



ТОВАРИ І РИНКИ № 2 (26) 2018

Міжнародний науково-практичний журнал

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

Журнал визнано ДАК України як фахове видання з технічних наук

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

МАЗАРАКІ А. А., д. е. 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

БЕЛІНСЬКА С. О., д. т. н., професор КНТЕУ
БЛАНК І. О., д. е. н., професор КНТЕУ
ВИСОЧИН І. В., д. е. н., доцент 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
ГУЛЯЄВА Н. М., к. е. н., професор КНТЕУ
БЛАКИТА Г. В., д. е. н., професор КНТЕУ
ЛЬЧЕНКО Н. Б., д. е. н., доцент КНТЕУ
ІНДУТНИЙ В. В., д. т. н., професор КНТЕУ
КОПТЮХ Л. А., д. т. н., професор КНТЕУ
КРАВЧЕНКО М. Ф., д. т. н., професор КНТЕУ
ЛАГУТІН В. Д., д. е. н., професор КНТЕУ
ЛЕБСЬКА Т. К., д. т. н., професор КНТЕУ
ЛЕВАНДОВСЬКИЙ Л. В., д. т. н., професор КНТЕУ
МЕЛЬНИК Т. М., д. е. н., професор КНТЕУ
МЕРЕЖКО Н. В., д. т. н., професор КНТЕУ
МОКРОУСОВА О. Р., д. т. н., професор КНТЕУ
ОСИКА В. А., к. т. н., доцент КНТЕУ
ПАШКО П. В., д. е. н., професор, ректор Університету державної фіскальної служби України
РОМАТ Є. В., д. з держ. упр. н., професор КНТЕУ
РУДАВСЬКА Г. Б., д. с.-г. н., професор КНТЕУ
СИДОРЕНКО О. В., д. т. н., професор КНТЕУ
ТКАЧЕНКО Т. І., д. е. н., професор КНТЕУ
ШУЛЬГА Н. П., д. е. н., професор КНТЕУ

БЄЛОСТЄЧНИК Григорій, ректор Молдавської економічної академії, Кишинів, *Республіка Молдова*

КУДРЯШОВА Олександра, президент Міжнародного центру харчування і відновлення здоров'я, Нью-Джерсі, *США*

ЛЕБЕДЄВА Світлана, ректор Білоруського торговельно-економічного університету споживчої кооперації, Гомель, *Білорусь*

ЛІ Йонг-Хак, президент Корейського товариства товарознавців і технологів, Сеул, *Корея*

ЖМУДЬ Борис, к. х. н., доцент Лундського університету (*Швеція*)

ЛУЧЕТТІ Марія Клаудія, президент Міжнародного товариства товарознавців і технологів (IGWT), Рим, *Італія*

МІТСУІ Міцухарі, професор Комерційного університету Кобе, *Японія*

ПАМФІЛІЄ Родіка, декан факультету торгівлі Бухарестського економічного університету, Бухарест, *Румунія*

РУЖЕВІЧЮС Юозас, професор Вільнюського університету, Вільнюс, *Литва*

СТОЙКОВА Теменуга, професор Варненського економічного університету, Варна, *Болгарія*

ЯЗАМІ Рашид, професор, президент KVI PTE LTD (*Сингапур*)

ТАУБЕР Роман Давід, ректор Академії готельного менеджменту і кейтерингу, Познань, *Польща*

ФОГЕЛЬ Герхард, професор Технологічного інституту, Відень, *Австрія*

ФОЛТИНОВИЧ Зенон, професор Познаньського економічного університету, Познань, *Польща*

ХОХУЛ Анджей, ректор Краківського економічного університету, Краків, *Польща*

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

Зав. редакції **В. І. МАНДРИКА**
Редактори **В. В. ОСІЄВСЬКА, Е. Ю. КИРИЧЕНКО,**
О. Б. МОЙСІЄНКО, А. П. ДОЛГАЯ
Художньо-технічне редагування
та комп'ютерне верстання **С. В. АНДРУШКО**

Підписано до друку 14.06.2018. Тираж 200 пр. Зам. 575.

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

Телефон редакції 529-20-70;
факс 513-85-36,
e-mail: mandryka@knteu.kiev.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 10007 від 30.06.2005.

Індекс журналу
в Каталозі видань України на 2018 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 № 9 від 26.04.2018).

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

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

З М І С Т

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

Голуб Б.

Концепції управління безпечністю
хачових продуктів 5

Михайлова Г.

Вимоги до безпечності
постільних виробів з об'ємними
наповнювачами 17

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

*Левицька С., Белінська С.,
Мороз О.*

Прогнозування якості
швидкозамороженої
капусти броколі 25

Гончарова І., Головка Д.

Адсорбційне очищення
бюветної води від йонів
Феруму(III)..... 34

*Галиш В., Чикун Н.,
Пасальський Б.*

Сорбційні властивості
шкаралупи кісточок
абрикоса 46

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

Чурсіна Л., Горач О.

Класифікація
технічного текстилю 57

Демченко В.

Оцінка властивостей
наповнювачів сумішей
для мурування..... 68

Мережко Н., Осауленко К.

Модифікування паперу
на основі небіленої целюлози
силоксанами 78

*Стретович С., Глушкова Т.,
Комаха В.*

Оптимізація складу паперу
для білових товарів 88

Індутний В., Юнда В., Піркович К.

Критерії оцінки якості
ювелірних виробів з нефриту 98

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

*Калайда К., Заболотна А.,
Пиркало В.*

Господарсько-товарознавча
оцінка сортів перцю солодкого,
районованих в Україні 155

Чорна А.

Оптимізація складу їстівного
покриття для збереження
свіжості хлібобулочних
виробів 120

Рудавська Г., Хахалєва І.

Підвищення антиоксидантної
активності відновлених напоїв
аністресової дії..... 133

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Антонюк І.

Технологія збитих солодких
страв підвищеної
біологічної цінності..... 143

Ланиця І., Гірняк Л.

Якість посічених м'ясних
виробів 157

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТОВАРОВ

Голуб Б.

Концепции управления
безопасностью пищевых
продуктов5

Михайлова Г.

Требования к безопасности
постельных изделий
с объемными наполнителями... 14

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ

Левецкая С., Белинская С., Мороз Е.

Прогнозирование качества
быстрозамороженной
капусты брокколи25

Гончарова И., Головки Д.

Адсорбционная очистка бытовой
воды от ионов железа(III).....34

Галыш В., Чикун Н., Пасальский Б.

Сорбционные свойства
скорлупы косточек абрикоса ...46

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НЕПРОДО- ВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

Чурсина Л., Горач О.

Классификация
технического текстиля 57

Демченко В.

Оценка свойств наполнителей
смесей для кладки..... 68

Мережко Н., Осауленко К.

Модифицирование бумаги на
основе небеленой целлюлозы
силоксанами 78

*Стретович С., Глушкова Т.,
Комаха В.*

Оптимизация состава бумаги
для беловых товаров 88

*Индутный В., Юнда В.,
Пиркович Е.*

Критерии оценки качества
ювелирных изделий
из нефрита..... 98

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*Калайда Е., Заболотная А.,
Пиркало В.*

Хозяйственно-товароведная
оценка сортов перца сладкого,
районированных в Украине .. 110

Черная А.

Оптимизация состава
съедобного покрытия
для сохранения свежести
хлебобулочных изделий 120

Рудавская А., Хахалева И.

Повышение антиоксидантной
активности восстановленных
напитков антистрессового
действия 133

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Антонюк И.

Технология взбитых сладких
блюд повышенной
биологической ценности 143

Ланица И., Гирняк Л.

Качество рубленых
мясных изделий..... 157

C O N T E N T

PROBLEMS OF GOOD SAFETY	
<i>Holub B.</i> Conception of food safety management 5	
<i>Mykhailova G.</i> Safety requirements for bedding products with volumetric fillers 14	
METHODOLOGICAL ASPECTS OF GOODS QUALITY EVALUATION	
<i>Levitska S., Belinska S., Moroz O.</i> Quality prediction of frozen broccoli 25	
<i>Goncharova I., Golovko D.</i> Adsorption purification of water from the pump-rooms from of iron(III) ions 34	
<i>Halysh V., Chykun N. Pasalskiy B.</i> Sorption properties of the apricot kernel shell 46	
IMPROVEMENT OF CONSUMER PROPERTIES OF NONFOODS	
<i>Chursina L., Gorach O.</i> Classification of the technical textiles 57	
<i>Demchenko V.</i> Evaluation of the properties of fillers of mixtures for masonry 68	
<i>Merezhko N., Osaulenko K.</i> Modification of paper based on non-bleached cellulose by siloxanes 78	
	<i>Stretovykh S., Glushkova T., Komakha V.</i> Optimization of paper composition for paper goods88
	<i>Indutnyi V., Yunda V., Pirkovich K.</i> Criteria for quality assessment of jewelry from natural jade98
	RESEARCHES OF FOODSTUFF'S QUALITY
	<i>Kalaida K., Zabolotna A., Pyrkalo V.</i> Economic and commodity assessment of varieties of sweet pepper, cultivated in Ukraine110
	<i>Chorna A.</i> Optimization of the composition of the edible coating to preserve the freshness of bakery products120
	<i>Rudavskaya G., Khahaleva I.</i> Antioxidant activity increasing of restored anti-stress action beverages133
	INNOVATION TECHNOLOGIES OF THE FOOD-STUFFS
	<i>Antonyuk I.</i> Technology of the whipped sweet dishes of enhanced biological value143
	<i>Lanytsia I., Hirniak L.</i> Quality of cut meat products157

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

УДК 005.934:641.1

ГОЛУБ Богдан,

к. т. н., доцент кафедри товарознавства,
управління безпечністю та якістю

Київського національного торговельно-економічного університету

КОНЦЕПЦІЇ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Наведено характеристику основних положень, структури, рекомендованих етапів впровадження сучасних концепцій управління безпечністю харчових продуктів. Здійснено порівняльний аналіз основних положень концепцій HARPC та HACCP. Охарактеризовано особливості застосування та документального оформлення впровадження концепцій VACCP та TACCP.

Ключові слова: HACCP, HARPC, TACCP, VACCP, управління безпечністю харчових продуктів.

Голуб Б. Концепции управления безопасностью пищевых продуктов. Приведена характеристика основных положений, структуры, рекомендованных этапов внедрения современных концепций управления безопасностью пищевых продуктов. Сделан сравнительный анализ основных положений концепций HARPC и HACCP. Охарактеризованы особенности применения и документального оформления внедрения концепций VACCP и TACCP.

Ключевые слова: HACCP, HARPC, TACCP, VACCP, управление безопасностью пищевых продуктов.

Постановка проблеми. Сучасний глобальний ринок товарів і послуг неможливий без гармонізованих та уніфікованих підходів до формування і гарантування їх безпеності для споживача. У сфері виробництва й обігу продовольчої сировини та харчових продуктів загальновізнаною концепцією управління безпечністю є HACCP, викладена в прийнятому в усьому світі як Керівництво *Codex Alimentarius* SAC/RCP 1-1969 "Загальні принципи гігієни харчових продуктів". Саме на контролювання якісного впровадження її положень ґрунтуються і системи обов'язкового державного контролю в усіх розвинених країнах, на які припадає лівова частка світового продовольчого ринку. У цьому ж напрямі реформується й вітчизняна система контролю безпеності харчових продуктів і продовольчої сировини з метою наближення до європейської практики.

Концепція *HACCP* лежить також в основі найбільш поширених стандартів і схем сертифікації, на яких ґрунтуються недержавні ринкові способи контролювання безпечності в цій галузі. Такі способи контролю реалізуються у вигляді сертифікації впроваджених на конкретних підприємствах систем управління безпечністю харчових продуктів (СУБХП) та подальшим наглядом за дотриманням підприємством взятих на себе зобов'язань. Відповідні системи створюються переважно згідно з вимогами так званих "приватних стандартів", прийнятих *GFSI (Global Food Safety Initiative)*, оскільки вони визнаються достатніми й ефективними більшістю компаній, що контролюють ринок послуг роздрібної торгівлі у світі та які зазвичай включають вимогу наявності таких систем управління безпечністю харчових продуктів у своїх постачальників.

Водночас слід відзначити наявність декількох різних тенденцій і певних розбіжностей у розвитку концепцій управління безпечністю харчових продуктів. Так, в США з прийняттям Закону про вдосконалення харчової безпечності (*Food Safety Modernization Act*) в основу національної системи контролю харчової безпечності покладено нову концепцію *HARPC (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls)*, яка встановлює жорсткіші вимоги щодо впровадження заходів керування небезпечними чинниками харчових продуктів. Також існують концепції *VACCP (Vulnerability Assessment Critical Control Point)* і *TACCP (Threat Assessment Critical Control Point)*, спрямовані на попередження економічно вмотивованих підробок і фальсифікацій та загроз безпечності харчових продуктів унаслідок тероризму чи саботажу відповідно [1; 2].

Ринок консалтингових послуг в цій сфері досить активний, і підприємства, зацікавлені в запровадженні сучасних систем управління безпечністю з метою задоволення обов'язкових національних вимог чи підвищення ринкової конкуренції через обмеженість поінформованості, часто не розуміють своїх потреб і створюють та сертифікують непотрібні системи управління, які іноді й не потребують сертифікації взагалі.

Метою роботи є характеризувати ключових відмінностей найбільш поширених концепцій і систем управління у сфері безпечності харчових продуктів для полегшення вибору необхідних для впровадження операторами ринку харчових продуктів.

Матеріали та методи. Матеріалами дослідження слугували нормативні документи *HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)*, *HARPC (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls)*, *VACCP (Vulnerability Assessment Critical Control Point)*, *TACCP (Threat Assessment Critical Control Point)*, які піддано порівняльному аналізу систематизації та ін.

Обговорення. Ринок харчових продуктів в Україні відрізняється досить низьким рівнем самоконтролю та справжньої відповідальності перед споживачем за якість і безпеку продукції з боку як виробників, так і підприємств торгівлі. Тож основним рушієм у питанні впровадження систем управління безпекою є обов'язкові національні вимоги. В Україні наразі відбувається поетапне впровадження системи обов'язкового контролю наявності постійно діючих процедур на принципах *HACCP*, яка не передбачає жодних обов'язкових сертифікацій.

