019). *Fyzyko-himija polimernih plivkoutvorjuvachiv dlja ozdoblennja shkiry [Physico-chemistry of polymer film formers for leather finishing]*. Kyi'v: Osvita Ukrai'ny [in Ukrainian].
4. Kondratjuk, O. V., & Kas'jan, E. Je. (2017). Vlastyvoli modyfikovanyh polimernyh kompozycij dlja ozdoblennja shkir [Properties of modified polymer compositions for leather finishing]. *Visnyk Hmel'nyts'kogo nacional'nogo universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*, 5 (253), 62-66 [in Ukrainian].
5. Ekologichno orijentovani tehnologii' vyrobnytva shkirjanyh ta hutrovyh materialiv dlja stvorennja konkurentospromozhnyh tovariv. Ch. 1. *Ekologichno orijentovani tehnologii' vyrobnytva shkirjanyh ta hutrovyh materialiv [Ecologically oriented technologies of production of leather and fur materials for creation of competitive goods. Part 1. Ecologically oriented technologies of production of leather and fur materials]*. (2011). A. G. Danylkovich (Ed.). Kyi'v: Feniks [in Ukrainian].
6. Kondratjuk, O. V., & Kas'jan, E. Je. (2017). Rozrobka skladiv pokryvnyh kompozycij dlja ozdoblennja natural'nyh shkir [Development of structure of covering compositions for finishing of genuine leathers]. *Visnyk Hmel'nyts'kogo nacional'nogo universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*, 6, 255-262 [in Ukrainian].
7. Yilmaz, Onur, Cheaburu, Catalina N., Gülümser, Gürbüz, & Vasile, Cornelia. (2011). Rheological behaviour of acrylate/montmorillonite nanocomposite latexes and their application in leather finishing as binders. *Progress in Organic Coatings*. (Vol. 70). (Issue 1), (pp. 52-58) [in English].
8. Yilmaz, Onur. (2014). A hybrid polyacrylate/OMMT nanocomposite latex: Synthesis, characterization and its application as a coating binder. *Progress in Organic Coatings*. (Vol. 77), 1, 110-117 [in English].
9. Wang, Chunhua, Mu, Changdao, & Lin, Wei. (2018). Effect of Novel Synthetic Clay on the Property of Waterborne Polyurethane Leather Finishing Agent: Enhanced Thermal, Mechanical and UV-resistant Performance. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 3, 155-159 [in English].



10. Otroshko, V. A., Mokrousova, O. R., & Merezhko, N. V. (2016). Vzajemodija kolagenu dermy z mineral'nymy ta polimernymy spolukamy [Interaction of dermal collagen with mineral and polymeric compounds]. *Tehnologichnyj audyt ta rezervy vyrobnyctva – Technological audit and production reserves*, 2/4 (28), 48-54 [in Ukrainian].
11. Mokrousova, O. R. (2011). Tehnologija otrymmannya mineral'nyh pigmentnyh koncentrativ dlja shkirjanoi' promyslovosti [The technology of obtaining mineral pigment concentrates for the leather industry]. *Visnyk KNUTD – Bulletin of KNUTD*, 3, 67-74 [in Ukrainian].
12. Danylkovych, A. G. (2016). *Osnovni materialy i tehnologii' vyrobnyctva shkiry [Basic materials and technologies of leather production]*. Kyi'v: Feniks. [in Ukrainian].
13. Mokrousova, O. R. (2011). Polifunkcional'ni materialy dlja ridynnogo ozdoblennja shkir. Vplyv modyfikuvannja montmorillonitu spolukamy Cr(III) na elektropoverhnevi ta strukturni vlastyvoli dyspersij [Multifunctional materials for liquid leather finishing. The influence of modification of montmorillonite by Cr (III) compounds on electro surface and structural properties of dispersions]. *Visnyk KNUTD – Bulletin of KNUTD*, 1, 84-93 [in Ukrainian].
14. Morkousova, O., Pleten, O., & Kasyan, E. (2010). Pigment concentrate with montmorillonite for leather coat finishing. M. Pawlowa, I. Frydrych (Eds.). *Innovations in clothes and footwear*, 391-396. Radom [in English].
15. *Spravochnik kozhevnika: otdelka. Kontrol' proizvodstva [Leatherworking Guide: Finish. Production control]*. (1987). N. A. Balberova (Ed.). Moscow: Legprombytizdat [in Russian].
16. Danilkovich, A. G., & Chursin, V. I. (2014). *Analiticheskij kontrol' v proizvodstve kozhi i meha. Laboratornyj praktikum [Analytical control in the production of leather and fur. Laboratory practice]*. Moscow: MGUDT [in Russian].
17. Mokrousova, O. R. (2010). Mineral'ni napovnjувachi dlja shkir. Reologichni vlastyvoli ta dyspersnist' i'h vodnyh suspenzij [Mineral fillers for leathers. Rheological properties and dispersion of its aqueous suspensions]. *Visnyk KNUTD – Bulletin of KNUTD*, 4, 256-264 [in Ukrainian].

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

UDC 637.181=111 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)09](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)09)

**Yuliia MOTUZKA** Doctor of Technical Sciences, Professor  
Department of commodity science,  
safety and quality management  
*E-mail:* [y.motuzka@knute.edu.ua](mailto:y.motuzka@knute.edu.ua) Kyiv National University of Trade and Economics  
*ORCID:* 0000-0003-0400-6445 19, Kioto str., Kyiv, 02156, Ukraine

**Anna KOSHELNYK** Postgraduate student  
Department of commodity science,  
safety and quality management  
*E-mail:* [a\\_koshelnyk@knute.edu.ua](mailto:a_koshelnyk@knute.edu.ua) Kyiv National University of Trade and Economics  
*ORCID:* 0000-0002-0322-9375 19, Kioto str., Kyiv, 02156, Ukraine

## FORMATION OF QUALITY OF MILK ANALOGUE FROM GREEK FENUGREEK SEEDS

*The impact of heat treatment on the chemical composition of fenugreek seeds is analyzed. Tests of its amino acid composition and the content of mono- and disaccharides show that the Maillard reaction does not result in essential changes in the taste and aromatic properties of the raw material. It is found that heat treatment changes the fatty acid composition of the seeds, with reducing the quantity of linoleic acid which enzymatic oxidation forms the compound 1-octen-3-ol that may cause the mushroom-specific smell of the seeds.*

*Keywords:* plant-based milk analogues, fatty acid composition, drink, quality, amino acid composition taste, smell, consumer, Maillard reaction.

*Мотузка Ю., Кошельник А. Формирование качества аналога молока из семян пажитника греческого. Проанализировано влияние термической обработки на химический состав семян пажитника греческого. Исследованиями аминокислотного состава семян пажитника греческого и состава моно- и дисахаридов установлено, что протекание реакции Майяра существенно не влияет на изменение вкусовых и ароматических свойств сырья. Установлено, что после термической обработки происходит изменение жирнокислотного состава семян, в частности уменьшение линолевой кислоты, в результате ферментативного окисления которой образуется соединение 1-октен-3-ол, что, вероятно, и обуславливает формирование грибного запаха семян.*

*Ключевые слова:* аналоги молока растительного происхождения, жирнокислотный состав, напиток, потребительские свойства, жирные кислоты, вкус, запах, потребитель, реакция Майяра.

**Background.** The consumer choice of food products is subject to many factors of which critical ones are taste and flavor. But these indicators are largely dependent on type and quality of the raw material used in making a food product, and its treatment methods. It is especially important in the production of plant-based milk analogues from a certain type of vegetable raw material, which organoleptic properties may limit the consumption of a finished product.

Thus, drinks made of soya have a specific smell of beans, resulting from the activity of the lipoxegenase enzyme. In the soya beans, aldehydes and ketones are formed, such as hexanal, hexane, ethyl vinyl ketone, which give the products made of soya beans specific herbaceous smacks and smells [1]. The almond bitterness is caused by the content of amygdalin glycoside. Also, there are some plants containing groups of substances such as saponines and tannins, which cause a bitter astringent aftertaste and a specific smack [2]. Today there exist many methods designed to suppress or weaken the feeling of unpleasant taste or smell in food products. Their choice is conditional on a substance that causes bitterness, herbaceous smell, etc.

It should be noted that the demand for plant-based milk analogues tends to grow, which raises the need in searching for new types of raw materials. Considering chemical composition, easiness of cultivation methods, availability of a home-grown raw material and affordable price, plant-based milk analogues can be effectively produced using fenugreek seeds that also contain a number of substances giving it a specific taste and smell. We believe that of all the factors with impact on the finished product quality, an important one is investigating the impact of heat treatment on change in the chemical composition of fenugreek and, eventually, its taste and smell.

**Analysis of recent research and publications.** The impact of fatty acid compositions of products on the formation of their consumer properties of lipids is highlighted in Grimble R. [3]. The impact of fatty acid composition of lipids on the formation of consumer properties of products is highlighted in Grimble R. [3]. Investigations of the amino acid and fatty acid composition of fenugreek seeds are shown in Al-Jasass F. M., Moneim A. E. S., Beyzi E., Rahman M. M., Feyzi S. et al. [4–10]. But mechanisms behind the impact of selected factors (heat treatment in particular) on the amino acid and fatty acid composition of fenugreek seeds and the resulting impact on organoleptic indicators of fenugreek seeds have been out of the research focus.

*The aim* of work is to test the impact of heat treatment on the chemical composition of fenugreek seeds.

**Materials and methods.** The research subject is fenugreek seeds of domestic origin, harvested in the year of 2019. The varietal purity is 99 %.

The mass share of mono- and disaccharides of fenugreek seeds is determined by the method of highly effective liquid chromatography, the

mass share of the amino acid composition is determined by liquid-column ion exchange chromatography [11] using the automatic analyzer of amino acids AAA 400 manufactured by "Ingos – Laboratory Instruments" (Czech Republic), and the fatty acid composition was determined by the method of gas chromatography, on the chromatograph HRGC 5300 (Italy) [12].

The computations were conducted for the dry substance of the product, i. e. with account for the evaporated liquid.

**Results.** Fenugreek seeds contain large quantities of terpenoids that cause its slightly bitter taste. Although terpenoids have some useful properties, their content complicates technologically the consumption of seeds either as constituents of food products or separately. There are various methods to reduce a bitter taste of a vegetable raw material, but most of them are intended to remove the substances that cause a product's smack. However, many of these substances, terpenoids in particular, have biological effects important for the human body. They stimulate the appetite and the function of gastrointestinal tract, and have anti-microbe effects [13]. Therefore, as their total exclusion may have negative consequences for the chemical composition of finished products, other ways for suppressing bitter tastes should be sought for. According to literary sources, most often the bitterness in beans, soya in particular, is suppressed by use of high temperatures [14–17]. As mentioned above, it was decided to subject fenugreek seeds to heat treatment (15 minutes long frying at the temperature of 180°C) with constant stirring. Five minutes later, a persistent mushroom flavor was felt, which increased before by the time of ending heat treatment. Also, the bitter taste was found to be enhanced, whereas for other beans its reduction was observed. Considering the analysis of the chemical composition of the seeds, i. e. large quantities of proteins and carbohydrates, it was assumed that heat treatment of the product could probably result in the formation of melanoidins as chemical reaction products. However, as the color was nearly unchanged, it can be assumed that the quantity of produced melanoidins was insignificant, i. e. they could not have an essential impact on the seeds taste. To obtain reliable evidence for the conditions of the Maillard reaction, we tested the amino acid composition of fenugreek seeds (*Table 1*) and the fractional composition of carbohydrates before and after frying.