Концепція *HARPC* запроваджується у США згідно із Законом про вдосконалення харчової безпеки (*Food Safety Modernization Act*), підписаного президентом США в 2011 р. Проте набуття чинності низки положень було відкладено до 2015 р., зокрема й щодо *HARPC*. Для вітчизняних експортерів харчових продуктів і продовольчої сировини ринок цієї країни не є пріоритетним. Водночас США ведуть широкомасштабну зовнішньополітичну діяльність, мають контингенти своїх збройних сил, представництва різних органів тощо по всьому світу, і їх забезпечення часто здійснюється за рахунок місцевих ресурсів. Це може стати економічно вигідною справою для вітчизняних виробників, зокрема якщо вони зможуть відповідати вимогам, чинним на внутрішньому ринку США. Тож доцільно знати основні положення концепції *HARPC* та її відмінності від поширеної *HACCP* [1; 3; 4].

Базисом концепцій *HARPC* та *HACCP* є відповідно 8 та 7 принципів (рис. 1).



Рис. 1. Принципи концепцій *HARPC* і *HACCP*

Перший принцип *HARPC* встановлює більш деталізовані вимоги до аналізування небезпечних чинників. У тлумаченні *FDA* (Федеральна служба з контролю харчових продуктів і ліків) для уникнення непорозумінь відразу вказано категорії небезпечних чинників, включаючи ті, що є природними компонентами продовольчої сировини. При цьому, якщо *HACCP* робить наголос на тих небезпечних чинниках, що можуть бути включені до його плану, а отже, контролювані за допомогою КТК (критичних точок контролю) і не включатимуть небезпечні чинники, що мають контролюватися на попередніх етапах продовольчого ланцюга, *HARPC* однозначно включає небезпеки, які несе в собі сировина, персонал, а також економічно обумовлені фальсифікації.

Другий принцип *HARPC* прописує вимогу встановлення попереджувальних заходів контролювання всіх ідентифікованих небезпечних чинників не лише в критичних точках контролю, а й шляхом опису й упровадження для кожного небезпечного чинника та інших заходів, які у концепції *HACCP* не деталізуються, а впроваджуються безвідносно ідентифікованих небезпек. Наприклад, санітарні процедури для робочих поверхонь, контролю алергенів, гігієни персоналу та решти належних виробничих практик (*GMP*) і обов'язкового плану відкликання продукції із зазначенням контрольованих небезпечних чинників. Виключенням є ситуація, коли постачальник має підтверджені заходи контролю ідентифікованих небезпечних чинників і надає документально підтверджені гарантії наявності відповідних заходів контролювання. Фактично *FDA* стимулює підприємства до самоконтролю з метою виключення недобросовісних постачальників і, як наслідок, зменшення рівня фальсифікацій, неконтрольованих небезпек і підвищення прозорості ринку.

Принципи встановлення процедури моніторингу, розробки коригувальних дій і верифікації в концепції *HARPC* розповсюджуються не лише на КТК, а й на всі заходи контролювання ідентифікованих небезпечних чинників. Специфікою коригувальних дій є обов'язкове включення до них і для кожного заходу контролю можливості попередження надходження фальсифікованих матеріалів і компонентів.

Принцип упровадження програм контролю постачальників передбачає розробку на кожному підприємстві дій щодо їх ухвалення та верифікації заходів контролю небезпечних чинників, упроваджених у постачальника з метою підтвердження їх ефективності. Цей принцип передбачає аудит постачальника другою та третьою стороною, який широко використовується в таких глобально розповсюджених "приватних" стандартах і схемах сертифікації систем управління безпечністю харчових продуктів, як *BRC Food*, *IFS Food*, *FSSC 22000*. У концепції *HACCP* такі вимоги загалом відсутні й виконуються в межах програм-передумов безвідносно до ідентифікованих небезпечних чинників.

Принцип ведення записів і документування передбачає їх обов'язкове ведення та збереження не менше двох років щодо кожного заходу контролю, а також навчання персоналу. Цей принцип уможливить з часом змістити зусилля не на фізичне інспектування потужностей, а на документальний контроль їх діяльності з боку *FDA*.

Загалом, слід відзначити значно глибший підхід до гарантування безпечності харчових продуктів при повноцінному впровадженні *HARPC* порівняно з *HACCP*. Ця концепція розроблена з урахуванням досвіду використання стандартів і схем сертифікації систем управління безпечністю харчових продуктів. Однією з ознак цієї концепції є організація запобігання фальсифікацій, оскільки фальсифікований товар може містити не ідентифіковані та не контрольовані небезпечні чинники, що становлять загрозу для здоров'я споживача.

Упровадження концепції *HARPC* наразі обмежується внутрішніми та зовнішніми операторами ринку харчових продуктів США. Цей процес є копітким, потребує залучення істотних ресурсів і є доцільним лише для такого високоприбуткового ринку, як американський. Проте більш поширеною, базовою для гармонізації законодавства в сфері контролю безпечності харчових продуктів, залишається концепція *HACCP*. Для її подальшого використання з одночасним посиленням боротьби з біотероризмом і економічно вмотивованою фальсифікацією розроблено концепції *TACCP* та *VACCP*, упровадження яких у сукупності з *HACCP* уможливило створити розширену систему управління безпечністю харчових продуктів (рис. 2 і 3). Такі заходи необхідні для виконання вимог останньої версії (7.2) керівного документу організації *GFSI* (*Global Food Safety Initiative* – Глобальна ініціатива безпечності харчових продуктів), а саме – для впровадження задокументованої процедури захисту харчових продуктів від стороннього втручання (*food defense plan*) та задокументованої процедури запобігання можливості фальсифікації харчових продуктів (*food fraud mitigation plan*) [5].



Рис. 2. Підходи до попередження фальсифікацій харчових продуктів та керування небезпечними чинниками для здоров'я споживачів

Особливістю *TACCP* є те, що заходи в межах його впровадження мають супроводжуватись інформацією від додаткових служб – кадрових, постачання, охорони.

Найбільш ймовірними загрозами, яким повинно перешкодити впровадження *TACCP* є:

- зловмисне забруднення харчового продукту;
- саботаж у ланцюгу поставок;
- застосування харчових продуктів і напоїв у терористичних цілях;
- шпигунство;
- підробка;
- кіберзлочини.



Рис. 3. Кроки впровадження *TACCP* і *VACCP*

У рамках *VACCP* харчовий продукт захищається від економічно вмотивованої фальсифікації, яка поділяється на декілька видів, кожен з яких може контролюватися різними заходами керування:

- заміна або підміна;
- розведення;
- підробка;
- поліпшення якісних показників у незаконний спосіб;
- маскування зменшення ключових компонентів;
- оманливе маркування;
- реалізація не облікованої продукції.

При цьому слід пам'ятати, що заходи керування в межах *VACCP* спрямовано на контролювання видів фальсифікації, що несуть загрозу здоров'ю споживача, тобто впливають на безпечність продукції. Наприклад, розведення оливкової олії не безпечною харчовою соняшниковою, а мінеральними оливами, або поліпшення показника вмісту білка шляхом додавання меламіну з огляду на особливості методики його визначення за загальним азотом, або застосування нехарчових барвників для імітації кольору харчових продуктів тощо [5; 6].

Висновки. Сфера управління та контролювання безпечності харчових продуктів динамічно розвивається. Відбувається постійний пошук нових шляхів і методів підвищення рівня гарантованої безпечності харчових продуктів і продовольчої сировини. В умовах глобалізації економічних відносин управління і контроль безпечності харчових продуктів і продовольчої сировини повинні базуватися на гармонізованих підходах. Останніми роками все більше проявляється проблема фальсифікації на ринку продовольства, яка несе загрозу, зокрема, й здоров'ю людини. За оцінками фахівців, розмір світового ринку продовольства сягає 30–40 млрд доларів США, до 10 % ринку становлять фальсифіковані продукти. В окремих асортиментних групах і на окремих локальних ринках рівень фальсифікації значно вищий.

Сучасним напрямом розвитку й вдосконалення концепцій управління безпечністю харчових продуктів є запобігання небезпечним для здоров'я споживача економічно або ідеологічно вмотивованим фальсифікаціям. Це є логічним продовженням посилення уваги після терористичної атаки 11 вересня 2001 р. і наступних спроб поширення спор збудника сибірської виразки в США до заходів боротьби з біотероризмом, розробки відповідної програми-передумови в *PAS 220*. Наразі загально визнана концепція *HACCP* доповнюється концепціями *VACCP* і *TACCP*, спрямованими відповідно на економічно та ідеологічно вмотивовані фальсифікації харчових продуктів.

Упроваджувана в США концепція *HARPC*, окрім зазначених вище особливостей, характеризується посиленням вимог до реалізації не лише КТК, а й інших заходів керування небезпечними чинниками

харчових продуктів. Знання сучасних концепцій управління безпекою харчових продуктів дасть змогу операторам ринку оптимізувати витрати матеріальних і нематеріальних ресурсів шляхом вибору лише необхідних для присутності на певних національних ринках СУБХП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Food Safety Modernization Act (FSMA)*. Офіційний сайт Федеральної служби контролю харчових продуктів та ліків США (FDA). URL : <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FSMA>.
2. *Tackling Food Fraud Through Food Safety Management Systems*. GFSI position paper. URL : http://www.mygfsi.com/files/Technical_Documents/201805-food-fraud-technical-document-final.pdf.
3. *Recommended international code of practice general principles of food hygiene*. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. Офіційний сайт Codex Alimentarius. URL : <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/importedfoods/guideline/dl/04.pdf>.
4. *HARPC Requirements*. Сайт консалтингової компанії FDAIMPORTS.COM. URL : <https://www.harpc.com/what-is-harpc>.
5. *Wareing P., Hines T. Knowing your HACCP from your TACCP and VACCP*. A Leatherhead Food Research White Paper 24. URL : <https://www.leatherheadfood.com/files/2016/08/White-Paper-Knowing-your-HACCP-from-your-TACCP-and-VACCP-FINAL1.0.pdf>.
6. *Wayne Labs VACCP: HACCP for vulnerability assessments*. Food Engineering Magazine. February, 2016. URL : <https://www.foodengineeringmag.com/articles/95205-vaccp-haccp-for-vulnerability-assessments>.

Стаття надійшла до редакції 21.05.2018.

Holub B. Conception of food safety management.

Background. Modern global market of goods and services is only feasible with harmonized and unified approaches to safety assurance for consumers. Now in food manufacturing and distribution area *HACCP* is recognized universal food safety conception. But there are some difference trends and distinctions in food safety conceptions development. Thus, in USA after Food Safety Modernization Act adoption there was developed new food safety conception – *HARPC (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls)*. It is stricted in food hazards control measures. As well there are conceptions *VACCP (Vulnerability Assessment Critical Control Point)* and *TACCP (Threat Assessment Critical Control Point)*, that are oriented to prevent economically-motivated adulteration and forgery and food safety threats because of terrorism and sabotage.

The aim is characteristic of most spread food safety conception and management system differences, that are targeted to mitigation of it selection to implementation by food operators.

Discussion. *HARPC* is introduced in the USA according signed by president in 2011 year Food Safety Modernization Act. But full implementation including *HARPC* was delayed till 2015 year. For Ukrainian food operators food market of USA is not priority. But the USA have large presence over the world by own services and contingents. All of them need food supplying. It could be profitable and provided by national operators if they comply with the USA food demands.

HARPC is more profound compared to *HACCP*. Important characteristic of *HARPC* is severer demands for all types of food hazards control measures not only critical control point. Also *HARPC* is oriented to adulteration prevention, because of adulterated food can contain non-identified and non-controlled hazards for consumers.

For *HACCP* future food safety system development and to fight food threats and economically motivated adulteration *TACCP* and *VACCP* conceptions were worked out.

Conclusion. Analysis of modern conceptions in food safety management area shows reinforcement of attention to food adulteration, because of uncontrolled production, ingredients and storage conditions can be hazardous to consumers health and do not comply with rules and are not under official control. Ukrainian food exporters must take into account complicity of new conceptions implementation in domestic food market and must optimize selection only of necessary for some national markets *FSMS*.

Keywords: *HACCP*, *HARPC*, *TACCP*, *VACCP*, food safety management.

REFERENCES

1. *Food Safety Modernization Act (FSMA)*. Oficijnyj sajt Federal'noi' sluzhby kontrolju harchovyh produktiv ta likiv SShA (FDA). URL : <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FSMA>.
2. *Tacking Food Fraud Through Food Safety Management Systems*. GFSI position paper. URL : http://www.mygfsi.com/files/Technical_Documents/201805-food-fraud-technical-document-final.pdf.
3. *Recommended international code of practice general principles of food hygiene*. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. Oficijnyj sajt Codex Alimentarius. URL : <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/importedfoods/guideline/dl/04.pdf>.
4. *HARPC Requirements*. Sajt konsaltingovoi' kompanii' FDAIMPORTS.COM. URL : <https://www.harpc.com/what-is-harpc>.
5. *Wareing P., Hines T. Knowing your HACCP from your TACCP and VACCP*. A Leatherhead Food Research White Paper 24. URL : <https://www.leatherheadfood.com/files/2016/08/White-Paper-Knowing-your-HACCP-from-your-TACCP-and-VACCP-FINAL1.0.pdf>.
6. *Wayne Labs VACCP: HACCP for vulnerability assessments*. Food Engineering Magazine. February, 2016. URL : <https://www.foodengineeringmag.com/articles/95205-vaccp-haccp-for-vulnerability-assessments>.

УДК 658.562:687.268.3

МИХАЙЛОВА Галина,*к. т. н., доцент кафедри товарознавства та митної справи
Київського національного торговельно-економічного університету*

ВИМОГИ ДО БЕЗПЕЧНОСТІ ПОСТІЛЬНИХ ВИРОБІВ З ОБ'ЄМНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

Представлено порівняльний аналіз вітчизняних і міжнародних нормативних документів щодо безпеки постільних виробів, до яких відносяться ковдри та подушки з об'ємними наповнювачами. Встановлено, що вимоги до цієї продукції та матеріалів, із яких вони виготовлені, мають деякі розбіжності в нормованих рівнях показників безпеки, що впливає на довіру споживачів і роботу підприємств України щодо виготовлення конкурентоспроможного товару.

Ключові слова: безпека, вимоги, ковдра, подушка, наповнювач.

Михайлова Г. Требования к безопасности постельных изделий с объемными наполнителями. Представлен сравнительный анализ отечественных и международных нормативных документов к безопасности постельных принадлежностей, к которым относятся одеяла и подушки с объемными наполнителями. Установлено, что требования к безопасности этой продукции и материалов, из которых они изготовлены, имеют некоторые расхождения в нормированных показателях безопасности, что влияет на доверие потребителей и работу предприятий Украины при изготовлении конкурентного товара.

Ключевые слова: безопасность, требования, одеяла, подушки, наполнитель.

Постановка проблеми. Постільні вироби з об'ємними наповнювачами, зокрема, ковдри й подушки, забезпечують комфортний відпочинок і сон людини, безпосередньо впливають на її самопочуття. Правильний вибір наповнювача та інших текстильних матеріалів визначає їх безпеку, що є важливою проблемою.

Сьогодні на ринку України представлено широкий асортимент постільної продукції: ковдри, на матрацники, подушки та інші вироби цього призначення з різними об'ємними наповнювачами. Як об'ємний наповнювач для постільних виробів застосовують різні матеріали: пух і перо птахів, волокна рослинного та тваринного походження, синтетичні волокна.

Ковдра – це тепле покривало, здебільшого на ваті, яким люди вкриваються в постелі [1]. Є ткани та стьобані ковдри. Останні – це вироби, що складаються з двох шарів тканини й утеплювальної прокладки між ними, вистьобані наскрізними стібками й призначені для теплового захисту спального місця [2], або – постільна білизна для накривання тіла людини, що складається із обшивки й наповнювача [3].

© Михайлова Галина, 2018

Подушка – це набитий пухом, пір'ям, сіном чи іншим начинням мішок, що використовується як м'яка підстилка під голову, для сидіння та інших цілей [1], або – постільна білизна, на яку кладуть голову під час відпочинку, що складається із обшивки та наповнювача [3].

Ковдри й подушки під час сну та відпочинку зберігають природне й ненапружене положення тіла людини, а також необхідний мікроклімат як в підковдровому просторі, так і в зоні голови та шиї.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу властивостей текстильних матеріалів і визначенню їхньої якості й безпечності присвячено роботи Б. Д. Семака, І. С. Галика, Г. Ф. Пугачевського, Г. І. Сукач, Л. Г. Ніколайчук, Н. І. Осипенко, А. М. Слізкова та ін. [4–12].

Як свідчить аналіз нормативних документів (*далі* – НД) та досліджень вчених, якість і безпечність текстильних матеріалів і виробів визначається низкою основних чинників [4–9]:

- рівнем безпечності текстильної сировини (волокон, ниток, барвників, апретів, текстильно-допоміжних сполук тощо) та екологічності технологій її виробництва;
- рівнем безпечності текстильних матеріалів і виробів різних способів виробництва (тканого, нетканого, трикотажного, швейного, килимового, текстильно-галантерейного) та цільового призначення;
- досконалістю системи стандартизації та обґрунтованістю вимог до рівня безпечності текстильних матеріалів і виробів різних способів виробництва, призначення, будови та оброблення;
- рівнем обґрунтованості вибору норм, критеріїв і методів оцінювання безпечності текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення;
- узгодженістю і гармонізацією вимог до безпечності текстильних матеріалів і виробів, які зафіксовані у вітчизняних і зарубіжних екологічних стандартах.

Вітчизняні та міжнародні НД, що стосуються визначення безпечності ковдр і подушок, а також матеріалів, із яких вони виготовлені, мають деякі розбіжності в нормованих рівнях показників якості, проте порівняльний аналіз їх є недостатнім, що впливає на конкурентоспроможність постільних виробів українських виробників.

Мета статті – здійснити порівняльний аналіз вимог вітчизняних і зарубіжних НД щодо безпечності постільних виробів з об'ємними наповнювачами, зокрема ковдр і подушок.

Матеріали та методи. Використано методи логічного аналізу й узагальнення наукової літератури, вітчизняних і міжнародних НД.

Загальні вимоги до систем управління якістю підприємств регламентуються міжнародним стандартом ДСТУ ISO 9001 [13]. Базуючись на ньому, для текстильних матеріалів різного призначення розроблено міжнародні екологічні стандарти: *Oeko-Tex Standard 100* (*далі* – *Oeko-Tex 100*), що використовується для текстильної продукції,

Oeko-Tex Standard 1000 (далі – *Oeko-Tex 1000*) – для виробничих підприємств і *Oeko-Tex Standard 100plus* (далі – *Oeko-Tex 100plus*), якщо текстильна продукція відповідає критеріям *Oeko-Tex 100* і виготовляється на підприємствах, що сертифіковані згідно *Oeko-Tex 1000* [14] та вітчизняні нормативні документи – ДСТУ 4239:2003 [15] та ДСанПін [16].

Результати дослідження. За рівнем значимості екологічної безпечності текстильні матеріали й вироби в *Oeko-Tex 100* поділяються на класи [17]:

- Клас 1 – для дітей віком до 2-х років;
- Клас 2 – безпосередньо контактують зі шкірою людини під час експлуатації;
- Клас 3 – не мають прямого контакту зі шкірою при експлуатації;
- Клас 4 – декоративні (скатерки, штори, фіранки тощо).

Оскільки в зазначеному вище НД містяться лише загальні вимоги до текстильних матеріалів і виробів із них, ковдри й подушки можна віднести до класів 1, 2, 3.

Матеріали й вироби зазначених вище класів відрізняються між собою за рівнем вимог до вмісту шкідливих речовин (вільного формальдегіду, залишків важких металів і пестицидів та інших хімічних речовин).

Особливістю побудови стандарту *Oeko-Tex 100* є те, що в ньому вперше об'єднано в єдину систему показники безпечності текстильних матеріалів і виробів різних способів виробництва, волокнистого складу та призначення, які раніше містилися в окремих стандартах.

Тестування текстильних матеріалів відповідно до вимог стандарту *Oeko-Tex 100* може проводитися лише акредитованими асоціацією *Oeko-Tex* лабораторіями, що підтверджується екологічним сертифікатом і дає право наносити на маркування продукції таку інформацію: *Confidence in textiles. Tested for harmful substances according to Oeko-Tex Standard 100* (Текстиль, що заслуговує на довіру. Перевірений на вміст шкідливих речовин відповідно *Oeko-Tex Standard 100*).

За допомогою сертифіката відповідності підприємство-виробник декларує безпечність текстильної продукції [18; 19], а відповідним маркуванням – інформує про це споживачів. Водночас довіра останніх до сертифікованої продукції зазвичай зростає, що сприяє збільшенню обсягів її реалізації на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Стандарт *Oeko-Tex 100* не охоплює повний життєвий цикл текстильних виробів, але висуває жорсткі вимоги до якості та безпечності сировини та готової продукції. За системою *Oeko-Tex 100* перевірка текстильної продукції на наявність шкідливих речовин орієнтується на призначення та діє за принципом: що інтенсивніший контакт текстилю зі шкірою, то жорсткіші вимоги.

Такий підхід до формулювання вимог екологічної безпечності текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення використано також у вітчизняному стандарті ДСТУ 4239:2003 "Матеріали та вироби текстильні і шкіряні побутового призначення. Основні гігієнічні вимоги" [15], гармонізованому з *Oeko-Tex 100*.

Із огляду на безпечність текстильної продукції (зокрема, ковдр, подушок та їх наповнювачів) гігієнічні вимоги, згідно з ДСТУ 4239:2003, поділяються на групи (рисунки):



Класифікація безпечності текстильної продукції за ДСТУ 4239:2003

Побудовано автором за [15].

Окрім переробної промисловості, питанням гігієнічності одягу, білизни та виробів, що контактують з тілом людини, значну увагу також приділяє Міністерство охорони здоров'я України. Для цього розроблено Державні санітарні норми та правила "Матеріали та вироби текстильні, штучні та хутряні. Основні гігієнічні вимоги" [19]. Зазначений ДСанПін розроблено з метою гармонізації вимог вітчизняних екологічних стандартів з аналогічними стандартами *Oeko-Tex*.

Відповідно зазначеного ДСанПін до текстильних матеріалів і виробів висуваються такі гігієнічні вимоги:

- сировина натурального, штучного та синтетичного походження, хімічні сполуки й хімічні композиції, що застосовуються у виробництві продукції, мають бути безпечними для здоров'я людини;

- виробник, який виробляє продукцію, зобов'язаний забезпечити виробничий контроль сировини та хімічних речовин, що застосовуються у виробництві продукції, щодо їх безпечності для людини згідно з гігієнічними нормативами та регламентами;
- сировина для виготовлення текстильних матеріалів і текстильно-допоміжні речовини, композиції для апретування, барвники не повинні у своєму складі містити хімічні сполуки, що належать до класу 1 небезпечності;
- забороняється використання у виробництві текстильних матеріалів хімічних сполук, що можуть викликати шкірно-подразнюючу й алергенну дію та канцерогенні ефекти;
- нові сполуки, що впроваджуються у виробництво текстильних матеріалів повинні бути безпечними для здоров'я людини й мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи;
- продукція, що реалізується, має супроводжуватися позитивним висновком державної санітарно-епідеміологічної експертизи, відповідати своєму призначенню і за звичайних умов експлуатації не загрожувати здоров'ю та життю споживачів;
- інтенсивність запаху матеріалів текстильних, шкіряних, хутрових і виробів з них не має перевищувати допустимих значень.

Окремо груповані вимоги щодо безпечності та гігієнічні нормативи речовин, що виділяються з ковдр і подушок з урахуванням виду наповнювача та рецептури чохла. У таблиці наведено порівняльний аналіз деяких вимог стандарту *Oeko-Tex 100* до текстильних матеріалів і виробів [17], ДСТУ 4239:2003 [15] та ДСанПін [16].

Необхідно звернути увагу на те, що в НД по-різному оцінюється наявність запаху постільних виробів. Згідно з [18] інтенсивність запаху визначається за шкалою оцінок: 1 – без запаху; 2 – слабкий; 3 – стерпний; 4 – подразний; 5 – нестерпний. Відповідно до [19] інтенсивність запаху визначається за шкалою, яка починається з 0 балів – запах відсутній і не виявляється жодним із експертів; 1 бал – ледве помітний, виявляється найбільш чутливими особами; 2 – слабкий, привертає увагу, але визначається, якщо експерти націлені на його визначення; 3 – виразний, легко відчутний, якщо навіть увагу експерти не звертають на нього; 4 – сильний, звертає на себе увагу; 5 – нестерпний, виключає можливість тривалий час перебувати в приміщенні. Отже, існуючі розбіжності та невідповідності за цим показником можуть спричинити складності у формуванні загальних висновків щодо безпечності текстильних матеріалів і виробів.

Перелік пестицидів, на вміст яких перевіряється текстильна продукція відповідно до *Oeko-Tex 100*, є значно ширшим і містить орієнтовно 60 найменувань. У ДСТУ 4239:2003 їх приблизно 10, а в ДСанПін узагалі цей показник не нормується, що, на наш погляд, є недоліком і спричиняє додаткову загрозу для споживача.

Вимоги до безпечності постільних виробів із об'ємними наповнювачами

Показник та одиниці вимірювання	Норма і характеристика					
	<i>Oeko-Tex 100</i>			ДСТУ 4239:2003		ДСаНПіН 3.3182–2012
	Клас 1	Клас 2	Клас 3	ковдри, подушки та їх наповнювачі		ковдри, подушки та їх наповнювачі*, мг/м ³
				дитячі	дорослі	
Величина рН, од. - вовни, шовку - іншої сировини	4.0–7.5	4.0–7.5	4.0–9.0	4.0–7.5 4.8–7.5	4.0–7.5 4.8–7.5	4.8–7.5
Кількість формальдегіду, мкг/г, не більше ніж	Не дозволено	75.0	300.0	20	75	0.003
Залишки важких металів, що здатні до екстрагування, мкг/г, не більше ніж						
- миш'як (As)	0.2	1.0	1.0	0.2	1.0	–
- свинець (Pb)	0.2	1.0	1.0	0.2	1.0	
- кадмій (Cd)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
- хром (Cr)	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	
- хром VI (CrVI)	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено	
- ртуть (Hg)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
- кобальт (Co)	1.0	4.0	4.0	1.0	4.0	
- мідь (Cu)	25.0	50.0	50.0	5.0	50.0	
- нікель (Ni)	1.0	4.0	4.0	1.0	4.0	
- сурма (Sb)	30.0	30.0	30.0	–	–	
Вміст пестицидів, мкг/г, не більше ніж	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	–
Вміст пентахлорфенолу, мкг/г, не більше ніж	0.05	0.5	0.5	0.05	0.5	–
Вміст азобарвників, МАК класів III A1 і III A2, мкг/г	Не дозволено					+
Вміст хлорорганічних носіїв, мкг/г	1.0	1.0	1.0	Не дозволено		–

Закінчення табл.

Показник та одиниці вимірювання	Норма і характеристика					
	Oeko-Tex 100			ДСТУ 4239:2003		ДСаНПіН 3.3182–2012
	Клас 1	Клас 2	Клас 3	ковдри, подушки та їх наповнювачі		ковдри, подушки та їх наповнювачі*, мг/м ³
				дитячі	дорослі	
Стійкість пофарбування, бал, не менше, до:						
- води	3	3	3	–	3	3
- прання	–	–	–	–	3–4	3–4
- кислого поту	3–4	3–4	3–4	–	3–4	–
- лужного поту	3–4	3–4	3–4	–	3–4	–
- сухого тертя	4	4	4	4	4	4
- мокрого тертя	–	–	–	2–3	2–3	2–3
Стійкість пофарбування до слини, ступінь забарвлення	Стійка	–	–	Стійка	–	–
Наявність запаху за шкалою оцінок, бал, не більше ніж	Характерний запах			1	1	1 – для дітей 2 – для дорослих
Емісія випаровувальних компонентів, мг/м ³ , не більше ніж						
- фенол	–	–	–	–	–	0.003
- бензол	–	–	–	–	–	0.100
- толуол	0.1	0.1	0.1	–	–	0.600
- ксилол	–	–	–	–	–	0.200

Знак (–) – для цього виду продукції показник не визначають.

Азобарвники: МАК класу III A1 – особливо небезпечні для здоров'я людини речовини;

МАК класу III A2 – небезпечні канцерогенні речовини.

*Гранично допустима середньодобова концентрація в атмосферному повітрі.

Побудовано автором за [15–17].

У стандарті *Oeko-Tex 100* включено більш суворі вимоги до постільних виробів для дітей віком до 36 місяців, а в ДСТУ4239:2003 визначено окремі вимоги до постільних виробів для дітей віком до 24 міс. У ДСаНПін узагалі не виділено вимоги щодо безпечності текстильних матеріалів і виробів для дітей, що потребує нагального осучаснення норм.