18 amino acids were identified in the seeds, with the largest shares of glutamic acid, aspartic acid, arginine, leucine and lysine. The above given data show that the frying of fenugreek seeds resulted in a slight decrease of amino acid concentration (the loss of arginine made 12.1 %; lysine – 11.9 %), which allows us to suggest the reaction of melanoidins formation. The slightly increased quantity of ammonia (from 0.23 to 0.24 g/100 g of product) also confirms the occurrence of such reaction.

Table 1

**The amino acid composition of fenugreek seeds  
before and after heat treatment**

Amino acid	Concentration, g/100 g of product	
	before	after
	heat treatment	
Aspartic acid	3.19	2.84
Threonine	0.93	0.84
Serin	1.26	1.18
Glutamic acid	4.65	4.02
Proline	1.18	1.03
Glycine	1.28	1.20
Alanine	1.13	1.03
Cystine	0.19	0.14
Valine	0.95	0.83
Methionine	0.19	0.12
Isoleucine	1.30	1.13
Leucine	1.87	1.75
Tyrosine	0.93	0.74
Phenylalanine	1.19	1.01
Histidine	0.74	0.65
Lysine	1.93	1.70
Arginine	2.90	2.55
Tryptophan	0.39	0.27

We believe that the enhanced bitter taste of the seeds after heat treatment can be attributed to the changing amino acid composition of fenugreek seeds. It is known that arginine has the explicitly bitter taste, whereas amino acids methionine, histidine and lysine contribute in the formation of bitter aftertaste in food products [18]. The reduced quantity of amino acids after heat treatment may indicate that the products of their decay were peptides having bitter taste. There are many bitter peptides containing N-terminal cyclized glutamic acid. Also, it is known that aspartic acid and proline have sweet aftertaste and, in combination with glutamine acid, cause a pleasant taste of food products [19]. It should be noted that the overall quantity of these amino acids essentially reduced in time of frying, in contrast to the amino acids with a bitter aftertaste.

Results of testing mono- and disaccharides for the mass share are given in *Table 2*.

Table 2

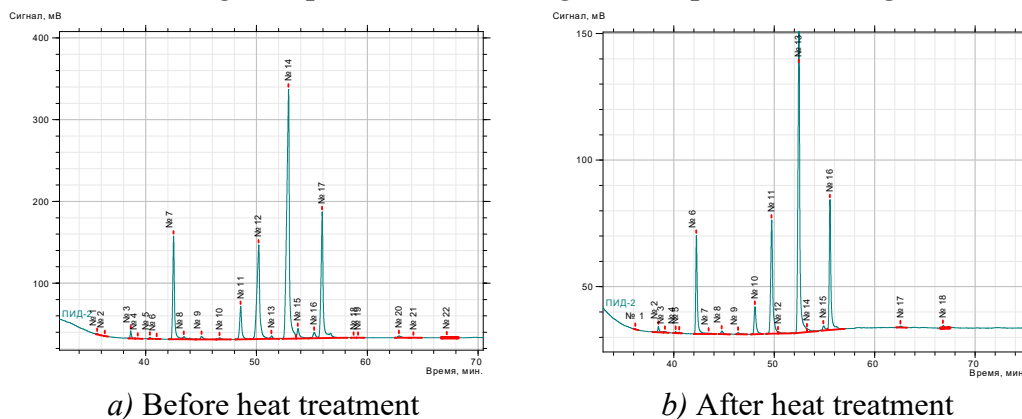
**The carbohydrate composition of fenugreek seeds  
before and after heat treatment**

Carbohydrate	Concentration, g/100 g of product	
	before	after
	heat treatment	
Sucrose	0.021	0.016
Glucose	0.049	0.045
Galactose	0.038	0.035

It was found that fenugreek seeds contained sucrose, glucose, and galactose involved in the Maillard reaction, with an insignificant reduction in

their quantity after heat treatment. However, as these sugars have weak activity, it can be assumed that the Maillard reaction cannot cause essential change in the taste and flavor properties of the raw material. An insignificant change in the fenugreek seeds color can be attributed to the content of galactose in it, which is a hexose with highest ability to form brown pigments.

It is worth to be assumed that change in the product flavor and taste is caused, by far and large, by the fatty acid composition of the seeds and its change in time of heating. The produced chromatograms are presented in *Figure 1*.



*Figure 1.* The fatty acid composition of fenugreek seeds before and after heat treatment

The above given data demonstrate changes of the peaks No 6, 11, 13, 16 upwards, and changes of peaks No 12, 14, 17 downwards. The fatty acid composition of fenugreek seeds is shown in *Table 3*.

*Table 3*

**The fatty acid composition of fenugreek seeds before and after heat treatment**

Fatty acid	Concentration, g/100g of product	
	before	after
Lauric	0.070	0.065
Lauroleic	0.017	–
Myristine	0.491	0.752
Myristolein	0.068	0.154
Pentadecane	0.113	0.117
Nerve	0.035	0.067
Palmitic	9.823	11.368
Palmitoleic	0.602	0.207
Margarine	0.487	0.498
Heptadecene	0.262	0.384
Stearin	4.215	4.078
Elaidin	17.651	17.790
Oleic	0.354	0.467
Linolelaidine	43.343	41.517
Linoleic	1.579	0.830
Arachinic	1.255	0.851
γ-linolenic	18.643	19.951
α-linolenic	0.073	–
Geneukosan	0.064	–
Behenic	0.469	0.410
Digomo-γ-linolenic	0.092	–
Arachidonic	0.293	0.494

The results of testing show that fenugreek seeds contain 22 fatty acids, which are mostly saturated fatty acids. It should be noted, however, that their quantity is insignificantly higher than the one of mono- and polyunsaturated fatty acids. Monounsaturated fatty acids include lauroleic, myristolein, nerve (omega-9), palmitoleic, heptadecene, elaidin (omega-9), oleic (omega-9) acids. The largest share of them is with elaidin acid (17.7 % of the total mass of all the fatty acids). Polyunsaturated fatty acids include linolelaidine, linoleic,  $\gamma$ -linolenic,  $\alpha$ -linolenic, digomo- $\gamma$ -linolenic and arachidonic acids, with the prevalence of linolelaidine (43.3 %) and  $\gamma$ -linolenic (18.6 %) acids. Of the saturated acids, the following ones were found: lauric, myristine, pentadecane, palmitic, margarine, stearin, arachinic, geneukosan, behenic, with larger shares of palmitic (9.8 %) and stearin (4.2 %) acids. In overall, the content of polyunsaturated fatty acids is nearly twice higher in fenugreek seeds than the content of monounsaturated and saturated ones.

Heat treatment results in the increased content of the following acids: myristine, myristolein, pentadecane, nerve, palmitic, margarine, heptadecene, elaidin, oleic,  $\gamma$ -linolenic and arachidonic acid. A relatively higher quantitative increase was found only for palmitic (from 9.8 to 11.4 %) and  $\gamma$ -linolenic (from 18.6 to 20.0 %) acid. Yet, some of the fatty acids could not be identified after heating, namely: lauroleic,  $\alpha$ -linolenic, geneukosan and digomo- $\gamma$ -linolenic acid. Most part of them is monounsaturated, thus confirming that heat treatment of the seeds prior to making products thereof is not advisable.

It is known that heat treatment leads to the formation of free fatty acids and secondary products of oxidation, which may cause the increasing content of some fatty acids. It should be assumed that the increased content of palmitic acid may result from the interaction of synthetase (palmityl synthetase) contained in higher fatty acids with glucose; the quantity of  $\gamma$ -linolenic acid changed due to the interaction of linoleic and  $\alpha$ -linolenic acids [19]. As regards the changed taste and aromatic properties of fenugreek seeds (the occurrence of the mushroom flavor and the enhanced better taste), this may be caused by the enzyme oxidation processes provoked by temperature. It is known that most part of the fatty acids have no specific taste or smell, but their oxidation can result in the formation of aromatic substances that have effects for organoleptic properties of a finished product or raw material. According to data from literary sources, the mushroom smell is caused by the organic compound 1-octen-3-ol formed in the process of oxidation decay of linoleic acid under the impact of hydroperoxide lipases [20].

**Conclusion.** Fenugreek seeds contain the substances giving it bitter taste. Technical means often used to reduce the bitterness in beans did not demonstrate the expected results, as the bitterness became even more persistent. It was found, however, that the temperature effect made seeds change their smell that became mushroom-specific.

It is revealed that the reaction of melanoid formation could not have essential effects for the taste and flavor of the seeds.

The assumption that the changed the amino acid composition after heat treatment of the seeds has effects for their organoleptic properties could be confirmed. 22 fatty acids were identified, with the prevalence of elaidin,

linolelaidine,  $\gamma$ -linolenic, palmitic and stearin acids. The quantity of polyunsaturated fatty acids exceeds the content of monounsaturated and saturated one by 1.7 times. Heat treatment changed the fatty acid composition by increasing the quantities of palmitic and  $\gamma$ -linolenic acids. The reduced quantity of linoleic acid resulted from its oxidation processes due to the effect of hydroperoxide lipases and the formation of the compound 1-octen-3-ol that might cause the mushroom-specific smell of the product.

Further research is expected to focus on finding ways to produce milk analogues from fenugreek seeds without its heat treatment (frying) and other methods for suppressing specific smell and taste.