У стандарті *Oeko-Tex 100* зазначено, що текстильна продукція Класу 1 не має містити формальдегіди, водночас у вітчизняних НД встановлюється певний допустимий рівень цієї речовини для вказаної групи товарів, що може викликати додаткову небезпеку для дитячого організму.

У цілому вимоги *Oeko-Tex 100*, ДСТУ 4239:2003 та ДСаНПін є гармонізованими між собою. Водночас існує низка розбіжностей, що виникають насамперед тому, що номенклатура показників *Oeko-Tex 100* регулярно переглядається, коригується та вдосконалюється, а ДСТУ 4239:2003 є незмінним останніх п'ятнадцять років.

Зазначений у статті ДСаНПін має певну специфіку включення показників безпечності текстильних матеріалів та їх нормування, що пояснюється особливостями галузевого розвитку. В цьому документі не виділено вимоги щодо безпечності текстильних матеріалів і виробів для дітей.

Вміст залишків важких металів, що здатні до екстрагування, в усіх документах різний. Зокрема, в стандарті *Oeko-Tex 100* ці вимоги є жорсткішими. Окрім того, у вітчизняних НД не нормуються допустимі рівні вмісту фталатів, оловоорганічних сполук, барвників і поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Також для постільних виробів із об'ємними наповнювачами не нормовано наявність патогенних і руйнуючих волокна мікроорганізмів.

Висновки. Встановлено відмінності та розбіжності вимог до показників безпечності у чинних вітчизняних і міжнародних нормативних документах. Доцільно пропонувати Технічному комітету стандартизації ТК 125 "Легка промисловість" переглянути та доповнити перелік показників безпечності та рівень вимог до них для текстильних матеріалів і виробів у відповідних вітчизняних документах, а також рівні їх нормованих значень відповідно до сучасних вимог, що містяться в *Oeko-Tex 100*. Це уможливить забезпечити внутрішній і міжнародний ринки безпечними та конкурентоспроможними постільними виробами.

Подальші дослідження передбачатимуть оцінювання безпечності ковдр і подушок відповідно до обґрунтованого та оптимізованого комплексу показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Великий* тлумачний словник сучасної української мови. Київ ; Ірпінь : ВТФ "Перун", 2015. 1440 с.
2. ДСТУ 2027–92. Вироби швейні й трикотажні. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України. 1993. 14 с.
3. ДСТУ EN 13186:2010. Білизна постільна, наповнена пером та пухом. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України. 2014. 10 с.
4. *Галик І. С.*, Концевич О. Б., Семак Б. Д. Екологічна безпека та біостійкість текстильних матеріалів : монографія. Львів : ЛКА, 2006. 232 с.
5. *Пугачевський Г. Ф.*, Михайлова Г. М., Гілевич Ю. В. Проблеми безпечності наповнювачів для постільних виробів. Легка пром-сть. 2015. № 4. С. 12–15.
6. *Галик І. С.*, Семак Б. Д., Семак З. М. Стандартизація вимог до екологічної безпеки текстилю. Вісн. Львів. комерційної акад. 2013. Вип. 13. С. 41–46. Серія товарознавча.
7. *Галик І. С.*, Семак Б. Д. Основні напрямки розвитку текстильного товарознавства в ХХІ столітті. Вісн. Львів. торг.-екон. ун-ту. 2017. Вип. 18. С. 5–11. Серія товарознавча.
8. *Сукач Г. І.*, Ніколайчук Л. Г. Проблема дослідження якості та безпечності текстильних товарів. Вісн. Львів. комерційної акад. 2014. Вип. 14. С. 97–101. Серія товарознавча.
9. *Михайлова Г. М.*, Гілевич Ю. В. Електрична безпечність постільних виробів з об'ємними наповнювачами. Технічні науки та технології : наук. журн. Черніг. нац. технол. ун-ту. 2015. № 2. С. 227–231.
10. *Осипенко Н. І.*, Пугачевський Г. Ф. Безпечність товарів як передумова формування вітчизняного споживчого ринку. Товарознавство та інновації. 2010. Вип. 2. С. 8–15.
11. *Слізков А. М.*, Упірова Н. І. Проблеми екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості і шляхи їх вирішення. Вісн. КНУТД. 2015. № 2 (84). С. 221–226. Серія "Технічні науки".
12. *Упірова Н. І.*, Слізков А. М., Дмитренко Л. А. Шляхи розвитку екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості України. Вісн. КНУТД. 2015. № 3 (86). С. 157–163. Серія "Технічні науки".
13. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 22 с.
14. *Био Україна*. URL : <https://bioukraine.com.ua/standarty-sertifikacii/oeko-tex.html>.
15. ДСТУ 4239:2003. Матеріали та вироби текстильні і шкіряні побутового призначення. Основні гігієнічні вимоги. Київ : Держспоживстандарт, 2004. 17 с.
16. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Матеріали та вироби текстильні, шкіряні і хутрові. Основні гігієнічні вимоги". Наказ М-ва охорони здоров'я України від 29.12.2012 р. № 1138. URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0086-13>.
17. *Oeko-Tex Standard 100*. URL : <https://www.oekotex.com>.
18. ДСТУ ISO /IEC 17050-1:2005. Оцінювання відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Ч. 1. Загальні вимоги. Київ : Держспоживстандарт, 2007. 6 с.
19. ДСТУ ISO /IEC 17050-2:2006. Оцінювання відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Ч. 2. Підтверджувальні документи. Київ : Держспоживстандарт, 2007. 6 с.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2018.

Mykhailova G. Safety requirements for bedding products with volumetric fillers.

Background. Assortment of bedding products in Ukrainian market is wide. It includes blankets, mattress covers, pillows and other articles with different volumetric fillers.

Various materials can be used as volumetric fillers for bedding products, for example, birds' down and feather, vegetable and animal fibers, as well as synthetic fibers. The right choice of filler and other textile materials determines their safety, which is an important problem.

The aim of the article is to carry out a comparative analysis of the requirements of domestic and foreign normative document regarding the safety of bedding products with volumetric fillers, in particular for blankets and pillows.

Material and methods. Methods of logical analysis and generalization of scientific literature, Ukrainian and international normative documents are used.

Results. General environmental requirements for various materials and products are regulated by the international standard ISO 9001. Based on this normative document for textile materials of different purpose international environmental standards were developed, for example, *Oeko-Tex Standard 100* (for textile materials), Ukrainian standard DSTU 4239:2003 "Textile and leather materials and products of household purposes. Basic hygiene requirements", State sanitary norms and rules "Textile, artificial and fur materials and products. Basic hygienic requirements".

Conclusion. As a result of the comparative analysis of current Ukrainian and international regulatory documents, differences were found in the standardization of safety indicators. Therefore, it is advisable to propose to the Technical committee on standardization TC 125 to revise and add the list of safety indicators and the level of requirements for them as regards textile materials and products in the respective Ukrainian regulatory documents, as well as the levels of their normalized values in accordance with modern requirements contained in the *Oeko-Tex-100 standard*. The above mentioned will allow to provide domestic and international markets with safe and competitive bedding products.

Keywords: safety, requirements, blankets, pillows, fillers.

REFERENCES

1. *Velykyj tlumachnyj slovnyk suchasnoi' ukrai'ns'koi' movy.* Kyi'v ; Irpin' : VTF "Perun", 2015. 1440 s.
2. DSTU 2027–92. Vyroby shvejni j trykotazhni. Terminy ta vyznachennja. Kyi'v : Derzhstandart Ukrai'ny. 1993. 14 s.
3. DSTU EN 13186:2010. Bilyzna postil'na, napovnena perom ta puhom. Tehnichni umovy. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny. 2014. 10 s.
4. *Galyk I. S., Koncevych O. B., Semak B. D. Ekologichna bezpeka ta biostijkist' tekstyl'nyh materialiv : monografija.* L'viv : LKA, 2006. 232 s.
5. *Pugachevs'kyj G. F., Myhajlova G. M., Gilevich Ju. V. Problemy bezpechnosti napovnuvachiv dlja postil'nyh vyrobiv. Legka prom-st'.* 2015. № 4. S. 12–15.
6. *Galyk I. S., Semak B. D., Semak Z. M. Standartyzacija vymog do ekologichnoi' bezpeky tekstylju.* Visn. L'viv. komercijnoi' akad. 2013. Vyp. 13. S. 41–46. Serija tovaroznavcha.
7. *Galyk I. S., Semak B. D. Osnovni naprjamky rozvytku tekstyl'nogo tovaroznavstva v XXI stolitti.* Visn. L'viv. torg.-ekon. un-tu. 2017. Vyp. 18. S. 5–11. Serija tovaroznavcha.

8. Sukach G. I., Nikolajchuk L. G. Problema doslidzhennja jakosti ta bezpechnosti tekstyl'nyh tovariv. Visn. L'viv. komercijnoi' akad. 2014. Vyp. 14. S. 97–101. Serija tovaroznavcha.
9. Myhajlova G. M., Gilevich Ju. V. Elektrychna bezpechnist' postil'nyh vyrobiv z ob'jemnymy napovnjuvachamy. Tehnichni nauky ta tehnologii' : nauk. zhurn. Chernig. nac. tehnol. un-tu. 2015. № 2. S. 227–231.
10. Osypenko N. I., Pugachevskij G. F. Bezpechnist' tovariv jak peredumova formuvannja vitchyznjanogo spozhyvchogo rynku. Tovaroznavstvo ta innovacii'. 2010. Vyp. 2. S. 8–15.
11. Slizkov A. M., Upirova N. I. Problemy ekologichnoi' sertyfikacii' produkcii' tekstyl'noi' ta legkoi' promyslovosti i shljahy i'h vyrishennja. Visn. KNUTD. 2015. № 2 (84). S. 221–226. Serija "Tehnichni nauky".
12. Upirova N. I., Slizkov A. M., Dmytrenko L. A. Shljahy rozvytku ekologichnoi' sertyfikacii' produkcii' tekstyl'noi' ta legkoi' promyslovosti Ukraïny. Visn. KNUTD. 2015. № 3 (86). S. 157–163. Serija "Tehnichni nauky".
13. DSTU ISO 9001:2015. Systemy upravlinnja jakistju. Vymogy. Kyi'v : DP "UkrNDNC", 2016. 22 s.
14. *Bio Ukrayna*. URL : <https://bioukraine.com.ua/standarty-sertifikacii/oeko-tex.html>.
15. DSTU 4239:2003. Materialy ta vyroby tekstyl'ni i shkirjani pobutovogo pryznachennja. Osnovni gigijenichni vymogy. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart, 2004. 17 s.
16. Pro zatverdzhennja Derzhavnyh sanitarnyh norm ta pravyl "Materialy ta vyroby tekstyl'ni, shkirjani i hutrovi. Osnovni gigijenichni vymogy". Nakaz M-va ohorony zdorov'ja Ukraïny vid 29.12.2012 r. № 1138. URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0086-13>.
17. *Oeko-Tex Standard 100*. URL : <https://www.oekotex.com>.
18. DSTU ISO /IEC 17050-1:2005. Ocinyvannja vidpovidnosti. Deklaracija postachal'nyka pro vidpovidnist'. Ch. 1. Zagal'ni vymogy. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart, 2007. 6 s.
19. DSTU ISO /IEC 17050-2:2006. Ocinyvannja vidpovidnosti. Deklaracija postachal'nyka pro vidpovidnist'. Ch. 2. Pidtverdzhual'ni dokumenty. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart, 2007. 6 s.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 658.562:[641.528.6:635.356

ЛЕВИЦЬКА Станіслава,

*аспірант кафедри товарознавства,
управління безпечністю та якістю*

Київського національного торговельно-економічного університету

БЕЛІНСЬКА Світлана,

*д. т. н., професор, завідувач кафедри товарознавства,
управління безпечністю та якістю*

Київського національного торговельно-економічного університету

МОРОЗ Олена,

*д. е. н., професор, завідувач кафедри підприємництва
та фінансової діяльності*

Вінницького національного технічного університету

ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНОЇ КАПУСТИ БРОКОЛІ

Розроблено прогнозу модель якості швидкозамороженої капусти брокколі, попередньо витриману 20 хв у 3 %-му розчині кухонної солі залежно від найбільш впливових факторів – терміну зберігання ($r = -0.84$), масової частки аскорбінової кислоти ($r = 0.91$), кількісного вмісту ізотіоціанатів ($r = 0.93$), загального вмісту a - і b -хлорофілу ($r = 0.91$).

Ключові слова: прогнозування, прогнозна модель, узагальнений показник, функція бажаності, швидкозаморожена капуста брокколі.

Левицкая С., Белинская С., Мороз Е. Прогнозирование качества быстрозамороженной капусты брокколи. Разработана прогнозируемая модель качества быстрозамороженной капусты брокколи, предварительно выдержанной 20 мин в 3 %-м растворе поваренной соли в зависимости от наиболее влиятельных факто-

ров – строка хранения ($r = -0.84$), массовой доли аскорбиновой кислоты ($r = 0.91$), количественного содержания изотиоцианатов ($r = 0.93$), общего содержания *a*- и *b*-хлорофилла ($r = 0.91$).

Ключевые слова: прогнозирование, прогнозируемая модель, обобщенный показатель, функция желательности, быстрозамороженная капуста брокколи.

Постановка проблеми. Автоматизація технологічних процесів та імовірність виникнення значних матеріальних витрат при прийнятті технічно чи економічно необґрунтованих рішень зумовлює необхідність розширення сфери застосування методів прогнозування в харчовій промисловості.

Найбільш поширеними методами, які використовуються для прогнозування якості продукції, є метод експертних оцінок, метод екстраполяції та методи моделювання. Критеріями вибору методу є: легкість застосування; доступність отримання фактичних даних; якість, достовірність, достатність отриманих даних; можливість інтерпретації; ймовірність отримання результатів і допустимість побудованого прогнозу у визначеному проміжку часу, для якого його здійснено.