## REFERENCES

1. Fedorova, R. A., & Ponomarenko, V. M. (2014). Izucheniye vliyaniya belok-soderzhashchey dobavki na kachestvo pshenichnogo khleba iz muki s ponizhennymi khlebopekarnymi svoystvami [Testing the impact of a protein containing additive on the quality of wheat bread made of the flour with the reduced baking properties]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – News of St. Petersburg State Agrarian University*, 37, 40-43. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-beloksoderzhaschey-dobavki-na-kachestvo-pshenichnogo-hleba-iz-muki-s-ponizhennymi-hlebopekarnymi-svoystvami/viewer> [in Russian].
2. Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C. J., & Wittmann, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 9263-9275 [in English].
3. Grimble, R. (2005). Fatty acid profile of modern lipid emulsions: scientific considerations for creating the ideal composition. *Clin. Nutr. Suppl.*, 1, 9-15 [in English].
4. Al-Jasass, F. M., & Al-Jasser, M. S. (2012). Chemical Composition and Fatty Acid Content of Some Spices and Herbs under Saudi Arabia Conditions. *Scientific World Journal*, 859-892. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3540753> [in English].
5. Moneim, A. E. S., Ali, O. A., Hemavathy, J. (2008). Lipid content and fatty acid composition of fenugreek (*Trigonell foenum-graecum L.*) seeds grown in Sudan. *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (2), 380-382 [in English].
6. Beyzi, E., Şafak, E. K., Gürbüz, P., Koşar, M., & Gürbüz, B. (2020). Fatty Acid Composition, Diosgenin and Trigonelline Contents of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): Effects of Phosphorus Fertilizer. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11263504.2020.1769216?journalCode=tplb20> [in English].
7. Bienkowski, T., Zuk-Golaszewska, K., Kaliniewicz, J., & Golaszewski, J. (2017). The content of biogenic elements and fatty acid composition of fenugreek seeds cultivated under different condition. *Chilean journal of agricultural research*, 77 (2), 134-141 [in English].
8. Rahman, M. M., Ullah, O., Huq, E., & Khan, W. (2019). Analysis of Fatty Acid Composition and Physicochemical Characteristic of *Trigonella foenum-graecum* Linn Ripe Seed by Gas Liquid Chromatography. *Malaysian Journal of Chemistry*, 221 (1), 24-28 [in English].



9. Feyzi, S., Varidi, M., Zare, F. et al. (2015). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seed protein isolate: extraction optimization, amino acid composition, thermo and functional properties. *J Sci Food Agric*, 95 (15), 3165-76 [in English].
10. James, R. (1976). *Instruction manual single-column amino acid analys.* California, USA: Durrum. Chemical Corporation Printed [in English].
11. Kozarenko, T., Zuyev, S., & Mulyar, N. (1981). *Ionoobmennaya khromatografiya aminokislot (Teoreticheskiye osnovy i praktika) [Ion-exchange chromatography of amino acids (theoretical foundations and practice)]*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
12. Ludwiczuk, A., Skalicka-Woźniak, K., & Georgiev, M. I. (2017). Terpenoids. *Pharmacognosy*, 233-266 [in English].
13. Tangyu, M., Muller, J., & Bolten, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 9263-9275. doi: 10.1007/s00253-019-10175-9 [in English].
14. Jiang, S., Cai, W., & Xu, B. (2013). Food quality improvement of soy milk made from short-time germinated soybeans. *Foods*, 2, 198-212. doi: 10.3390/foods2020198 [in English].
15. Udeozor, L. O. (2012). Tigernut-soy milk drink: preparation, proximate composition and sensory qualities. *International Journal of Food and Nutrition Science*. (Vol. 1). (Issue 4), (pp. 18-26) [in English].
16. Skulska, I. V., & Tsisaryk, O. Y. (2014). Vmist vilnykh aminokyslot brynzy v zalezhnosti vid skladu mikrobalnoi kompozytsii [The content of free amino acids of brynza cheese depending on the microbial composition]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhtskoho – Scientific bulletin of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnolog Lviv*. (Vol. 16). (Issue 3 (60), (pp. 152-160) [in Ukrainian].
17. Jeewanthi, R. K. C., Paik, H.-D. (2017). Modifications of nutritional, structural, and sensory characteristics of non-dairy soy cheese analogs to improve their quality attributes. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 4384-4394 [in English].
18. *Bilkovi rehovyny [Protein substances]*. Retrieved from [https://chemeducation.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/14/2020/02/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F\\_1.pdf](https://chemeducation.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/14/2020/02/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_1.pdf) [in Ukrainian].
19. Kozulko, G. (2009). *Iz chego состоit gribnoy zapakh? [What is the composition of mushroom smell?]*. Retrieved from <https://bp21.livejournal.com/65841.html> [in Russian].
20. *Soyevyye kompozitsii s uluchshennymi organolepticheskimi svoystvami I sposoby ikh polucheniya [Soya compositions with improved organoleptic properties and methods of their obtaining]*. (2008). Retrieved from <https://patentimages.storage.googleapis.com/a5/1f/52/50b142fb44866e/RU2375917C2.pdf> [in Russian].

*The article submitted to editor's office on 31.05.2020.*

**Мотузка Ю., Кошельник А. Формування якості аналога молока з насіння пажитника грецького.**

**Постановка проблеми.** На вибір споживачів впливає багато чинників, одними з вирішальних є смак та аромат харчових продуктів. Ці показники, своєю чергою, переважно залежать від виду і якості сировини та способів її обробки.

Особливо це актуально для виробництва аналогів молока рослинного походження з певного виду рослинної сировини, органолептичні властивості якої можуть обмежити вживання готового продукту. Нині доцільним для виробництва аналогів молока рослинного походження є використання насіння пажитника грецького. Саме тому актуальним є дослідження впливу термічної обробки на зміни хімічного складу насіння пажитника грецького та формування його смаку і запаху.

*Мета роботи* – дослідити вплив термічної обробки на хімічний склад насіння пажитника грецького.

**Матеріали та методи.** Предмет дослідження – насіння пажитника грецького вітчизняного походження врожаю 2019 р. Сортова чистота становить 99 %.

Масову частку моно- та дисахаридів насіння пажитника грецького визначено методом високоефективної рідинної хроматографії, амінокислотного складу – рідинно-колонковою йонообмінною хроматографією із використанням автоматичного аналізатора амінокислот AAA 400 виробництва фірми "Ingos – Laboratory Instruments" (Чехія), жирнокислотний склад – методом газової хроматографії на хроматографі HRGC 5300 (Італія).

Розрахунки проводили на суху речовину продукту, тобто з урахуванням випаровування вологи.

**Результати дослідження.** Визначено, що вплив температури обумовлює певні зміни запаху насіння, зокрема продукт набуває вираженого грибного відтінку.

Встановлено, що протікання реакції меланоїдиноутворення не могло суттєво вплинути на смак і аромат насіння.

У насінні ідентифіковано 22 жирні кислоти, з яких переважають елаїдинова, лінолеаїдинова, гамма-ліноленова, пальмітинова та стеаринова. Зміни в жирнокислотному складі після теплової обробки демонструють збільшення пальмітинової та гамма-ліноленової кислот. Відбулося зменшення лінолевої кислоти, що пов'язано з процесами її окиснення під дією гідропероксидних ліпаз та утворення сполуки 1-октен-3-ол.

**Висновки.** Дослідженнями амінокислотного складу насіння пажитника грецького та складу моно- та дисахаридів визначено, що протікання реакції Майяра суттєво не впливає на зміни смакових і ароматичних властивостей сировини.

Припущення, що зміни у жирнокислотному складі після термічної обробки насіння впливають на його органолептичні показники, підтверджено. Ідентифіковано 22 жирні кислоти. Кількість поліненасичених жирних кислот переважає вміст мононенасичених і насичених у 1.7 раза. Зменшення лінолевої кислоти пов'язане з процесами її окиснення під дією гідропероксидних ліпаз та утворення сполуки 1-октен-3-ол.

*Ключові слова:* аналоги молока рослинного походження, жирнокислотний склад, напій, якість, амінокислотний склад, смак, запах, споживач, реакція Майяра.

УДК 663.94 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)10](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)10)

**Катерина РУБАНКА** к. т. н, ст. викладач кафедри технології консервування  
E-mail: [rubanka\\_ekaterina@ukr.net](mailto:rubanka_ekaterina@ukr.net) Національного університету харчових технологій  
ORCID: 0000-0002-9884-4214 вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, Україна

**Віта ТЕРЛЕЦЬКА** к. т. н., доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів  
E-mail: [terletskaya@ukr.net](mailto:terletskaya@ukr.net) Національного університету харчових технологій  
ORCID: 0000-0003-2319-3768 вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, Україна

## КАВОВИЙ НАПІЙ ЗІ ЗНИЖЕНИМ ПОКАЗНИКОМ ГЛІКЕМІЧНОСТІ

*Досліджено доцільність застосування поліспиртів типу мальтитолу та ізомальтитолу в технології швидкорозчинних кавових напоїв. Заміна цукру на поліспирти дає змогу створити напій, який за якістю відповідає нормативній документації при поліпшенні структурно-механічних властивостей. Доведено, що розроблені напої мають знижену енергетичну цінність, а показник глікемічності – менший у 2.5 раза, ніж у кавового напою з цукром.*

*Ключові слова:* кавовий напій, ізомальтитол, мальтитол, показник глікемічності.

*Рубанка Е., Терлецкая В. Кофейный напиток со сниженным показателем гликемичности. Исследована целесообразность применения полиспиртов типа мальтитола и изомальтитола в технологии быстрорастворимых кофейных напитков. Замена сахара полиспиртами дает возможность создать напиток, который по качеству соответствует нормативной документации при улучшении структурно-механических свойств. Доказано, что разработанные напитки имеют сниженную энергетическую ценность, а показатель гликемичности меньше в 2.5 раза, чем у кофейного напитка с сахаром.*

*Ключові слова:* кофейный напиток, изомальтитол, мальтитол, показатель гликемичности.

**Постановка проблеми.** Проблема поширення надлишкової ваги та ожиріння за останні 40 років збільшилася настільки, що приблизно третина населення у світі наразі належить до цієї категорії. Ожиріння негативно впливає майже на всі фізіологічні функції організму та є суттєвою загрозою для здоров'я населення [1, с. 6].

Відомо, що важливий фактор впливу на масу тіла людини – вуглеводоємні продукти з високим показником глікемічності, тобто властивістю підвищувати рівень глюкози в крові [3, с. 846]. Їжа, яка швидко перетравлюється, засвоюється або метаболізується в глюкозу, має високий глікемічний індекс [2, с. 2]. Саме тому під час контролю маси тіла людині необхідно дотримуватися не лише низькокалорійної дієти, але й низькоглікемічної.

Кава – один із найважливіших товарів як для виробників, тобто країн з тропічним і субтропічним кліматом, де вона є основним сільсько-господарським експортним продуктом, так і для підприємств із переробки зерен, які здебільшого розташовані в Європі й Північній Америці, де каву обсмажують, змішують та упаковують [4, с. 330]. Не винятком є і наша країна, оскільки переробкою кавових зерен займається понад 60 вітчизняних підприємств [5].

Найбільший відсоток виробництва кавової продукції припадає на швидкорозчинні кавові напої через їхню низьку ціну та зручність у використанні [6, с. 635]. Варто зазначити, що такі напої містять у своєму складі велику кількість цукру, що спричиняє ожиріння, яке є всесвітньою проблемою. Збільшення кількості неаліментарних хвороб, а також ожиріння, змушує впроваджувати у виробництво напоїв зі зниженими енергетичною цінністю та показником глікемічності. Саме тому розробка напоїв повсякденного споживання, як-от кавових, для профілактики ожиріння є пріоритетним напрямом у всьому світі.