Різні математичні методи застосовуються як при вивченні та оптимізації режимів і параметрів різних технологічних процесів, так і при визначенні окремих показників якості та термінів придатності готових продуктів [1–3]. Вітчизняними та зарубіжними дослідниками розроблено математичні моделі, що уможливають спрогнозувати зазначені напрями [4–9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. О. В. Чернишова [4] математично описала залежність вмісту екстрактивних і дубильних речовин в екстрактах пряно-ароматичних рослин, що уможливило підібрати оптимальні режими процесу екстракції. К. Д. Ібрагимом [5] розроблено прогнозну модель виходу олії з плодів оливкового дерева, що дало змогу розрахувати вихід олії за вмістом ліпідів у сировині. М. Аамір, М. Овссіпур, С. Саблани, В. Раско [6] запропоновано кінетичні моделі термічної інактивації вірусних і бактеріальних патогенів, які використовують для оцінки змін якості, що відбуваються під час термічної обробки рослинної сировини. V. Mitrevski, С. Mitrevska, Т. Geramitcioski, V. Mijakovski [7] спрогнозували зміни якості плодово-овочевої продукції під час інфрачервоного вакуумного сушіння. В. Ling, J. Tang, F. Kong, E. J. Mitcham, S. Wang [8] досліджено зміни якості тропічних фруктів під час термічної обробки та розроблено прогнозну модель якості, яка описує кінетику зміни С-вітамінної цінності й дає змогу спрогнозувати термін зберігання фруктів. Модель якості, розроблена М. Giannakourou, Р. Таукіс [9], уможливує перевірку біологічної цінності швидкозамороженого шпинату, зелених бобів і гороху в ланцюзі заморожування.

При цьому якість, як об'єкт прогнозу, розглядається науковцями як замкнута система декількох підсистем (рис. 1) [4; 6; 8; 9].



Рис. 1. Системний підхід до прогнозування якості харчових продуктів

Наведене свідчить, що побудова прогнозних моделей якості передбачає ґрунтовне дослідження хімічного складу, встановлення зв'язків і залежностей між показниками якості й не може бути універсальною для різних видів харчових продуктів.

При використанні математично-статистичних методів формальна модель, яка базується на обраних змінних, обов'язково перевіряється на її адекватність. Оцінку точності прогнозу здійснюють для встановлення допустимої похибки. При невідповідності моделі виконують коригувальні дії [2; 3].

Мета роботи – розроблення прогнозної моделі якості швидкозамороженої капусти броколі.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – швидкозаморожена капуста броколі (*ШЗКБ*) сорту *Партенон*: контроль та попередньо оброблена (дослід) – витримка 20 хв у 3 %-му розчинні кухонної солі.

Побудову прогнозної моделі та розрахунок статистичного критерію Фішера здійснено в середовищі *Excel*.

Збереженість споживних властивостей *ШЗКБ* упродовж заморожування та низькотемпературного зберігання встановлено за узагальненою функцією бажаності Харрінгтона. Споживні властивості капусти броколі визначено в середній пробі за органолептичними (зовнішній вигляд, смак, запах, забарвлення) та фізико-хімічними (вміст розчинних сухих речовин (РСР), аскорбінової кислоти (АК), ізотіоціанатів, *a*- і *b*-хлорофілу та втрати маси) показниками під час заморожування та впродовж низькотемпературного зберігання протягом 1, 3, 9 міс. у 2015–2017 рр.

Для побудови шкали бажаності (рис. 2) використано [10] готові розрахункові таблиці відповідності між параметрами переваги та їх числовими характеристиками [15].

Значення окремого відгуку, переведеного в безмірну шкалу бажаності позначено через:

$$du \ (u = 1, 2, \dots, n). \quad (1)$$

Вибір відміток 0.63 та 0.37 пояснюється зручністю обчислення: $0.63 \sim 1 - 1/e$; $0.37 \sim 1/e$ ($e = 2.71828182$).

Для кожного значення матриці натуральних відгуків знаходили відповідну границю з матриці перетворених відгуків.

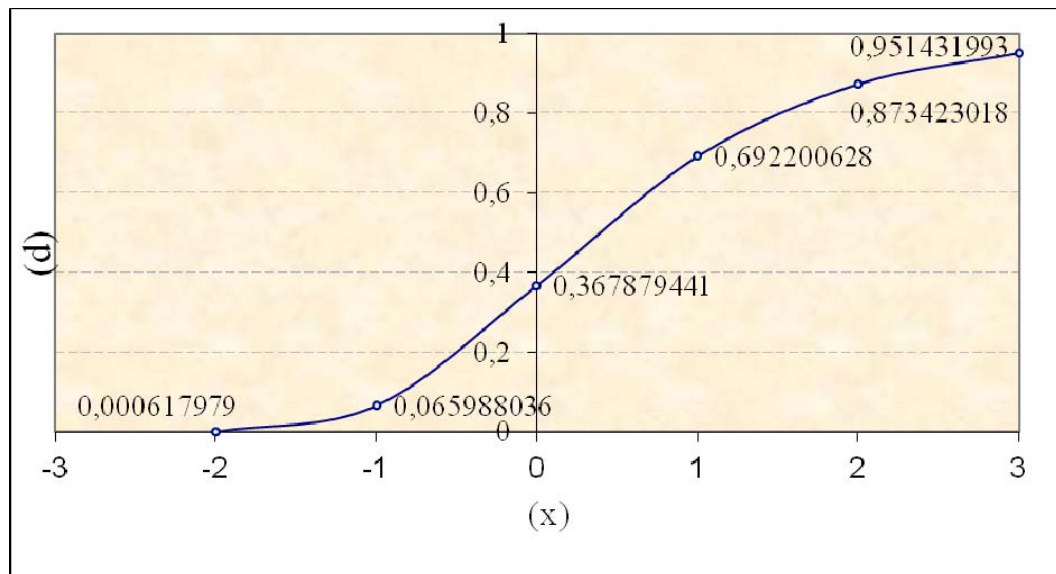


Рис. 2. Шкала бажаності Харрінгтона [10]

Лінійну інтерполяцію для знаходження значення відгуку за кодовою шкалою наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Стандартні відмітки шкали бажаності

Бажаність	Відмітки на шкалі
Дуже добре	1.00–0.80
Добре	0.80–0.63
Задовільно	0.63–0.37
Погано	0.37–0.20
Дуже погано	0.20–0.00

Узагальнена функція бажаності задавалась як середнє геометричне окремих відгуків [10].

Результати дослідження. За розрахунками відповідних значень функцій бажаності отримано таблицю перетворених відгуків і даних за кодовою шкалою функції бажаності (*табл. 2*).

Таблиця 2

Відгуки перетворення за шкалою бажаності для швидкозамороженої капусти броколі

Тривалість зберігання, міс.	Дегустаційна оцінка	Вміст				Втрати маси	Узагальнений відгук	Бажаність
		PCP	AK	ізотіоціанатів	<i>a</i> - і <i>b</i> -хлорофілу			
Дослід								
0*	0.782	0.678	0.928	0.067	0.743	0.324	0.817	Дуже добра
1	0.627	0.534	0.887	0.049	0.655	0.438	0.713	Добра
3	0.321	0.467	0.862	0.038	0.531	0.518	0.698	Добра
6	0.299	0.321	0.377	0.933	0.248	0.669	0.498	Задовільна
9	0.107	0.118	0.018	0.018	0.055	0.847	0.348	Погана
Контроль								
0*	0.827	0.698	0.789	0.843	0.723	0.327	0.773	Добра
1	0.474	0.497	0.523	0.607	0.498	0.438	0.495	Задовільна
3	0.253	0.563	0.341	0.369	0.387	0.517	0.321	Погана
6	0.148	0.291	0.198	0.137	0.268	0.663	0.196	Дуже погана
9	0.109	0.237	0.069	0.059	0.038	0.851	0.068	Дуже погана

*свіжозаморожена капуста броколі.

Отримані дані свідчать, що за узагальненим відгуком свіжо-заморожена капуста броколі досліджуваного варіанта має дуже добру якість, контрольного – добру. Протягом 3-х місяців зберігання встановлено зниження рівня якості обох варіантів капусти, проте досліджуваний зразок має добру якість, а контрольний – задовільну (див. *табл. 2*). Саме тому для побудови прогнозової моделі якості швидкозамороженої капусти броколі обрано дані дослідного варіанта.

Для визначення найбільш впливових показників на якість швидкозамороженої капусти броколі використано метод прямого відбору (*Forward Selection*), згідно з яким із множини факторів обрано ті, що мають найбільшу кореляцію з показником (*табл. 3*).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між показниками якості капусти броколі та узагальненим відгуком

Показник	Коефіцієнт кореляції для досліджуваного зразка
Тривалість зберігання, міс.	-0.84
Дегустаційна оцінка, балів	0.28
Вміст розчинних сухих речовин, %	0.56
Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г	0.91
Кількісний вміст ізотіоціанатів, %	0.93
Загальний вміст <i>a</i> - і <i>b</i> -хлорофілу, мг/100 г	0.91
Втрати маси, %	0.48

Кореляційні залежності носять як обернений, так і прямий характер, тобто збільшення значення фактору викликає відповідне зменшення показника та навпаки. Найбільш суттєвими виявилися вплив тривалості зберігання, вмісту аскорбінової кислоти, кількісного вмісту ізотіоціанатів, загального вмісту *a*- і *b*-хлорофілу на значення цільової функції. Саме тому ці фактори обрано для розробки прогнозової моделі якості швидкозамороженої капусти броколі.

Найкращою для прогнозування змін якості *ШЗКБ* виявилася лінійна модель (*Linear fit*) з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0.994$. Рівняння регресії, яке використовується для прогнозування, має вигляд:

$$y = 417.9 - 1.14x_1 + 29.73x_2 + 0.73x_3 + 12.24x_4, \quad (2)$$

де y – якість швидкозамороженої капусти броколі;

x_1 – термін зберігання, міс.;

x_2 – масова частка аскорбінової кислоти, мг/100 г;

x_3 – кількісний вміст ізотіоціанатів, %;

x_4 – загальний вміст *a*- і *b*-хлорофілу, мг/100 г.

Для оцінювання адекватності отриманої моделі використано статистичний критерій Фішера, розрахункове значення якого становить $F_{\text{розр}} = 58.934$, табличне – $F_{\text{табл}} = 5.591$.

Оскільки $F_{\text{розр}} > F_{\text{табл}}$, то отримана лінійна модель (2) є адекватною і може ефективно використовуватися для прогнозування якості швидкозамороженої капусти броколі.

Висновки. Встановлено, що визначальними факторами впливу на якість швидкозамороженої капусти броколі впродовж низькотемпературного зберігання є тривалість зберігання, масова частка аскорбінової кислоти, кількісний вміст ізотіоціанатів і загальний вміст *a*- і *b*-хлорофілу.

Збереженість високого рівня якості швидкозамороженої капусти броколі впродовж тривалого низькотемпературного зберігання можливе за умови стабілізації наведених вище показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Monzini A., Maltini E.* Aspetti tecnici della congelazione e qualita dei prodotti. *Industrie alimentari.* 1984. Vol. 34. P. 749–770.
2. *Шаповал М. І.* Менеджмент якості. Київ : Знання, 2007. 471 с.
3. *Благул І. С., Буртняк І. В., Малицька Г. П.* Прогнозування економічних і соціальних процесів : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2012. 156 с.
4. *Чернышова О. В., Цибизова М. Е.* Инновационный подход к получению экстрактов пряно-ароматических растений. Наука, образование, инновации: путь развития : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчат. : КамчатГТУ, 2013. С. 161–163.
5. *Ибрагим К. Д.* Разработка технологии комплексной переработки плодов и листьев оливкового дерева для создания новых продуктов геродиетического питания : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2005. 23 с.
6. *Aamir M., Mahmoudreza O., Shyam S., Rasco B.* Predicting the Quality of Pasteurized Vegetables Using Kinetic Models. *Hindawi Publishing Corporation.* 2013. Vol. 12. P. 1–30.
7. *Mitrevski V., Mitrevska S., Geramitcioski T., Mijakovski V.* Drying kinetics and mathematical modeling of far-infra red vacuum drying of some vegetables and fruits. *Applied Engineering Letters.* 2017. N 3. P. 109–114.
8. *Ling B., Tang J., Kong F.* Kinetics of Food Quality Changes During Thermal Processing. *Food and Bioprocess Technology.* 2015. N 2. P. 333–358.
9. *Giannakourou M., Taoukis P.* Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen vegetables under variable storage conditions. *Food Chemistry.* 2003. N 83. P. 33–41.
10. *Колтунов В. А., Пузік Л. М., Ермантраунт Е. Р., Платохін В. Я.* та ін. Наукові дослідження у товарознавстві сільськогосподарських продуктів : монографія ; за заг. ред. д-ра с.-г. наук, проф. В. А. Колтунова. Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2016. 236 с.

Стаття надійшла до редакції 14.05.2018.

Levitska S., Belinska S., Moroz O. Quality prediction of frozen broccoli.

Background. Automation of technological processes and the likelihood of significant material costs when making technically or economically unreasonable decisions necessitates the expansion of the scope of forecasting techniques in the food industry.

Scientists have developed different mathematical models for the optimization of modes and parameters of various processes and to predict the quality of the investigated products at all stages of its life cycle.

The aim of this study is to develop a predictive model of quality of frozen broccoli.

Material and methods. The object of research was frozen broccoli varieties Parthenon (Control) and pretreated (Experiment). Preliminary processing was carried out by soaking in 3 % sodium chloride solution for 20 minutes.

The construction of the predictive model and the calculation of the Fisher's statistical criterion were carried out in the Excel environment.

The properties conservation of broccoli during freezing and low-temperature storage were determined by the generalized Harrington desirability function. The consumer properties of broccoli cabbage are determined in the mean sample for organoleptic (appearance, taste, smell, color) and physico-chemical (content of soluble solids (PCR), ascorbic acid (AA), isothiocyanates, a- and b-chlorophyll and mass loss) indicators during freezing and during low temperature storage for 1, 3, 9 months in 2015–2017.

To construct a desirability scale (*Fig. 2*), ready-made spreadsheets of correspondence between preferences and their numerical characteristics were used. The generalized function of desirability was given as the average compound of individual desires [10].

Results. The development of the quality model was preceded by the identification of specific indicators (factors). The following indicators have the highest correlation: storage time ($r = -0.84$), mass fraction of ascorbic acid ($r = 0.91$) and quantitative content of isothiocyanate ($r = 0.93$), total content of a- and b-chlorophyll ($r = 0.91$). Therefore, we chose them to build a predictive model. Linear model with a coefficient of determination $R = 0.994$ turned out to be the best to predict changes in the quality of the research samples. The regression equation used for forecasting is:

$$y = 417.9 - 1.14x_1 + 29.73x_2 + 0.73x_3 + 12.24x_4,$$

where y – quality of frozen broccoli;

x_1 – storage life, months;

x_2 – mass fraction of ascorbic acid, mg/100 g;

x_3 – quantitative content of isothiocyanate, %;

x_4 – total content of a- and b-chlorophyll, mg/100 g.