З метою надання солодкості готовим продуктам та зниження їхньої калорійності у виробництві напоїв, кондитерських, хлібобулочних виробів, фармацевтичних товарів використовують не лише традиційні цукрозамінники типу фруктози, кукурудзяних та глюкозних сиропів, але й поліоли: сорбіт, маніт, ксиліт (усі моносахаридні спирти), ізомальтитол, лактит і мальтитол (дисахаридні спирти).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Інтерес до створення саме кавових напоїв зі зниженим вмістом вуглеводів проявляли вчені різних країн. Так, з метою зниження солодкості напоїв із кави використовують розчинні харчові волокна [7, с. 36], глюкозу [8, с. 16], сушене листя стевії [9, с. 11], цукор другої кристалізації цукрового буряку [7, с. 35], порошок топінамбура [10, с. 13] тощо, але виробничого масштабу ці розробки не набули. На нашу думку, це обумовлено зниженням смакових властивостей та структурно-механічних показників готового напою. А використання саме поліспиртів у технології кавових напоїв дасть змогу створити напій, що за якістю не поступатиметься класичному.

Проти цукру мальтитол та ізомальтитол мають нижчу солодкість, але вони по-іншому метаболізуються організмом людини:

- щадні до зубів;
- низькокалорійні;
- підходять для діабетиків [11, с. 135].

Заміна цукру на поліспирти в технології кавових напоїв приведе до зміни текстури готового продукту, його харчової та енергетичної цінності.

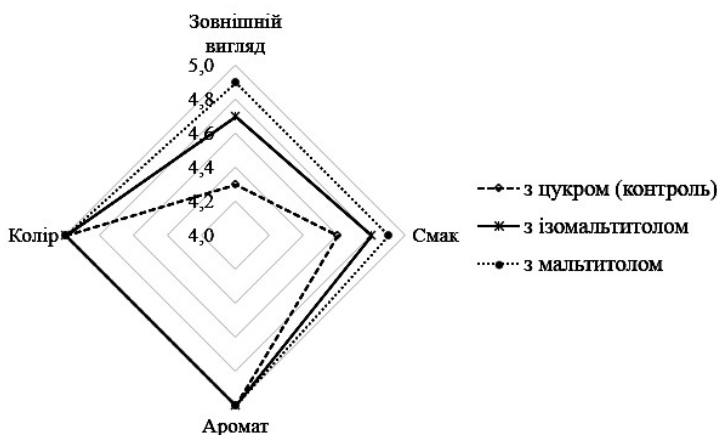
*Мета роботи* – дослідження впливу мальтитолу та ізомальтитолу на фізико-хімічні показники якості, структурно-механічні властивості готового напою, на його показник глікемічності та енергетичну цінність.

**Матеріали та методи.** Об'єкт дослідження – кавові напої з цукром (контроль), мальтитолом та ізомальтитолом. Напої підготовлено за класичною рецептурою, яка містить каву швидкорозчинну порошкоподібну (23 %), молоко сухе рослинного походження (32 %), цукор або цукрозаамінник (45 %). Співвідношення сухої кавової суміші та води становило 1:10.

Органолептичну оцінку якості готових напоїв проведено за 5-бальною шкалою дегустаційною комісією у складі 10 експертів різної вікової категорії. Кінцевий результат розраховано як середнє значення. Фізико-хімічні показники напоїв – масову частку вологи, золи, розчинність сумішей та рН – за ДСТУ 4849:2007 [12], кінематичну в'язкість – капілярним віскозиметром Оствальда. Капілярний метод базується на вимірюванні часу витікання рідини через капілярну трубку. Поверхневий натяг визначено сталогмометричним методом [13, с. 11].

Енергетичну цінність сухої суміші та її показник глікемічності встановлено розрахунком [14, с. 797].

**Результати дослідження.** Загальновідомим є той факт, що органолептичні показники впливають на першочерговий вибір товару споживачем. Результати органолептичної оцінки напоїв наведено на *рис. 1*.



*Рис. 1.* Профілограми органолептичної оцінки якості кавових напоїв

Усі досліджувані зразки мали позитивні оцінки кольору, аромату, смаку і зовнішнього вигляду. Проте зразки з ізомальтитолом і мальтитолом отримали вищі оцінки за смак та зовнішній вигляд проти контролю. Кавовий напій із додаванням мальтитолу мав насичений смак кави з молоком, але меншу солодкість і був густішим за контрольний зразок. Бажану структуру системи, яку утворює рецептурна суміш, отримують внаслідок тих змін, яким п

ідають вуглеводи та поліспирти в процесі гідротермічної обробки. Цей напій при заварюванні мав більшу кількість піни, хоча стійкість її була низькою і зникала протягом 40–60 с, однак вона була вища на 10–20 с, ніж у контрольного зразка.

Схожі результати отримані під час аналізу напою з додаванням ізомальтитолу – він менш солодкий, як порівняти з напоєм, виготов-

леним із додаванням мальтитолау, але дещо густіший.

Результати досліджень фізико-хімічних показників наведено в табл. 1.

Таблиця 1

#### Фізико-хімічні показники кавових напоїв

Кавовий напій	Масова частка, %		Повна розчинність у воді, с, не більш як		рН
	вологи	золи	гарячий (96–98 °С)	холодний (18–20 °С)	
За ДСТУ 4849:2007	не більш як 7.0	не менш як 7.0	30	180	не менш як 4.7
З цукром (контроль)	4.0	7.7	18	80	4.7
З мальтитолом	4.6	7.5	22	150	5.0
З ізомальтитолом	4.7	7.3	19	137	4.9

Визначено, що розчинні кавові напої за всіма досліджуваними показниками відповідають стандарту [8, с. 17]. Так, значення рН є в межах 4.9–5.0, масова частка вологи не перевищує 7.0 %, а золи – не менше ніж 7 %, тобто вони відповідають ДСТУ 4849:2007. Розчинність розроблених напоїв у гарячій воді наближається до контрольного зразка, проте у холодній воді – майже у 2 рази довше, що пояснюється здатністю ізомальтитола та мальтитола розчинятися у воді, що, можливо, обумовлено їхніми гідростатичними властивостями.

Отже, запропоновані до розроблення кавові напої за фізико-хімічними показниками не поступаються контрольному зразку й можуть споживатися людьми, хворими на цукровий діабет.

Структурно-механічні показники готових напоїв – це найважливіший фактор, який регулює смакові властивості. Кінематична в'язкість характеризує текучість напоїв, а поверхневий натяг свідчить про наявність у системі капілярно активних речовин, які здатні адсорбуватися на поверхні рідини, різко зменшуючи її натяг. Саме тому досліджено кінематичну в'язкість і поверхневий натяг готових до споживання напоїв за температури, яка відповідає температурі споживання готового напою (80 °С).

До складу напоїв входить сухе молоко рослинного походження, що містить до 27 % жиру, до 27 білку та до 42 % вуглеводів, які представлені переважно лактозою. Всі ці сполуки впливають не лише на органолептичні та фізико-хімічні показники якості готового напою, але й на його структурно-механічні властивості. Білки, жири та вуглеводи підвищують в'язкість готового напою, але поверхневий натяг знижують у разі додавання до системи білка [15, с. 36]. Ось чому, з метою виключення впливу сухого молока на напої з додаванням цукрозамінників, його кількість не змінювали в усіх досліджуваних зразках.

Результати досліджень структурно-механічних властивостей готових напоїв зображено на рис. 2 і 3.



Рис. 2. Поверхневий натяг кавових напоїв із додаванням поліспиртів за  $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$

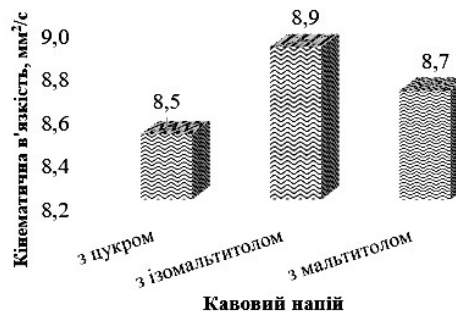


Рис. 3. Кінематична в'язкість кавових напоїв із додаванням поліспиртів за  $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$

Визначено, що заміна в рецептурі цукру на поліспирти призводить до зменшення поверхневого натягу готового напою. Це пояснюється тим, що поліоли (цукрозамінники) належать до поверхнево активних речовин (до їхнього складу входять дифільні молекули). Згідно з теорією Ленгмюра кожна дифільна молекула складається з двох частин – полярної та неполярної. Полярна складова має досить потужне молекулярно-силове поле, тоді як в основного вуглеводного радикала (неполярна складова) це поле доволі слабке [11, с. 135].

Поліоли за своєю хімічною природою належать до класу спиртів. Полярною складовою в них є  $-\text{CH}_2\text{OH}$  групи. Так, серед досліджуваних напоїв на основі цукрозамінників найменший поверхневий натяг має кавовий напій на основі мальтитолу, який знижується на 12 % проти напою на основі цукру, для ізомальтитолу – на 8 %. З нашого погляду, це можна пояснити правилом Дюкло – Траубе: поверхнева активність речовин зростає при збільшенні вуглеводного радикала на кожен  $-\text{CH}_2\text{OH}$  групу [10, с. 15]. Тобто в межах гомологічного ряду органічної речовини при збільшенні кількості полярних груп поверхнева активність речовин зростає в середньому у 3.2 раза [12, с. 5].

З аналізу кінематичної в'язкості кавових напоїв визначено, що заміна цукру на поліспирти сприяє її підвищенню на 6 і 4.5 % для напоїв із додаванням ізомальтитолу та мальтитолу відповідно. Такі результати пояснюються різною молекулярною масою використаних вуглеводів, яка для цукру становить 342 г/моль, для ізомальтитолу та мальтитолу – 344 г/моль, крім того, поліспирти мають різну кількість полярних груп [12, с. 6].

Загалом більш високі значення поверхневого натягу для напоїв, виготовлених із додаванням цукрозамінників, свідчать про можливість утворення більшої кількості піни під час їх заварювання, яка до того ж буде більш стійкою, що, безперечно, формує якість готового продукту.

Отримані результати структурно-механічних властивостей кавових напоїв із додаванням цукрозамінників підтверджують та пояснюють результати аналізу їхньої органолептичної оцінки: покращення зовнішнього вигляду, а саме підвищення в'язкості й утворення більшої кількості піни під час заварювання.

За органолептичними показниками розроблені кавові мікси мають приємний смак і аромат, характерний для цього продукту, без сторонніх запахів, світло-коричневого кольору.

Оскільки мета роботи – розробка напою, призначеного для профілактики ожиріння, то розрахунком визначено енергетичну цінність і показник глікемічності запропонованих до розроблення напоїв (табл. 2).

Таблиця 2

#### Енергетична цінність і показник глікемічності кавових напоїв

Зразок		Енергетична цінність, ккал		Показник глікемічності, од.	
		100 г сухого порошку	100 см <sup>3</sup> напою	100 г сухого порошку	100 см <sup>3</sup> напою
Кавовий напій з	цукром (контроль)	580.9	116.2	144.2	28.8
	ізомальтитолом	269.9	54.0	56.7	11.3
	мальтитолом	267.3	53.5	69.3	13.9

Розрахунком визначено, що заміна цукру на ізомальтитол та мальтитол у рецептурі кавових напоїв дає змогу зменшити енергетичну цінність напою у 2 рази завдяки низькій енергетичній цінності цукрозамінників. Це зумовлено тим, що енергетична цінність поліолів різниться незначно й становить 2.4 і 2.0 ккал/г відповідно. У разі споживання 100 см<sup>3</sup> готового кавового напою забезпечення людини в енергії – 54 ккал.

Схожі результати отримані в процесі розрахунку показника глікемічності, який знижується у 2.0 та 2.5 рази для напоїв із додаванням мальтитолу й ізомальтитолу відповідно. Під час порівняння кавових напоїв із цукрозамінниками між собою спостерігається відмінність у досліджуваних показниках. Так, показник глікемічності напою, в рецептурі якого міститься мальтитол, на 22 % більше, ніж кавового напою з ізомальтитолом, тоді як енергетична цінність менше лише на 1 %. Такі результати пояснюються різницею в значенні показника глікемічності ізомальтитолу й мальтитолу, який становить 2 та 30 % відповідно [16, с. 75].

**Висновки.** Використання поліолів типу ізомальтитолу і мальтитолу в технології кавових напоїв є перспективним, оскільки вони не погіршують якості сухої суміші та готових напоїв, а їхні органолептичні й структурно-механічні показники покращуються завдяки зменшенню поверхневого натягу та підвищенню кінематичної в'язкості.

Зниження енергетичної цінності й показника глікемічності кавових напоїв вдвічі дає змогу стверджувати, що запропоновані до розроблення кавові напої з додаванням ізомальтитолу та мальтитолу дієтичні й можуть бути рекомендовані для людей, які стежать за своєю вагою.

Удосконалену технологію виробництва кавових напоїв зі зниженим показником глікемічності апробовано на ПрАТ "Укроптбакалія" (м. Чернігів).



### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chooi Yu Chung, Ding Cherlyn, Magkos Faidon. The epidemiology of obesity. *Metabolism*. 2019. Vol. 92. P. 6-10.
2. Ludwig D. S., Majzoub J. A., Al-Zahrani A., Dallal G. E., Blanco I., Roberts S. B. High Glycemic Index Foods, Overeating, and Obesity. *Pediatrics*. 1991. Vol. 103 (3). P.1-6.
3. Wolever T. M. S., Jenkins D. J. A., Jenkins A. L., Josse R. G. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr*. 1991. Vol. 54. P. 846-854.
4. Oliveira M., Ramos S., Delerue-Matos C., Morais S. Espresso beverages of pure origin coffee: Mineral characterization, contribution for mineral in take and geographical discrimination. *FoodChemistry*. 2015. Vol. 177. P. 330-338.
5. Обсяги продажу кави в Україні у 2016/2017 рр. *Інтерфакс-Україна*. URL: <https://ua.interfax.com.ua>.
6. Schmit S. L., Rennert H. S., Rennert G., Gruber S. B. Coffee consumption and the risk of colorectal cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2016. Vol. 25. P. 634-639.
7. Мойсеяк М. Б., Кириллов Д. Д., Суляева И. А. Разработка композиции кофейного напитка без глюкозы с заданными функциональными свойствами. *Sахар*. 2016. № 11. С. 32-36.
8. Нахмедов Ф. Г. Развитие ассортимента кофепродуктов. *Чай и кофе*. 1998. № 1. С. 15-19.
9. Логвинчук Т. М., Добровольский В. Ф. Выбор фитосырья для обеспечения высоких органолептических показателей композиций кофейных и чайных напитков на основе комплексного применения цикория и стевии. *Пищевая промышленность*. 2018. № 7. С. 11-13.
10. Байдалинова Л. С., Мельникова В. А. Использование топинамбура для производства порошкообразного заменителя кофе. *Вестник МАХ*. 2016. № 1. С. 13-18.
11. Willibald-Ettle I., Schiweck H. Properties and applications of isomalt and other bulk sweeteners. *Advances in Sweeteners*. P. 134-149.
12. ДСТУ 4849:2007. Напої кавові розчинні. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 17 с.
13. Манк В. В., Воловик Л. С., Ковалевська Є. І. та ін. Колоїдна хімія: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму 0917 "Харчова технологія та інженерія" денної та заочної форм навчання. Київ: УДУХТ, 2001. 44 с.
14. Augustin L. S. A., Kendal C. W. C., Jenkins D. J. A. et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015. Vol. 25. Issue 9. P. 795-815.
15. Габриелян Д. С., Грунская В. А. Влияние вида молочной основы на органолептические и структурно-механические свойства обогащенных кисломолочных напитков с использованием молочной сыворотки. *Молочнохозяйственный вестник*. 2012. № 4 (8). С. 34-37.
16. Дорохович А. М., Дорохови В. В., Мурзін А. В., Бадрук В. В., Абрамова А. Г., Естремська Я. С. Фізико-хімічні, технологічні, фізіологічні властивості поліолів та цукрів. *Харчова наука і технологія*. 2013. № 1 (22). С. 73-76.

Стаття надійшла до редакції 24.02.2020.

**Rubanka K., Terletska V. Coffee drink with low glycemic index.**

**Background.** In order to solve the problem of obesity in the country, it is advisable to introduce into production food products not only with a reduced index of energy value, but also glycemic index.

The *aim of the study* was to study the effect of maltitol and isomaltitol on the quality of the finished beverage and its glycemic index and energy value.

**Materials and methods.** The object of the study is coffee drinks with sugar (control), maltitol and isomaltitol. The determination of organoleptic, physicochemical quality indicators, structural and mechanical properties of the finished drink was carried out by generally accepted methods, glycemic index and energy value - by calculation.

**Results.** The developed beverages have been determined to have better structural and mechanical properties, as the values of surface tension are lower and the kinematic viscosity is higher compared to beverages made with sugar. The article presents a comparative assessment of the index of energy value and glycemic index of developed drinks and made according to the classical recipe. It was found that beverages with the addition of maltitol and isomaltitol have 2 times lower energy value and 2.0–2.5 times – less glycemic index, respectively, than a drink with the addition of sugar.

**Conclusion.** The use of isomaltitol and maltitol polyols in coffee beverage technology is promising because they do not impair the quality of the dry mix and finished beverages, and their organoleptic and structural-mechanical properties are improved by reducing surface tension and increasing kinematic viscosity. Reducing the energy value and glycemic index of coffee drinks makes it possible to confirm that the proposed coffee drinks are dietary and can be recommended for people who are monitoring their weight.

*Keywords:* coffee drink, isomaltitol, maltitol, glycemic index.

**REFERENCES**

1. Chooi, Yu Chung, Ding, Cheryl, & Magkos, Faidon. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism*. (Vol. 92), (pp. 6-10) [in English].
2. Ludwig, D. S., Majzoub, J. A., Al-Zahrani, A., Dallal, G. E., Blanco, I., & Roberts, S. B. (1991). High Glycemic Index Foods, Overeating, and Obesity. *Pediatrics*. (Vol. 103 (3), (pp.1-6) [in English].
3. Wolever, T. M. S., Jenkins, D. J. A., Jenkins, A. L., & Josse R. G. (1991). The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr*. (Vol. 54), (pp. 846-854) [in English].
4. Oliveira, M., Ramos, S., Delerue-Matos, C., & Morais, S. (2015). Espresso beverages of pure origin coffee: Mineral characterization, contribution for mineral in take and geographical discrimination. *Food Chemistry*. (Vol. 177), (pp. 330-338) [in English].
5. Obsjagy prodazhu kavy v Ukrai'ni u 2016/2017 rr. [Sales of coffee in Ukraine in 2016/2017]. *Interfaks-Ukrai'na – Interfax-Ukraine*. Retrieved from <https://ua.interfax.com.ua> [in Ukrainian].
6. Schmit, S. L., Rennert, H. S., Rennert, G., & Gruber, S. B. (2016). Coffee consumption and the risk of colorectal cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. (Vol. 25), (pp. 634-639) [in English].
7. Mojsejak, M. B., Kirillov, D. D., & Suljaeva, I. A. (2016). Razrabotka kompozicii kofejnogo napitka bez gljukozy s zadannymi funkcional'nymi svojstvami [Development of a glucose-free coffee beverage composition with desired functional properties]. *Sahar – Sugar*, 11, 32-36 [in Russian].
8. Nahmedov, F. G. (1998). Razvitie assortimenta kofeproduktov [Development of the assortment of coffee products]. *Chaj i kofe – Tea and coffee*, 1, 15-19 [in Russian].

9. Logvinchuk, T. M., & Dobrovol'skij, V. F. (2018) Vybor fitosyr'ja dlja obespechenija vysokih organolepticheskikh pokazatelej kompozicij kofejnyh i čajnyh napitkov na osnove kompleksnogo primenenija cikorija i stevii [The choice of phyto-raw materials to ensure high organoleptic characteristics of the compositions of coffee and tea drinks based on the integrated use of chicory and stevia]. *Pishhevaia promyshlennost' – Food industry*, 7, 11-13[in Russian].
10. Bajdalinova, L. S., & Mel'nikova, V. A. (2016). Ispol'zovanie topinambura dlja proizvodstva poroshkoobraznogo zamenitelja kofe [Using Jerusalem artichoke for the production of powdered coffee substitute]. *Vestnik MAH – Herald MAX*, 1, 13-18 [in Russian].
11. Willibald-Ettle, I., & Schiweck, H. Properties and applications of isomalt and other bulk sweeteners. *Advances in Sweeteners*. (pp. 134-149) [in English].
12. *Napoi' kavovi rozchynni. Zagal'ni tehnicni umovy [Instant coffee drinks. General technical conditions]*. (2007). DSTU 4849:2007. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
13. Mank, V. V., Volovyk, L. S., Kovalevs'ka, Je. I. et al. (2001). *Koloi'dna himija [Colloidal chemistry]*. Kyi'v: UDUHT [in Ukrainian].
14. Augustin, L. S. A., Kendal, C. W. C., Jenkins, D. J. A. et al. (2015). Glycemic index, glycemic load and glycemic response. Proceedings from: the International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. (Vol. 25). (Iss. 9), (pp. 795-815) [in English].
15. Kostrzhyc'kyj, A. I., Kalinkov, O. Ju., Tishhenko, V. M., & Beregova, O. M. (2008). *Fizychna ta koloi'dna himija [Physical and colloid chemistry]*. Kyi'v: Centr uchbovoi' literatury [in Ukrainian].
16. Dorohovych, A. M., Dorohovych, V. V., Murzin, A. V., Badruk, V. V., Abramova, A. G., & Jestrems'ka, Ja. S. (2013). Fyzyko-himichni, tehnologichni, fiziologichni vlastyvoli polioliiv ta cukriv Physico-chemical, technological, physiological properties of polyols and sugars]. *Harchova nauka i tehnologija – Food science and technology*, 1 (22), 73-76 [in Ukrainian].
17. Gabrieljan, D. S., & Grunskaja, V. A. (2012). Vlijanie vida molochnoj osnovy na organolepticheskie i strukturno-mehaničeskie svojstva obogashhennyh kislomolochnyh napitkov s ispol'zovaniem molochnoj syvorotki [The influence of the type of milk base on the organoleptic and structural-mechanical properties of fortified fermented milk drinks using milk whey]. *Molochnohozjajstvennyj vestnik – Dairy Newsletter*, 4 (8), 34-37 [in Russian].