In order to evaluate the adequacy of the obtained model, Fisher's statistical criterion was used, the estimated value of which is $F_{\text{calc}} = 58.934$, $F_{\text{tabl}} = 5.591$.

Since $F_{\text{calc}} > F_{\text{tabl}}$, the resulting linear model is adequate and can be effectively used to predict the quality of the frozen broccoli.

Conclusion. It is established that the determining factors of influence on the quality of frozen broccoli during long low-temperature storage are the storage period, mass fraction of ascorbic acid, quantitative content of isothiocyanate, total content of *a*- and *b*-chlorophyll.

Keywords: prediction, predictive model, generalized indicator, desirability function, frozen broccoli.

REFERENCES

1. *Monzini A., Maltini E.* Aspetti tecnici della congelazione e qualita dei prodotti. *Industrie alimentari.* 1984. Vol. 34. P. 749–770.
2. *Shapoval M. I.* Menedzhment jakosti. Kyi'v : Znannja, 2007. 471 s.
3. *Blagun I. S., Burtnjak I. V., Malyc'ka G. P.* Prognozuvannja ekonomichnyh i social'nyh procesiv : navch. posib. Ivano-Frankivs'k : Plaj, 2012. 156 s.
4. *Chernyshova O. V., Cibizova M. E.* Innovacionnyj podhod k polucheniju jekstraktov prjano-aromaticeskikh rastenij. *Nauka, obrazovanie, innovacii: put' razvitija : materialy IV Vseros. nauch.-prakt. konf. Petro-pavlovsk-Kamchat : KamchatGTU, 2013. S. 161–163.*
5. *Ibragim K. D.* Razrabotka tehnologii kompleksnoj pererabotki plodov i list'ev olivkovogo dereva dlja sozdaniya novyh produktov gerodieticheskogo pitaniya : avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk. Krasnodar, 2005. 23 s.
6. *Aamir M., Mahmoudreza O., Shyam S., Rasco B.* Predicting the Quality of Pasteurized Vegetables Using Kinetic Models. *Hindawi Publishing Corporation.* 2013. Vol. 12. P. 1–30.
7. *Mitrevski V., Mitrevska C., Geramitcioski T., Mijakovski V.* Drying kinetics and mathematical modeling of far-infra red vacuum drying of some vegetables and fruits. *Applied Engineering Letters.* 2017. N 3. P. 109–114.
8. *Ling B., Tang J., Kong F.* Kinetics of Food Quality Changes During Thermal Processing. *Food and Bioprocess Technology.* 2015. N 2. P. 333–358.
9. *Giannakourou M., Taoukis P.* Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen vegetables under variable storage conditions. *Food Chemistry.* 2003. N 83. P. 33–41.
10. *Koltunov V. A., Puzik L. M., Ermantraunt E. R., Platohin V. Ja.* ta in. *Naukovi doslidzhennja u tovaroznavstvi sil's'kogospodars'kyh produktiv : monografija ; za zag. red. d-ra s.-g. nauk, prof. V. A. Koltunova.* Harkiv : Vyd-vo Ivanchenka I. S., 2016. 236 s.

УДК 543.3:626.22

ГОНЧАРОВА Ірина,*к. х. н., доцент кафедри товарознавства,
управління безпекою та якістю**Київського національного торговельно-економічного університету***ГОЛОВКО Дмитро,***к. х. н., доцент кафедри технології неорганічних речовин та екології**Українського державного хіміко-технологічного університету, м. Дніпро*

АДСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ БЮВЕТНОЇ ВОДИ ВІД ЙОНІВ ФЕРУМУ(III)

Проаналізовано методи очищення води природних джерел. Фізико-хімічним аналізом встановлено склад зразків бюветної води Деснянського району м. Києва. Визначено загальну твердість, активну кислотність і вміст йонів Феруму(III) в бюветній воді. Обґрунтовано перспективність методу адсорбційного очищення бюветної води від надлишкових йонів Феруму(III) активованим вугіллям.

Ключові слова: бюветна вода, якість, безпека, загальна твердість, активна кислотність, вміст йонів Феруму(III), адсорбційне очищення.

Гончарова И., Головки Д. Адсорбционная очистка бюветной воды от ионов железа(III). Проанализированы методы очистки воды природных источников. Физико-химическим анализом установлен состав проб бюветной воды Деснянского района г. Киева. Определена общая жесткость, активная кислотность и содержание ионов железа(III) в бюветной воде. Обоснована перспективность метода адсорбционной очистки бюветной воды от избыточных ионов железа(III) активированным углем.

Ключевые слова: бюветная вода, качество, безопасность, общая жесткость, активная кислотность, содержание ионов железа(III), адсорбционная очистка.

Постановка проблеми. Сьогодні одним із пріоритетних завдань для багатьох регіонів України є забезпечення населення питною водою – незамінним компонентом здорової життєдіяльності. Адже здоров'я людини на 70 % залежить від якості та безпечності води й перебуває в прямому взаємозв'язку зі складом природних вод у джерелах, з яких здійснюється регулярне водопостачання [1; 2].

В організмі людини питна вода виконує важливі функції: зберігає структуру ДНК, здійснює доставку кисню в клітини, захищає кістки й суглоби, є засобом для видалення токсинів, регулює температуру тіла, забезпечує зволоження клітин і суглобів, підтримує імунну систему, виступає важливим компонентом травних соків [3]. Усі фізико-хімічні процеси в організмі відбуваються у водних розчинах, а тканини людини являють собою водно-колоїдні системи.

© Гончарова Ірина, Головки Дмитро, 2018

Для забезпечення цілісності функціонування організму необхідне споживання питної води, яка за органолептичними властивостями, хімічним і мікробіологічним складом та радіологічними показниками відповідає державним стандартам і санітарному законодавству відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4].

Вода природних джерел – складна дисперсна система, що містить безліч різноманітних мінеральних елементів, органічних і неорганічних сполук, склад і співвідношення яких визначаються умовами її формування. Якість і безпечність води зумовлені комплексом хімічних, фізико-хімічних, біологічних компонентів і фізичних властивостей, які визначають придатність води для певних видів користування [5].

Аналіз води включає визначення таких параметрів, як: температура, смак, запах, забарвлення, мутність, вміст завислих речовин, твердість, лужність, загальна та активна кислотність, вміст хлоридів, сульфатів, нітритів, нітратів, фосфатів, силікатів, амоніаку, йонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ , K^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , F^- , вільної та зв'язаної вуглекислоти, розчиненого кисню, гідроген сульфід, сухого залишку, втрата при прожарюванні, перманганатна окиснюваність, наявність органічних мікродомішок, біохімічне споживання кисню, мікробіологічні показники [6; 7].

До сучасних фізико-хімічних методів аналізу природної води належать: спектрофотометрія, кондуктометрія, рН-метрія, йонметрія, атомно-абсорбційна спектроскопія, газова, рідинна та йонообмінна хроматографія [8; 9].

Особлива увага приділяється визначенню безпечності води природних джерел на вміст шкідливих домішок, а саме: важких металів, нітратів, нітритів, пестицидів, тригалогенметанів, антиоксидантів, консервантів, ціанідів тощо [7; 10; 11].

Серед методів очищення природної води відомі: відстоювання, фільтрація, ультрафільтрація, зворотний осмос, йонний обмін, коагуляція, сорбція [12–15].

Сьогодні велика частина жителів м. Києва використовує в повсякденному житті бюветну воду. *По-перше*, на відміну від водопровідної її не знезаражують хлором. *По-друге*, бюветна вода надходить з артезіанської свердловини. Артезіанський водопровід м. Києва експлуатує свердловини двох водоносних горизонтів: сеноманкеловейського та середньоюрського. Воду з цих горизонтів піднімають насосами з глибини від 180 до 360 м. Водночас у м. Києві існує централізована система водопостачання. Для кожного району збудовано пункти роздачі води із артезіанських свердловин безпосередньо у бювети. Виробничий контроль за показниками якості бюветної води здійснюється органами Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів відповідно до статті 44 Закону України "Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення" [16].

Водночас проблемою населення, яке використовує воду з бюветів, є його думка, що вода в них чиста, доброякісна, без сторонніх домішок. Проте в деяких випадках і бюветна вода може містити підвищену кількість Феруму, Мангану, гідроген сульфід, сульфатів, хлоридів, карбонатів, що вимагає її додаткового очищення.

Мета роботи – визначення оптимальних параметрів проведення адсорбційного очищення води від надлишкових йонів Феруму(III) після дослідження якості та безпечності бюветної води Деснянського району м. Києва фізико-хімічними методами.

Матеріали та методи. *Об'єкти дослідження* – зразки питної води з 18-ти бюветів Деснянського району м. Києва.

Загальну твердість бюветної води визначено комплексометричним методом, заснованим на взаємодії катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} з трилоном Б в аміачному буферному розчині (рН 9.5) з утворенням внутрішньо-комплексних сполук. Активну кислотність вимірювали рН-метром *ULAB MP 511*.

Вміст йонів Феруму(III) до та після адсорбції визначено спектрофотометричним методом, який базується на утворенні червоно-фіолетової комплексної сполуки йонів Fe^{3+} 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) [17].

Досліди проведено в області рН 1.8–2.5 на спектрофотометрі *Specord 210* компанії *Analytik Jena* при довжині хвилі 510 нм (рис. 1).

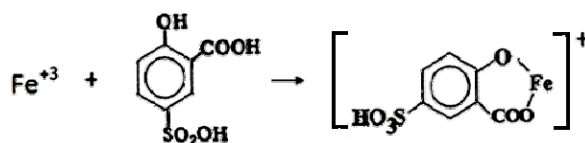


Рис. 1. Схема утворення комплексу Феруму(III) із сульфосаліциловою кислотою

Очищення зразків бюветної води від йонів Fe^{3+} проведено адсорбційним методом із використанням активованого вугілля марки *NORIT SA4 PAH* (Голандія) як із модельних розчинів $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, так і зразків бюветної води за температури 20 °С. Наважка сорбенту становила 0.2 г, об'єм модельних розчинів – 50 см³, час адсорбції – 10 хв.

При проведенні адсорбції із зразків бюветної води в мірні колби місткістю 50 см³ поміщали 25 см³ досліджуваної води з бюветів, додавали 21 см³ дистильованої води та 0.2 г активованого вугілля. Адсорбцію проведено протягом 10 хв і розчини відфільтровано. Після цього додавали 3 см³ 0.1 % сульфосаліцилової кислоти та 1 см³ 0.5 н сульфатної кислоти, перемішували й виміряли оптичну густину одержаного розчину при $\lambda=510$ нм.

Результати досліджень. Загальна твердість води – це сукупність властивостей води, обумовлених наявністю в ній катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} . Вона складається з карбонатної (тимчасової) та некарбонатної (постійної) твердості. Перша викликана наявністю гідрокарбонатів Ca^{2+} і Mg^{2+} , друга – наявністю сульфатів, хлоридів, нітратів, силікатів [17]. Оскільки 1 мекв твердості відповідає вмісту 20.04 мг/дм^3 йонів Ca^{2+} або 12.16 мг/дм^3 йонів Mg^{2+} , то загальну твердість води обчислюють за формулою:

$$T = \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{20.04} + \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{12.16}, \quad (1)$$

де $[\text{Ca}^{2+}]$ і $[\text{Mg}^{2+}]$ – концентрації йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , мг/дм^3 .

Результати загальної твердості та активної кислотності зразків води з бюветів наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Загальна твердість і рН зразків бюветної води

Номер зразка	Адреса бювета	Загальна твердість, $\text{мг} \cdot \text{екв/дм}^3$	рН
1	вул. Курчатова, 8-б	6.85	6.95
2	вул. Бойченка, 15/17	7.30	7.12
3	вул. Жукова, 29	6.72	7.24
4	вул. Волкова, 12-а	3.28	7.05
5	вул. Жукова, 45-в	6.93	6.93
6	просп. Лісовий, 18	7.35	7.14
7	вул. Кірова, 2-б	5.24	6.95
8	вул. Радунська, 5	6.82	7.03
9	Вигурівський б-р, 6	7.15	7.26
10	вул. Бальзака, 80	7.23	7.24
11	вул. Бальзака, 63	7.25	7.35
12	вул. Милославська, 35	6.94	7.52
13	вул. Милославська, 17-а	7.35	7.27
14	вул. Закревського, 85	8.63	6.93
15	вул. Сабурова, 9/61	7.95	7.35
16	вул. Лаврухіна, 11	9.34	7.38
17	вул. Будищанська, 9/40	7.82	7.53
18	просп. Маяковського, 54/9	7.16	7.25

Згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 прийнято, що показник твердості води фасованої, з пунктів розливу та з питних бюветів становить $7.0 \text{ мг} \cdot \text{екв/дм}^3$ [4]. Отже, досліджувані зразки питної води 11-ти бюветів з 18-ти не відповідають санітарній нормі. Рівень перевищення норми твердості води в різних бюветах неоднаковий. У трьох джерелах (зразки № 9, 10, 18) він найменший і становить $0.1\text{--}0.2 \text{ мг} \cdot \text{екв/дм}^3$; в інших чотирьох (зразки № 2, 6, 11, 13) – середній, на $3.6\text{--}5.0 \%$

вищий за норму. У двох бюветах (зразки № 15, 17) – високий, на 0.8–1.0 мг·екв/дм³ вище за норму, а в бюветах на вул. Закревського, 85 і Лаврухіна, 11 (зразки № 14, 16) – неприпустимий – перевищення становить 1.63 і 2.34 мг·екв/дм³ відповідно. Водночас загальна твердість води з бюветів № 4, 7 є значно нижчою.

У природних умовах солі надходять у воду внаслідок взаємодії карбон(IV) оксиду з карбонатними мінералами, хімічного вивітрювання та розчинення гірських порід. Вміст солей впливає на органолептичні властивості води, надаючи їй гіркуватого смаку. Наслідками твердості води є захворювання на гастрит і дуоденіт, виразкову хворобу, виникнення "кам'яних захворювань" та подагри. Вода з низькою твердістю сприяє виникненню серцево-судинних захворювань.