УДК 663.952(477) DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)11](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)11)**Олександра БАБІЙ***E-mail:* o.babij@knute.edu.ua  
ORCID: 0000-0001-8105-9925к. т. н., доцент кафедри товарознавства,  
управління безпечністю та якістю  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна**Тетяна БОЖКО***E-mail:* t.bozhko@knute.edu.ua  
ORCID: 0000-0002-2261-4527к. т. н., доцент кафедри товарознавства,  
управління безпечністю та якістю  
Київського національного  
торговельно-економічного університету  
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

## БЕЗПЕЧНІСТЬ І ЯКІСТЬ ФІТОЧАЇВ УКРАЇНСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

*Досліджено споживні властивості монофіточаїв українського виробництва й встановлено відповідність показників безпечності та якості вимогам вітчизняного законодавства, що особливо важливо в умовах коронавірусної пандемії. Запропоновано напрями подальших досліджень.*

*Ключові слова:* фіточаї, безпечність, якість.

*Бабій А., Божко Т. Безопасность и качество фиточаев украинского производства. Исследованы потребительские свойства монофиточаев украинского производства и установлено соответствие показателей безопасности и качества требованиям отечественного законодательства, что особенно важно в условиях коронавирусной пандемии. Предложены направления дальнейших исследований.*

*Ключевые слова:* фиточаи, безопасность, качество.

**Постановка проблеми.** Фіточаї в Україні є одним із традиційних засобів профілактики та лікування хронічних захворювань. Добавки дієтичні фіточаї (далі – фіточаї) – це суміш подрібненої лікарської рослинної сировини (монотрав або зборів), для виробництва яких використовують: траву, квітки, листя, плоди, корені та кореневища лікарських рослин. Фіточаї містять комплекс біологічно активних речовин (ферментів, флавоноїдів, вітамінів, органічних кислот, ефірних олій, мікроелементів) і характеризуються широким спектром фармакологічної дії. Ці багатоконпонентні системи мають яскраво виражені профілактичні й оздоровчі властивості та можуть доповнити лікарські засоби у профілактиці різноманітних захворювань [1]. Останнім часом спостерігається зростання їх споживання через тенденцію до застосування природних методів терапії, а особливу популярність фіточаї мають у період сезонного зростання кількості захворювань на грип і ГРВІ. Цього року людство стикнулося з новим штамом коронавірусної інфекції – COVID-19. Попри відсутність ліків проти цієї хвороби на момент написання статті споживачі почали використовувати різноманітні харчові

продукти для профілактики захворювань та зміцнення імунітету. Зросла популярність і фіточаїв. З огляду на це питання якості й безпечності фіточаїв на українському ринку набуває особливої актуальності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові дослідження в цій царині присвячені переважно вивченню дії біологічних властивостей лікарських рослин на організм людини. Зокрема, *квітки ромашки лікарської* мають протизапальну, антиоксидантну, в'язучу та регенераторну дію. У народній медицині рослина застосовується для лікування ран і слизових оболонки, виразок, екземи, подагри, опіків, невралгії, радикуліту, ревматичного болю та інших недуг [3]. Ромашка містить вітаміни А, С, ніотинову кислоту, каротин, кверцетин, флавоноїди, органічні кислоти, кумарини, полісахариди, дубильні речовини, ефірну олію. Її застосовують для профілактики застудних захворювань, лікування опіків, ревматичного болю. Ромашка заспокоює і допомагає боротися з хронічним стресом; має не тільки місцеву, а й резорбтивну дію, зокрема м'який седативний ефект при безсонні [4]. *Квітки нагідок* (календули) мають протизапальні властивості й використовуються для лікування дерматологічних захворювань і виразок, а також нервових розладів [5]. *Настої листя меліси* застосовують як седативні, анагезивні, протисудомні та серцеві засоби. Після прийняття меліси уповільнюється ритм серцевих скорочень, зменшуються кількість нападів тахікардії, біль у серці, знижується артеріальний тиск, підвищується апетит, зменшується здуття живота, рослина допомагає і при неврозах різного генезу [6]. Дослідження властивостей *ехінацеї* протягом останніх років свідчать про її ранозагоювальну, протизапальну, антимікробну й антиоксидантну дію. *Настої ехінацеї* застосовують для лікування респіраторних інфекцій, шкірних захворювань, опіків, алергій [7]. У науковій літературі низка досліджень підтверджує ефективність використання *м'яти перцевої* для регулювання кровообігу, протидії підвищенню внутрішньочерепного тиску. Вона покращує роботу травних залоз, стимулює перистальтику кишківника, має антисептичну, сечогінну, знеболювальну та седативну дію внаслідок подразнення нервових закінчень і збудження холодкових [8].

Проте наразі майже відсутні дані щодо результатів досліджень органолептичних, фізико-хімічних властивостей фіточаїв із зазначених вище лікарських рослин та їхніх показників безпечності.

**Мета роботи** – дослідження безпечності та якості фіточаїв українського виробництва.

**Матеріали та методи.** *Предмет* дослідження – зразки фіточаїв виробництва ТОВ "Фітосвіт ЛТД", що є одним із провідних підприємств і єдиним в Україні, яке виробляє органічну продукцію із сировини, вирощеної на власних полях площею понад 1000 га [2]. Підприємство має власну атестовану лабораторію, яка ретельно контролює якість сировини та готової продукції.

Зразки фіточаю *Квітки ромашки аптечної*, *Листя м'яти перцевої*, *Трава меліси* і *Трава ехінацеї* упаковано в картонну коробку, обгорнуту поліпропіленовою плівкою, всередині якої міститься 20 фільтр-пакетів по 1.5 г. Фіточай *Квітки календули лікарської* упаковано в картонну коробку та поліетиленовий пакет з фіточаєм всередині. Крім того, всі зразки мали цілісні стрічки для контролю відкривання пакування (рис. 1).



Рис. 1. Пакування зразків фіточаїв

Якість пакування і маркування встановлено візуально. Маркування фіточаїв оцінено на відповідність вимогам Закону України "Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів" [9]. Під час аналізу пакування звертали увагу на матеріали, міцність швів, відсутність розривів, чіткість нанесення інформації.

З органолептичних показників встановлено зовнішній вигляд, колір, запах і смак. Колір визначали візуально за денного розсіяного світла. Зразок розсипали тонким шаром на аркуші білого паперу. Для встановлення запаху зразок фіточаю розтирали у фарфоровій ступці. Смак визначали в завареному згідно з рекомендаціями виробника настої.

Масову частку вологи встановлено висушуванням наважок до постійної маси за температури 100–105 °С, водорозчинних екстрактивних речовин – екстрагуванням, масову частку золи загальної у перерахунок на суху сировину – за [10].

Масову частку частинок, що не проходять крізь сито з отворами 7 мм (для фіточаїв у пачках), і частинок, що не проходять крізь сито з отворами 2 мм (для фіточаїв у фільтр-пакетах), визначено просіюванням, зважуванням проходу з сита й обчислюванням у відсотках.

Органічні та мінеральні домішки, інші частини рослин, як-от: шматочки гілочок, чашолистків, плодоніжок, – для фіточаїв у пачках (пакетах), отруйні рослини та зараженість шкідниками хлібних запасів встановлено візуально.

Визначення вмісту токсичних елементів проведено за ГОСТ 30178–96 [11], залишкової кількості пестицидів – за МУ 1112–73 [12], вмісту радіонуклідів – за МІ № 12-08–99 [13] і МІ № 2143–91 [14], мікробіологічної безпечності – за ДСТУ 8446:2015 і 8447:2015 [15; 16].

**Результати дослідження.** Під час аналізу маркування пакування фіточаїв встановлено відповідність вимогам Закону [9] та наявність необхідної інформації, а саме: назва продукту, склад фіточаю, кінцева дата споживання ("Вжити до"), номер партії та дата виробництва, умови зберігання, рекомендації щодо споживання, спосіб застосування і рекомендована добова доза, особливості застосування, протипоказання (вагітним жінкам, жінкам у період годування грудьми, людям з індивідуальною несприйнятливістю); повідомлення, що фіточай не є лікарським засобом; форма випуску; маса нетто; назва та повна адреса і телефон виробника, адреса потужностей (об'єкта виробництва); позначення технічних умов.

Проведено дослідження органолептичних показників фіточаїв, результати яких представлено в *табл. 1*.

Таблиця 1

## Органолептичні показники якості фіточаїв

Показник	<i>Квітки ромашки аптечної</i>	<i>Листя м'яти перцевої</i>	<i>Трава меліси</i>	<i>Трава ехінацеї</i>	<i>Квітки календули лікарської</i>
Зовнішній вигляд	Суміш цілих, частково осипаних квіткових кошиків, трубчастих і язичкових квіток, квітколож, шматочків стебел і листя	Суміш неоднакових шматочків листя з домішкою квіток, бутонів і стебел	Суміш неоднакових шматочків квітів, стебел і листя	Суміш шматочків стебел, листків та суцвіть	Цілісні або частково осипані кошики, без квітконосів або із залишками квітконосів
Колір	Від світло-жовтого до жовто-зеленого з білими вкрапленнями	Від зеленого до темно-зеленого	Шматочки квіток – білого, листя та стебел – від світло-зеленого до темно-зеленого	Від сірувато-зеленого до бурувато-зеленого з оранжево-жовтими та рожево-пурпуровими вкрапленнями	Крайових квіток – оранжевий та жовтий, середніх – жовтий
Запах і смак	Сильний, ароматний		Лимонної скоринки	Слабкий, приємний	Слабкий
	Пряний, гіркий	Пекучий, викликає тривале відчуття холоду в ротовій порожнині	Гіркувато-пряний, в'язучий	Гіркуватий, пекучий	Солонувато-гіркуватий

Смак і запах усіх досліджуваних зразків: притаманні використаній лікарській сировині, не є затхлими чи пліснявими, а також немає сторонніх запахів.

Результати дослідження фізико-хімічних показників якості представлено в *табл. 2*.

Таблиця 2

## Фізико-хімічні показники якості фіточаїв, %

Показник		<i>Квітки роमाшики аптечної</i>	<i>Листя м'яти перцевої</i>	<i>Трава меліси</i>	<i>Трава ехінацеї</i>	<i>Квітки календули лікарської</i>
Масова частка	вологи	9.1	12.5	8.4	9.3	8.5
	золи загальної	9.9	11.4	12.4	10.9	10.9
	екстрактивних речовин	–	–	32.7	37.1	35.2
	мінеральних домішок	0.4	0.6	0.6	0.1	0.4
	органічних домішок	0.3	0.2	0.4	0.8	0.3
	частинок, що не проходять крізь сито з отворами Ø 7 мм	–	–	–	–	54.9
	частинок, що не проходять крізь сито з отворами Ø 2 мм	2.5	8.9	6.6	9.7	–
Отруйні рослини, зараженість шкідниками хлібних запасів		Не виявлені				

Визначено, що масова частка вологи досліджуваних зразків становить менше ніж 14 %, що відповідає вимогам до фіточаїв і запобігає розвитку мікрофлори, унеможлиблює клітинне дихання і сприяє тривалому зберіганню продуктів. Найвищу масову частку вологи встановлено у зразку фіточаю *Листя м'яти перцевої* (12.5 %), а найнижчу – у фіточаї *Трава меліси* (8.4 %). Це свідчить про правильність обраних режимів висушування під час виробництва, а також дотримання режимів транспортування, зберігання та реалізації продукції. Відмінність у масовій частці вологи різних зразків пояснюється різницею початкової вологості вихідної сировини.

Масова частка загальної золи характеризує вміст мінеральних речовин у продукті й не має перевищувати 14 %. Усі зразки відповідають цій вимозі.

Вміст водорозчинних речовин нормовано не для всіх фіточаїв, і він має бути максимальним (не менше ніж 25 %), що теж відповідає вимогам.

До мінеральних домішок належать пісок, каміння, галька або інші об'єкти, що могли потрапити до сировини під час її збирання. До органічних – стебла, гілочки, плодоніжки та інші частини рослин, що не належать до сировини, яка призначена для виготовлення продукту. Вміст органічних і мінеральних домішок у продуктах має бути мінімальним й не перевищувати 1.5 і 3 % відповідно, а вміст отруйних рослин і шкідників не допускається. Усі зразки відповідають зазначеним вище вимогам.

Масова частка частинок, що не проходять крізь сито з отворами діаметром 2 мм, визначається для фіточаю, фасованого у фільтр-пакети, а частинок, що не проходять крізь сито з отворами діаметром 7 мм, – для нефасованого фіточаю. Допустимі межі наявності таких частинок залежать від рослинної сировини й становлять від 35 до 60 %.



Допустимі рівні вмісту токсичних елементів і пестицидів у фітоцаях мають відповідати вимогам, зазначеним у Державній Фармакопеї України [10] і "Регламенті максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах" [17]. Результати аналізу досліджуваних зразків представлено у *табл. 3*.

Таблиця 3

## Вміст токсичних елементів і пестицидів у фітоцаях, мг/кг

Елементи і пестициди	Допустимий рівень, мг/кг, не більше ніж	Квітки ромашки аптечної	Листя м'яти перцевої	Трава меліси	Трава ехінацеї	Квітки календули лікарської
Токсичні елементи						
Плюмбум	6.0	< 0.125*	0.12	0.180	0.130	0.02
Арсен	0.5	0.030	0.021	0.028	< 0.002*	< 0.02*
Кадмій	1.0	0.08	< 0.002*	0.003	0.050	0.030
Меркурій	0.1	< 0.004*	< 0.004*	0.050	< 0.004*	0.048
Пестициди						
Гексахлорциклогексан	0.1	< 0.0054*	< 0.002*	< 0.002*	< 0.002*	< 0.002*
ДДТ та його метаболіти	0.1	< 0.002*	0.043	< 0.002*	< 0.002*	< 0.002*
Гептахлор	Не допускається (< 0.002)	< 0.002*				
Альдрин	Не допускається (< 0.002)	< 0.002*				

\* Межа чутливості приладу.

Пестициди та токсичні елементи можуть негативно впливати на організм людини, оскільки мають не тільки токсичну, а й канцерогенну та мутагенну дію. На жаль, повне уникнення їхнього потрапляння в харчові продукти унеможливується значним вмістом цих речовин у навколишньому середовищі через незадовільну екологічну ситуацію. Саме тому контролювання вмісту цих речовин є надзвичайно важливим під час дослідження безпечності харчових продуктів, і, за результатами проведених вимірювань, усі фіточаї відповідають вимогам.

Радіоактивні речовини під час аварії на ЧАЕС потрапили в навколишнє середовище у вигляді ізотопів тривалого періоду розпаду. Радіонукліди (зокрема Cs-137 та Sr-90) містяться переважно в поверхневих і глибинних шарах землі, де розташоване коріння, через яке вони потрапляють в рослини. Характер і ступінь накопичення радіонуклідів у рослинах залежать від низки факторів, зокрема їхнього мінерального живлення, тривалості вегетаційного періоду, розподілу кореневих систем у ґрунті та інших біологічних особливостей, а також рівня забруднення ґрунту. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у фітоцаях встановлюються згідно з "Допустимими рівнями вмісту радіонуклідів Cs-137 та Sr-90 у продуктах харчування та питній воді" [18]. Результати визначення радіонуклідів у фітоцаях наведено в *табл. 4*.

Таблиця 4

## Вміст радіонуклідів у фіточаях

Показник	Допустимий рівень, Бк/кг, не більше ніж	Квітки ромашки аптечної	Листя м'яти перцевої	Трава меліси	Трава ехінацеї	Квітки календули лікарської
Цезій-137	200	< 1.41*	9.84	< 1.41*	< 1.41*	1.5
Стронцій-90	100	1.97	1.55	3.99	3.7	3.0

\*Межа чутливості приладу.

Важливе значення для забезпечення випуску безпечної та якісної продукції і запобігання потраплянню до організму людини шкідливих речовин у кількостях, що перевищують гігієнічні норми, має контроль за вмістом контамінантів біологічного та хімічного походження.

За мікробіологічними показниками фіточаї мають відповідати вимогам "Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів" [19], що зазначені в табл. 5.

Таблиця 5

## Мікробіологічна безпечність досліджуваних зразків фіточаїв

Показник	Норма [19]	Квітки ромашки аптечної	Листя м'яти перцевої	Трава меліси	Трава ехінацеї	Квітки календули лікарської
МАФАнМ, КУО в 1 г/см <sup>3</sup>	Не більше ніж $5.0 \times 10^5$	$< 1.0 \times 10^1$	$1.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^2$	$2.0 \times 10^1$	$1.0 \times 10^3$
БГКП (коліформи), в 0.01 г/см <sup>3</sup>	Не допускаються	Не виявлено				
Плісеневі гриби, КУО в г/см <sup>3</sup>	Не більше ніж $1.0 \times 10^3$	$3.0 \times 10^1$	$< 1.0 \times 10^1$	Не виявлено		
Дріжджі, КУО в г/см <sup>3</sup>	Не більше ніж $1.0 \times 10^2$	Не виявлено	$< 1.0 \times 10^1$	Не виявлено		$1.0 \times 10^1$

Мікробіологічні показники свідчать про відсутність контамінації сторонньою мікрофлорою під час збирання сировини та виготовлення фіточаю на виробництві. Результати дослідження підтвердили відповідність мікробіологічних показників встановленим вимогам.

**Висновки.** Одним із найпопулярніших способів використання лікарських рослин є споживання фіточаїв. Проведені дослідження безпечності та якості обраних монофіточаїв виробництва ТОВ "Фітосвіт ЛТД" підтвердили відповідність отриманих даних вимогам чинної нормативної документації, що особливо важливо в умовах коронавірусної пандемії.

Надалі планується дослідження поліфіточаїв (зборів), виготовлених оптимальним комбінуванням лікарських рослин з метою профілактики або ж підсилення їхнього терапевтичного ефекту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Федько Л. Фіточай у профілактиці та лікуванні захворювань обміну речовин. *Вісник Львівського університету*. Серія: Біологічна. 2016. Вип. 73. С. 445-445.
2. Офіційний сайт ТОВ "Фітосвіт ЛТД". URL: <https://fitosvit.agrobiz.net>.
3. Tournas V. H., Katsoudas E. J. Microbiological Quality of Various Medicinal Herbal Teas and Coffee Substitutes. *Microbiology Insights*. 2008. Vol. 1. P.47-55
4. Srivastava J. K., Shankar E., Gupta S. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Molecular Medicine Reports*. 2010. Vol. 3, N 6. P. 895-901.
5. Di Lorenzo C., Dell'Agli M., Badea M., Sangiovanni E., Dima L., Bosisio E. et al. Plan food supplements with anti-inflammatory properties: a systematic review (II). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013. Vol. 53. N 5. P. 507-516.
6. Shakeri A., Sahebkar A., Javadi B. Melissa Officinalis L. A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*. 2016. Vol. 188. P. 204-228.
7. Hudson James B. Applications of the Phytomedicine Echinacea purpurea (Purple Coneflower) in Infectious Diseases. *Journal of Biomed Biotechnology*. 2012. P. 1-16.
8. Lawrence V. M. Mint: The Genus Mentha. *CRC Press*. 2006. 598 p.
9. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів: Закон України від 06.12.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19>.
10. Державна Фармакопея України: в 3 т. 2-е вид. Харків: ДП "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів", 2014. Т. 3. 732 с.
11. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М.: Издательство стандартов, 1997. 19 с.
12. МУ 1112–73. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник. Т. 2. М.: Агропромиздат, 1992. 416 с.
13. МІ 2143–91. Государственная система обеспечения единства измерений активности радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре. М., 1990.
14. МІ 12-08-99. Активність радіонуклідів Sr-90 та Y-90 в лічильних зразках, одержаних методами селекції нуклідів. Київ, 1999.
15. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. 16 с.
16. ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. 15 с.
17. Наказ МОЗ №368 від 13.05.2013 "Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13>.
18. Наказ МОЗ № 256 від 03.05.2006 "Про затвердження Державних гігієнічних нормативів "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів 137Cs та 90Sr у продуктах харчування та питній воді". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>.

19. Наказ МОЗ № 548 від 19.07.2012 "Про затвердження мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1321-12>.

*Стаття надійшла до редакції 01.06.2020.*

**Babii O., Bozhko T. Safety and quality of Ukrainian herbal teas.**

**Background.** Herbal teas are one of the traditional means for the prevention and treatment of chronic diseases in Ukraine. They contain a complex of biologically active substances and characterized by a wide range of pharmacological action. However, there are virtually no data on the safety of herbal teas and its organoleptic and physicochemical quality indicators.

Herbal teas are especially popular during the seasonal growth of influenza and SARS. This year, humanity has encountered a new strain of coronavirus infection COVID-19. Despite the lack of a cure for this disease, at the time of writing of this article, consumers have begun to use a variety of foods to prevent disease and strengthen the immune system. Herbal teas have also grown in popularity. In this regard, the issue of quality and safety of herbal teas on the Ukrainian market becomes especially relevant.

*The aim* of the work is to study the safety and quality of herbal teas of Ukrainian production.