Для пом'якшення води застосовують термічні, реагентні, йонообмінні методи. Термічне пом'якшення засновано на нагріванні, дистиляції або виморожуванні води. Реагентне пом'якшення об'єднує методи, суть яких полягає у зв'язуванні йонів Ca²⁺ і Mg²⁺ реагентами в нерозчинні речовини, що легко видаляються з води. Йонний обмін заснований на фільтруванні води крізь йоніти, які обмінюють йони Na⁺ і H⁺, що входять до їх складу, на йони Ca²⁺ і Mg²⁺, які містяться у воді [5; 12].

Залежно від рН природні води класифікують: сильнокислі – до 3.0; кислі – 3.0–5.0; слабокислі – 5.0–6.5; нейтральні – 6.5–7.5; слаболужні – 7.5–8.5; лужні – 8.5–9.5; сильнолужні – більше 9.5 [5; 7]. Відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 активна кислотність питної води з пунктів розливу та бюветів має відповідати рН 6.5–8.5 [4]. Отже, всі досліджувані зразки бюветної води мають значення рН в межах норми, а відповідно до класифікації вода з бюветів є нейтральною (див. *табл. 1*).

Ферум – один із основних елементів природної води, де він може перебувати у вигляді двох- і тривалентних йонів, колоїдів органічного та неорганічного походження, таких як Fe(OH)₃, FeS, Fe(OH)₂, комплексних сполук з гумату та фульвокислот, а також у вигляді тонкодисперсної суспензії. Переважною формою існування Феруму в підземних водах є ферум(II) гідрокарбонат, який стійкий лише за наявності великих кількостей вуглекислоти та відсутності розчиненого кисню. При підвищенні рН та появи у воді кисню або інших окиснювачів відбувається гідроліз, і Fe(HCO₃)₂ переходить у малорозчинний Fe(OH)₂. При цьому утворюється ряд проміжних сполук, і в природній воді одночасно присутні як недисоційовані молекули, так і йони: Fe(HCO₃)₂, Fe(OH)₂, Fe²⁺, Fe(OH)⁺. Далі відбувається окиснення ферум(II) гідроксиду до ферум(III) гідроксиду. Водночас тут присутні проміжні сполуки, такі як Fe(OH)²⁺ та Fe(OH)₂⁺. Цей процес у природних умовах протікає за участю мікроорганізмів.

Добова фізіологічна норма для дорослої людини макроелементу Феруму становить 15–20 мг/добу [3]. Сьогодні, незважаючи на значний вміст Феруму в певних продуктах харчування, проблема біодоступності цього нутрієнта залишається актуальною у зв'язку з розпов-

сходженням серед населення гіпохромних анемії. Частково сполуки Феруму потрапляють до організму людини з питною водою. Згідно з нормами ДСанПіН 2.2.4-171-10, у питній бюветній воді Феруму(III) повинно бути не більше 0.2 мг/дм^3 [4]. Підвищений вміст йонів Феруму(III) у питній воді додає їй іржавий колір і металевий присмак. Сполуки Феруму відкладаються в органах і тканинах, що, зі свого боку, може призвести до порушення функції слизової оболонки шлунка [12; 14].

Серед методів очищення води природних джерел актуальними сьогодні є сорбційні методи [18; 19]. Відомо, що сорбент має здатність взаємодіяти із сорбатом шляхом адсорбції, абсорбції, йонного обміну та комплексоутворення. Адсорбенти, абсорбенти, йонообмінні матеріали, комплексоутворювачі – це засоби очищення природної води [20]. Найбільш доступним сорбентом для очищення питної води є активоване вугілля. Використання різноманітних способів його модифікування для підвищення селективності призводить до подорожчання сорбентів [19].

Одночасно широкого застосування набуло очищення води від йонів Феруму різними методами. Відомі реагентні, каталітичні, йонообмінні, біохімічні методи знезалізнення води природних джерел [21–23].

Проведено спектрофотометричне визначення вмісту йонів Феруму(III) в зразках бюветної води та адсорбційне очищення за допомогою активованого вугілля від надлишкових йонів Fe^{3+} .

Першу серію дослідів виконано на модельних розчинах $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ з концентраціями 4.0; 8.0; 12.0; 16.0; 20.0 $\text{мг/дм}^3 \text{Fe}^{3+}$.

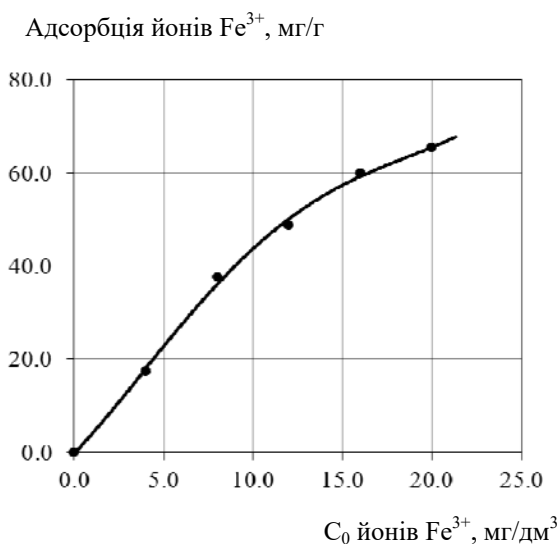


Рис. 2. Ізотерма адсорбції Ленгмюра з модельних розчинів Fe^{3+}

На рис. 2 представлено ізотерму адсорбції Ленгмюра – залежність адсорбції йонів Феруму(III) від їх початкової концентрації в розчині. Класично зі збільшенням концентрації йонів Fe^{3+} в розчині, адсорбція зростає.

При максимальній концентрації йонів Феруму(III) – 20 мг/дм^3 адсорбція на активованому вугіллі становить 65.48 мг/г , що в 2.5 рази вище, ніж при використанні модифікованого вугілля із відходів переробки сільськогосподарської сировини [18].

Установлено вплив кількості адсорбенту на якість адсорбції. Так, при масах активованого вугілля 0.2 та 0.4 г і однакових концентраціях розчинів кількість адсорбованого Феруму(III) збільшується практично однаково.

Окремою серією дослідів визначено, що оптимальний час проведення процесу адсорбції становить 10 хв.

На *рис. 3* представлено ізотерму адсорбції Фрейндліха із модельних розчинів Феруму(III) в логарифмічних координатах.

$$\lg\left(\frac{X}{m}\right) = \lg a + \frac{1}{n} \lg C_0, \quad (2)$$

де $\frac{X}{m}$ – адсорбція;

C_0 – початкова концентрація йонів Fe^{3+} ;

a, n – емпіричні константи в рівнянні Фрейндліха.

Із представленою рисунку розраховано константи в рівнянні Фрейндліха:

$$\lg a = 0.74, a = 5.52; \quad \frac{1}{n} = 0.86, n = 1.16.$$

Отже, рівняння Фрейндліха для адсорбції із модельних розчинів Fe^{3+} має вигляд:

$$\lg\left(\frac{X}{m}\right) = 0.74 + 0.86 \cdot \lg C_0 \quad \text{або} \quad \frac{X}{m} = 5.52 \cdot C_0^{0.86}. \quad (3)$$

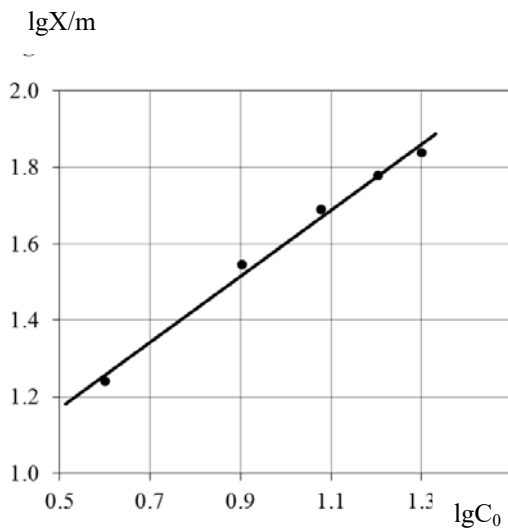


Рис. 3. Ізотерма адсорбції Фрейндліха із модельних розчинів Fe^{3+}

Феруму(III). В інших зразках води з бюветів вміст йонів Fe^{3+} перевищує норму: в зразках № 3, 10, 11, 12, 13, 16 – на 0.04–0.12 мг/дм³, в № 15, 17, 18 – удвічі, в № 2, 14 – у 3–4 рази, а у воді з бювету № 4 (вул. Волкова, 12-а) – у 8.75 рази. Таке становище радше пов'язано із застарілими металевими трубами.

Після застосування методу адсорбційного очищення на модельних розчинах проведена адсорбція на активованому вугіллі 18-ти проб бюветної води та видалення надлишкових йонів Fe^{3+} .

Результати вмісту йонів Феруму(III) в бюветній воді до та після адсорбції наведено в *табл. 2*.

Результати дослідів показали, що лише третина досліджуваних зразків води з бюветів (№ 1, 5, 6, 7, 8, 9) не перевищують норму стандарту [4] за вмістом

Таблиця 2

Вміст йонів Феруму(III) в бюветній воді до та після адсорбції

Номер зразка	Адреса бювету	Вміст Fe^{3+} , мг/дм ³	
		до адсорбції	після адсорбції
1	вул. Курчатова, 8-б	0.20	0.080
2	вул. Бойченка, 15/17	0.76	0.095
3	вул. Жукова, 29	0.28	0.075
4	вул. Волкова, 12-а	1.75	0.070
5	вул. Жукова, 45-в	0.16	0.100
6	просп. Лісовий, 18	0.20	0.080
7	вул. Кірова, 2-б	0.20	0.080
8	вул. Радунська, 5	0.12	0.100
9	Вигурівський б-р, 6	0.20	0.080
10	вул. Бальзака, 80	0.28	0.075
11	вул. Бальзака, 63	0.32	0.070
12	вул. Милославська, 35	0.25	0.072
13	вул. Милославська, 17-а	0.24	0.073
14	вул. Закревського, 85	0.60	0.080
15	вул. Сабурова, 9/61	0.36	0.077
16	вул. Лаврухіна, 11	0.27	0.073
17	вул. Будищанська, 9/40	0.45	0.076
18	просп. Маяковського, 54/9	0.40	0.080

Із отриманих даних (див. *табл. 2*) видно, що в усіх дослідних зразках бюветної води після адсорбції вміст йонів Феруму(III) зменшився і не перевищує норму 0.2 мг/дм³ [4]. Адсорбція йонів Fe^{3+} збільшується з ростом їх початкової концентрації в бюветній воді. Отже, адсорбція йонів Феруму(III) у воді з бюветів, по аналогії з модельними розчинами, підпорядковується ізотермі Ленгмюра. Після очищення за адсорбційним методом на активованому вугіллі всі зразки бюветної води є безпечними на вміст йонів Fe^{3+} .

Висновки. Результати фізико-хімічного дослідження зразків бюветної води Деснянського району м. Києва показали відповідність стандарту лише за показниками активної кислотності й незадовільний стан води за більшістю показників загальної твердості та йонів Феруму(III). Розглянуто різні сполуки Феруму, що містяться в бюветній воді, та їх вплив на організм людини. Застосований метод адсорбційного очищення на активованому вугіллі для видалення надлишкових йонів Fe^{3+} з бюветної води може гарантувати безпечність її за цим показником.

Результати дослідження свідчать про альтернативу щодо застосування цієї технології для інших зразків питної води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Курик М. В., Семчук Г. М., Скубченко В. Ф.* Проблеми якості питної води в Україні. Міжнар. наук.-популяр. журн. "Физическая экология человека". 2012. № 2. С. 45–53.
2. *Бережнов С. П.* Питна вода як фактор національної безпеки. Журн. СЕС "Профілактична медицина". 2006. № 4. С. 8–13.
3. *Орлова Н. Я.* Біохімія та фізіологія харчування : навч. посіб. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. 281 с.
4. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" : ДСанПіН 2.2.4-171-10. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 25 с.
5. *Таубе П. Р., Баранова А. Г.* Практикум по химии воды : учеб. пособ. М. : Вышш. шк., 1971. 128 с.
6. *Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю.* Методы анализа природных вод. М. : Недра, 1970. 487 с.
7. *Кульский Л. А., Накорчевская В. Ф.* Химия воды: Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод. Київ : Вища шк., 1983. 240 с.
8. *Wardencki W., Biernacka P., Chmiel T., Dymerski T.* Instrumental techniques used for assessment of food quality. Journal of Food Science. 2009. Vol. 3, N. 2. P. 273–279.
9. *Soniassy R., Sandra P., Schlett C.* Water analysis. Organic Micropollutants : tutorial. Germany : Hewlett Packard, 1994. 249 p.
10. *Гончарова І. В.* Фератна технологія очищення води природних джерел від нітритів. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2015. № 1 (19). С. 50–59.
11. *Попов М.* Особливості застосування методу хромато-маспектрометрії. Журн. СЕС "Профілактична медицина". 2012. № 4. С. 34–38.
12. *Іванченко Л. В., Кожухар В. Я., Брем В. В.* Хімія і технологія води : навч. посіб. Одеса : Екологія, 2017. 210 с.
13. *Сорокіна К. Б.* Технологія очищення води від розчинених домішок: конспект лекцій "Водопостачання і водовідведення". Харків : ХНАМГ, 2007. 103 с.
14. *Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами ; под ред. И. М. Астрелина.* Київ : Проект "Водная гармония", 2015. 614 с.
15. *Гончарова І. В., Язвінська К. В.* Визначення якості та безпечності питної бюветної води. V Міжнар. наук.-практ. конф. "Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти". Київ : КПІ, 2017. С. 101–102.
16. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 18.05.2017 р. № 2047–VIII.
17. *Кореман Я. И.* Практикум по аналитической химии. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1989. 225 с.
18. *Bsoul A. A., Zeatoun L., Abdelhay A., Chiha M.* Adsorption of copper ions from water by different types of natural seed materials. Desalination and Water Treatment. 2014. Vol. 52. P. 5876–5882.
19. *Лузій О. М., Пасальський Б. К., Чикун Н. Ю.* Фосфоровмісні вуглецеві сорбенти для очистки води. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2014. № 1 (17). С. 159–166.