**Materials and methods.** The subject of research - samples of herbal teas produced by "Phytosvit Ltd.": *Chamomile Flowers, Peppermint Leaves, Melissa Herb, Echinacea Herb, Calendula Flowers.*

The quality of packaging, labeling, organoleptic parameters and the presence of poisonous plants and pest infestation of grain stocks were determined. Physicochemical parameters such as mass fraction of moisture, extractives and total ash were studied. Determination of the content of toxic elements, residual amounts of pesticides, radionuclides and microbiological safety were carried out in accordance with current ND.

**Results.** It was established that the mass fraction of moisture of all tested samples is less than 14 %. That meets the requirements for herbal teas, prevents the development of microflora and promotes long-term storage of the product. The mass fraction of total ash of all samples did not exceed 14 %. That also is normal. The content of organic and mineral impurities in the samples was minimal, and no poisonous plants and pests were detected. The content of toxic elements, pesticides, radionuclides and microbiological indicators of herbal teas met the current requirements.

**Conclusion.** One of the most popular ways to use herbs is to consume herbal teas. Studies of safety and quality of selected monophyte teas produced by Phytosvit Ltd. confirmed the compliance of the obtained data with the requirements of current regulations, which is especially important in the context of a coronavirus pandemic.

*Keywords:* herbal teas, safety, quality.

## REFERENCES

1. Fed'ko, L. (2016). Fitochaj u profilaktyci ta likuvanni zahvorjuvan' obminu rečovyn [Herbal tea in the prevention and treatment of metabolic diseases]. *Visnyk L'vivs'kogo universytetu*. Serija: Biologichna. – *Bulletin of Lviv University*. Series: Biological. (Issue 73), (pp. 445-445) [in Ukrainian].
2. *Oficijnyj sajт TOV "Fitosvit LTD" [Official site of LLC "Fitosvit LTD"]*. Retrieved from <https://fitosvit.agrobiz.net> [in Ukrainian].

3. Tournas, V. H., & Katsoudas, E. J. (2008). Microbiological Quality of Various Medicinal Herbal Teas and Coffee Substitutes. *Microbiology Insights*. (Vol. 1), (pp.47-55) [in English].
4. Srivastava, J. K., Shankar, E., & Gupta, S. (2010). Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Molecular Medicine Reports*. (Vol. 3), 6, 895-901 [in English].
5. Di Lorenzo, C., Dell'Agli, M., Badea, M., Sangiovanni, E., Dima, L., Bosisio, E. et al. (2013). Plan food supplements with anti-inflammatory properties: a systematic review (II). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. (Vol. 53), 5, 507-516 [in English].
6. Shakeri, A., Sahebkar, A., & Javadi, B. (2016). Melissa Officinalis L. A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*. (Vol. 188), (pp. 204-228) [in English].
7. Hudson, James B. (2012). Applications of the Phytomedicine Echinacea purpurea (Purple Coneflower) in Infectious Diseases. *Journal of Biomed Biotechnology*. (pp. 1-16) [in English].
8. Lawrence, B. M. (2006). Mint: The Genus Mentha. *CRC Press* [in English].
9. *Zakon Ukrai'ny Pro informaciju dlja spozhyvachiv shhodo harchovyh produktiv: vid 06.12.2018 [Law of Ukraine On information for consumers about food products: from 12/06/2018]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19> [in Ukrainian].
10. Derzhavna Farmakopeja [Ukrai'ny State Pharmacopoeia of Ukraine]. (2014). (2nd ed.). Harkiv: DP "Ukrai'ns'kyj naukovyj farmakopejnyj centr jakosti likars'kyh zasobiv". (Vol. 3) [in Ukrainian].
11. Syr'e i produkty pishhevye. Atomno-absorbcionnyj metod opredelenija toksichnyh jelementov [Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. (1997). *GOST 30178-96*. Moscow: Izdatel'stvo standartov [in Russian].
12. Metody opredelenija mikrokolichestv pesticidov v produktah pitannya, kormah i vneshnej srede [Methods for the determination of trace amounts of pesticides in food, feed and the environment]. (1992). *MU 1112-73*. Moscow: Agropromizdat. (Vol. 2) [in Russian].
13. Gosudarstvennaja sistema obespechenija edinstva izmerenij aktivnosti radionuklidov v ob'emnyh obrazcah. Metodika vypolnenija izmerenij na gamma-spektrometre [State system for ensuring the uniformity of measurements of radionuclide activity in bulk samples. Measurement Technique on a Gamma Spectrometer]. (1990). *MI 2143-91*. Moscow [in Russian].
14. Aktyvnist' radionuklidiv Sr-90 ta Y-90 v lichyl'nyh zrazkah, oderzhanyh metodamy selekcii' nuklidiv [Activity of radionuclides Sr-90 and Y-90 in counting samples obtained by nuclide selection methods]. (1999). *MI 12-08-99*. Kyi'v [in Ukrainian].
15. Produkty harchovi. Metody vyznachennja kil'kosti mezofil'nyh aerobnyh ta fakul'tatyvno-anaerobnyh mikroorganizmiv [Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms]. (2016). *DSTU 8446:2015*. Kyi'v: DP "UkrNDNC" [in Ukrainian].
16. Produkty harchovi. Metod vyznachennja drizhdzhiv i plisenevyh grybiv [Food products. Method for determination of yeast and mold fungi]. (2016). *DSTU 8447:2015*. Kyi'v: DP "UkrNDNC" [in Ukrainian].
17. *Pro zatverdzhennja Derzhavnyh gigijenichnyh pravyl i norm "Reglament maksimal'nyh rivniv okremykh zabrudnjujuchykh rehovyn u harchovyh produktah: Nakaz MOZ №368 vid 13.05.2013 [On approval of the State hygienic rules and norms "Regulations of the maximum levels of separate contaminants in foodstuff: the Order of the Ministry of Health №368 from 13.05.2013]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13> [in Ukrainian].

18. *Pro zatverdzhennja Derzhavnyh gigijenichnyh normatyviv "Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv 137Cs ta 90Sr u produktah harchuvannja ta pytnij vodi": Nakaz MOZ № 256 vid 03.05.2006 [On approval of the State hygienic standards "Permissible levels of 137Cs and 90Sr radionuclides in food and drinking water": the Order of the Ministry of Health № 256 of 03.05.2006]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06> [in Ukrainian].*
19. *Pro zatverdzhennja mikrobiologichnyh kryterii'v dlja vstanovlennja pokaznykiv bezpechnosti harchovyh produktiv: Nakaz MOZ № 548 vid 19.07.2012 [On approval of microbiological criteria for establishment of indicators of safety of foodstuff: the Order of the Ministry of Health № 548 from 07/19/2012]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1321-12> [in Ukrainian].*

# КРИТИКА ТА БІБЛІОГРАФІЯ

---

---

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ: НОВІТНІ ПІДХОДИ

Прагнення України подолати економічне відставання з подальшою інтеграцією у світове співтовариство обумовлює необхідність формування відповідних державних і регіональних стратегій соціально-економічного розвитку. Соціально-економічний розвиток регіону – складний об'єкт наукового дослідження, оскільки рівень цього розвитку є результатом дії багатьох чинників і умов. Регіон будь-якої країни – це система взаємодії економічних, соціальних, політичних, історико-культурних та інших підсистем. Сучасний етап розвитку національної економіки характеризується структурними диспропорціями на регіональному рівні. Фрагментарність регіонального економічного простору призводить до неможливості використання потенціалу між-регіонального співробітництва, підвищує небезпеку дезінтеграції національної економіки, формування регіональних криз і стає одним із домінуючих факторів дестабілізації, що утруднюють і гальмують перехід до сталого розвитку. З огляду на це важливим напрямом наукових досліджень є розробка надійних моделей, методів та інформаційних технологій оцінювання нерівномірності в соціально-економічному розвитку регіонів з метою усунення негативних дисбалансів.

Будь-яка система управління потребує інформаційного ресурсу, на основі якого реалізуються процедури прийняття управлінських рішень. Стосовно системи управління регіональ-

ним розвитком таким інформаційним ресурсом є статистичні соціально-економічні показники. Складність аналізу великорозмірних масивів соціально-економічних даних, значні часові витрати на їх отримання й обробку вказують на необхідність впровадження в систему управління соціально-економічним розвитком регіонів сучасних інформаційних технологій збирання й обробки соціально-економічних даних. Автори представленого рукопису сконцентрували свою увагу на розв'язанні важливої проблеми розробки механізмів і засобів інформаційного забезпечення процесу управління соціально-економічним розвитком регіонів.

Тому відображені в монографії "Моніторинг соціально-економічного розвитку регіону", авторів Пурського О. І., Харченка О. А., Мороз І. О., матеріали дослідження є безперечно актуальними.

Зміст монографії свідчить про те, що авторський колектив досягнув поставленої дослідницької мети – удосконалення та подальшого розвитку систем регіонального управління на основі розробки моделей, методів та інформаційних технологій моніторингу й оцінювання рівня соціально-економічного розвитку. Варто зазначити, що важливим науковим внеском є розробка інформаційної технології моніторингу, яка враховує особливості регіонального розвитку через диференціацію в системі соціальних і економічних показників, що загалом сприяє підвищенню вірогідності оцінювання

соціально-економічного стану регіону та дає змогу варіювати напрями і завдання моніторингу. В теоретичному аспекті таким внеском є вдосконалення факторної моделі оцінювання рівня соціально-економічного розвитку до врахування знань і досвіду експертів, що дало змогу підвищити надійність оцінювання соціально-економічного стану регіонів завдяки застосуванню в рамках моделі не тільки статистичних методів розрахунку, але й механізмів експертного оцінювання. Заслужовує на увагу запропонований авторами метод автоматизованого визначення інтегральних показників соціально-економічного розвитку на основі спільного використання методів факторного аналізу й експертного оцінювання, який став основою інформаційної технології оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів.

Важливою особливістю монографії є той факт, що теоретичні положення і висновки знаходять свою реалізацію у вигляді інформаційно-аналітичної вебсистеми моніторингу показників соціально-економічного розвитку регіонів України. Її практичне значення полягає в тому, що теоретичні та практичні положення і резуль-

тати, програмно реалізовані засоби соціально-економічного моніторингу й оцінювання створюють наукову основу для вдосконалення системи управління регіональним розвитком. Науково-прикладні розробки та рекомендації впроваджено в практичну діяльність, а також використано в освітньому процесі закладів вищої освіти. Загалом, монографія має теоретико-прикладний характер, виконана на високому науковому рівні й відображає новітні підходи до розв'язання проблеми підвищення ефективності системи управління регіональним розвитком. Матеріали монографії містять вагомі, науково обґрунтовані результати, що будуть цікавими представникам різних наукових шкіл, корисними для молодих науковців та є суттєвими для вчених, які займаються питаннями управління складними соціально-економічними системами.

*Ковальчук Костянтин Федорович,  
доктор економічних наук,  
професор, декан  
факультету економіки і менеджменту  
Національної металургійної  
академії України*