20. Березкин В. И. Введение в физическую адсорбцию и технологию углеродных адсорбентов. СПб. : Виктория плюс, 2013. 409 с.
21. 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.
22. Гончарук В. В., Кавицкая А. А., Скильская М. Д. Наночільтрація в питтьевом водоснабженні. Хімія і технологія води. 2011. Т. 33, № 1. С. 63–94.
23. Яворський В. Т., Савчук Л. В., Рубай О. І. Перспективні напрямки очищення свердловинних вод від сполук Феруму. Вісн. НУ "Львівська політехніка". Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2011. № 700. С. 50–54.

Стаття надійшла до редакції 10.05.2018.

Goncharova I., Golovko D. Adsorption purification of water from the pump-rooms from of iron(III) ions.

Background. Today, the population of Kiev has become a popular use in the everyday life of water from the pump-rooms. That is why physico-chemical analysis of water from natural sources is important. The basic indexes and methods for determining the quality of natural drinking water were analyzed [4; 6; 9]. A particular attention is paid to determining the safety of water from natural sources for the content of harmful impurities [7; 10; 11]. The classification of natural water purification methods is considered [12–15]. Methods of natural water purification based on the sorption processes are actual [18; 19].

The aim of work is the determination of optimal parameters for adsorption of water purification from excess of iron(III) ions after the study of quality and safety of the water from the pump-rooms of the Desnianskyi district of Kyiv by physico-chemical methods.

Material and methods. The objects of the study are samples of drinking water from the 18 pumps-rooms in Desnianskyi district of Kyiv.

The total hardness of water from the pump-rooms has been determined by the complexometric method, which is based on the interaction of Ca^{2+} and Mg^{2+} cations with trilon B in an ammoniac buffer solution (pH 9.5) with the formation of intra-complex compounds. The active acidity has been measured with the pH meter *ULAB MP 511*.

A spectrophotometric method which is based on the formation of a red-violet complex of Fe^{3+} ions with sulfosalicylic acid at pH 1.8–2.5 [17] was used to determine the content of iron(III) ions. The experiments were carried out on the spectrophotometer Specord 210 of the company Analytik Jena at a wave length of 510 nm.

Purification of water from the pump-rooms samples from Fe^{3+} ions was carried out by the adsorption method with activated carbon of the brand *NORIT SA4 PAH, the Netherlands*. Adsorption has been done from the model solutions of $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ and samples of water from the pump-rooms. The weight of sorbent was 0.2 g, volume of solution – 50 ml, adsorption time – 10 minutes, temperature of the study – 20 °C.

Results. The quality of 18 samples of water from the pump-rooms in Desnianskyi district of Kyiv is determined. The total hardness, active acidity and iron(III) ions content are found. Adsorption purification of Fe^{3+} model solutions

using activated carbon has been carried out. The Langmuir and the Freundlich isotherms have been constructed, the empirical constants are calculated in the Freundlich equation. Perspective of adsorption purification of water from the pump-rooms from surplus ions Fe^{3+} on activated carbon has been proven. The safety of water from the pump-rooms for the content of iron(III) ions has been determined after its purification by adsorption method.

Conclusion. The results of physico-chemical study of the samples of water from the pump-rooms in Desnianskyi district of Kyiv showed compliance with the standard only in terms of active acidity and unsatisfactory water status in most indexes of total hardness and iron(III) ions. The different iron compounds containing in water from the pump-rooms and their influence on the human body are considered. The applied method of adsorption purification on activated carbon for the removal of surplus ions of Fe^{3+} from water from the pump-rooms may guarantee its safety by this index. The results of the study indicate an alternative to the use of this technology for other samples of drinking water.

Keywords: water from the pump-rooms, quality, safety, total hardness, active acidity, iron(III) ions content, adsorption purification.

REFERENCES

1. Kuryk M. V., Semchuk G. M., Skubchenko V. F. Problemy jakosti pytnoi' vody v Ukraïni. Mizhnar. nauk.-populjar. zhurn. "Fyzycheskaja ekologija cheloveka". 2012. № 2. S. 45–53.
2. Berezhnov S. P. Pytna voda jak faktor nacional'noi' bezpeky. Zhurn. SES "Profilaktychna medycyna". 2006. № 4. S. 8–13.
3. Orlova N. Ja. Biohimija ta fiziologija harchuvannja : navch. posib. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2008. 281 c.
4. Derzhavni sanitarni normy ta pravyla "Gigijenichni vymogy do vody pytnoi', pryznachenoï dlja spozhyvannja ljudynuju" : DSanPiN 2.2.4-171-10. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukraïny, 2010. 25 s.
5. Taube P. R., Baranova A. G. Praktikum po himii vody : ucheb. posob. M. : Vyssh. shk., 1971. 128 s.
6. Reznikov A. A., Mulikovskaja E. P., Sokolov I. Ju. Metody analiza prirodnyh vod. M. : Nedra, 1970. 487 s.
7. Kul'skij L. A., Nakorchevskaja V. F. Himija vody: Fiziko-himicheskie processy obrabotki prirodnyh i stochnyh vod. Kiïv : Vishha shk., 1983. 240 s.
8. Wardencki W., Biernacka P., Chmiel T., Dymerski T. Instrumental techniques used for assessment of food quality. Journal of Food Science. 2009. Vol. 3, N. 2. P. 273–279.
9. Soniassy R., Sandra P., Schlett C. Water analysis. Organic Micropollutants : tutorial. Germany : Hewlett Packard, 1994. 249 p.
10. Goncharova I. V. Feratna tehnologija ochyshhennja vody pryrodnyh dzherel vid nitrytiv. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2015. № 1 (19). S. 50–59.
11. Popov M. Osoblyvosti zastosuvannja metodu hromato-masspektrometrii'. Zhurn. SES "Profilaktychna medycyna". 2012. № 4. S. 34–38.
12. Ivanchenko L. V., Kozhuhar V. Ja., Brem V. V. Himija i tehnologija vody : navch. posib. Odesa : Ekologija, 2017. 210 s.
13. Sorokina K. B. Tehnologija ochyshhennja vody vid rozchynenyh domishok: konspekt lekcij "Vodopostachannja i vodovidvedennja". Harkiv : HNAMEG, 2007. 103 s.
14. Fiziko-himicheskie metody ochistki vody. Upravlenie vodnymi resursami ; pod red. I. M. Astrelina. Kiïv : Proekt "Vodnaja harmonija", 2015. 614 s.

15. *Goncharova I. V., Jazvins'ka K. V.* Vyznachennja jakosti ta bezpechnosti pytnoi' bjuvetnoi' vody. V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Chysta voda. Fundamental'ni, prykladni ta promyslovi aspekty". Kyi'v : KPI, 2017. S. 101–102.
16. Pro pytnu vodu, pytne vodopostachannja ta vodovidvedennja : Zakon Ukrai'ny vid 18.05.2017 r. № 2047–VIII.
17. *Koreman Ja. I.* Praktikum po analiticheskoi himii. Voronezh : Izd-vo Voronezh. un-ta, 1989. 225 s.
18. *Bsoul A. A., Zeatoun L., Abdelhay A., Chiha M.* Adsorption of copper ions from water by different types of natural seed materials. *Desalination and Water Treatment*. 2014. Vol. 52. P. 5876–5882.
19. *Puzij O. M., Pasal's'kyj B. K., Chykun N. Ju.* Fosforovmisni vuglecevi sorbenty dlja ochystky vody. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2014. № 1 (17). S. 159–166.
20. *Berezkin V. I.* Vvedenie v fizicheskiju adsorbciju i tehnologiju uglerodnyh adsorbentov. SPb. : Viktorija pljus, 2013. 409 s.
21. *Gomelja M. D., Tverdohlib M. M.* Doslidzhennja efektyvnosti ochyshhennja vody vid spoluk zaliza za dopomogoj modyfikovanyh fil'truval'nyh zavantazhen'. Sh.-Jevropejs'kyj zhurn. peredovyh tehnologij. 2016. T. 2, № 10 (80). S. 47–52.
22. *Goncharuk V. V., Kavickaja A. A., Skil'skaja M. D.* Nanofil'tracija v pit'evom vodosnabzhenii. Himija i tehnologija vody. 2011. T. 33, № 1. S. 63–94.
23. *Javors'kyj V. T., Savchuk L. V., Rubaj O. I.* Perspektyvni naprjamky ochyshhennja sverdlovynnyh vod vid spoluk Ferumu. Visn. NU "L'vivs'ka politehnika". Serija: Himija, tehnologija rehovyn ta i'h zastosuvannja. 2011. № 700. S. 50–54.

УДК 544.723.2:634.21

ГАЛИШ Віта,

к. х. н., старший викладач кафедри екології та технології рослинних полімерів Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

ЧИКУН Надія,

старший викладач кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету

ПАСАЛЬСЬКИЙ Богдан,

к. х. н., доцент кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету

СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ШКАРАЛУПИ КІСТОЧОК АБРИКОСА

Досліджено сорбційні властивості рослинних відходів харчової промисловості, зокрема шкаралупи кісточок абрикоса. Визначено сорбційну здатність рослинного матеріалу щодо метиленового синього та йонів важких металів (Fe^{3+} та Cu^{2+}). Показано, що за поглинальними властивостями подрібнена шкаралупа не поступається за ефективністю, а в деяких випадках навіть перевищує інших представників рослинних відходів сільського господарства та харчової промисловості.

Ключові слова: лігноцелюлоза, барвник, йони важких металів, целюлоза, лігнін, сорбція, ефективність сорбції.

Галиш В., Чикун Н., Пасальський Б. Сорбционные свойства скорлупы косточек абрикоса. Исследованы сорбционные свойства растительных отходов пищевой промышленности, в частности скорлупы косточек абрикоса. Определена сорбционная способность растительного материала к метиленовому синему и ионам тяжелых металлов (Fe^{3+} и Cu^{2+}). Показано, что по поглощающим свойствам измельченная скорлупа не уступает по эффективности, а в некоторых случаях даже превосходит других представителей растительных отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Ключевые слова: лигноцеллюлоза, краситель, ионы тяжелых металлов, целлюлоза, лигнин, сорбция, эффективность сорбции.

Постановка проблеми. Розробка нових і модернізація існуючих способів і шляхів вирішення екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища різними токсикантами, є пріоритетним завданням сучасної природоохоронної діяльності в умовах стрімкого індустріального та промислового розвитку. Щорічно в результаті техногенного забруднення відбувається потрапляння

© Галиш Віта, Чикун Надія, Пасальський Богдан, 2018

до водних об'єктів і накопичення важких металів та синтетичних барвників. Йони важких металів є токсичними й можуть призводити до сильної інтоксикації організму, а також спричиняти різні захворювання [1; 2]. Синтетичні барвники також можуть завдавати непоправної шкоди екосистемі, оскільки є токсичними, канцерогенними й мутагенними [3; 4]. З метою зменшення антропогенного навантаження на екосистему потрібним є впровадження та розвиток раціонального природокористування, застосування маловідходних і безвідходних виробництв. Зазначені заходи спрямовано на екологізацію виробництв і на поліпшення стану навколишнього середовища, що є важливим і необхідним з боку охорони здоров'я населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сорбційні технології розглядаються як найефективніший процес для видалення йонів металів зі стічних промислових вод. Біосорбція – перспективний процес, що може застосовуватися для видалення забруднюючих речовин із водних розчинів з використанням недорогих сорбентів на основі рослинних відходів деревообробної, целюлозно-паперової промисловості та сільського господарства, про що свідчать дослідження В. М. Осокіна, В. А. Соміна [5], А. Bazargan, J. Tan та ін. [6]. Основні переваги використання сорбентів – щорічна відновлюваність, доступність, дешевизна та легкість утилізації. Рослинні відходи – це лігноцелюлозний біополімерний комплекс, який складається переважно з полісахаридної (холоцелюлоза) та ароматичної (лігнін) складової, а також мінеральних і екстрактивних речовин, вміст яких визначає сорбційні властивості природних матеріалів.

Перспективним є використання як сорбентів твердих рослинних відходів харчової промисловості, які утворюються в значних обсягах і не знаходять широкого практичного використання. На сьогодні найбільш поширеним способом переробки шкаралупи кісточок є карбонізація, унаслідок чого, як показано в роботі I. Ozdemir, M. Şahin, R. Orhan, M. Erdem [7], отримують вуглецеві сорбенти, вихід яких є дуже низьким (менше 30 %). Інший спосіб одержання сорбентів з відходів харчової промисловості, запропонований А. А. Ніколайчук, передбачає гідроліз подрібнених кісточок кислотою з подальшою активацією розчином луку [8]. Унаслідок такої обробки отримують сорбент з виходом менше 40 %. Невирішеною залишається проблема низької поглинальної здатності таких матеріалів щодо органічних речовин.

Рослинні матеріали в необробленому вигляді здатні зв'язувати органічні та неорганічні речовини за рахунок поверхневої адсорбції, а також хімічної взаємодії з функціональними групами лігніну, целюлози, геміцелюлоз. Для підвищення сорбційної здатності рослинних матеріалів можна використовувати механічний спосіб активування (подрібнення), що уможливорює збільшити питому поверхню та кількість доступних функціональних груп.

Мета роботи – визначення хімічного складу шкаралупи кісточок абрикоса та дослідження їх сорбційної здатності в подрібненому стані щодо синтетичного барвника та йонів металів.

Матеріали та методи. Використано подрібнені до розмірів 0.5–1 мм шкаралупи кісточок абрикоса, що є багатотоннажним відходом консервної промисловості. Хімічний склад вихідного матеріалу визначено відповідно до стандартних методик, які використовуються в целюлозно-паперовій промисловості [9].

Інфрачервоний спектр (ІЧ-спектри) реєстрували на спектрофотометрі *Specord M80 (Carl Zeiss, Німеччина)* в діапазоні 300–4000 cm^{-1} . Підготовка зразка до досліджень полягала в розтиранні матеріалу з KBr у співвідношенні 1:100 з подальшим пресуванням у таблетки.

Питому площу поверхні сировини визначено адсорбцією азоту за температури -272°C на аналізаторі *NOVA 2200 (Quantachrome, США)*. Ртутну порометрію проведено на *PoreMaster 33 (Quantachrome, США)*. Питому площу поверхні визначено сорбцією метиленового синього, об'єм пор матеріалу – адсорбцією парів бензену в ексикаторі [10].

Сорбцію метиленового синього досліджено за температури 25°C із використанням модельних розчинів барвників із концентраціями 5–500 mg/dm^3 . Наважка сорбенту – 0.20 г, об'єм розчину – 50 cm^3 . Вихідну й рівноважну концентрації барвників визначено спектрофотометричним методом. Спектри пропускання розчинів реєстрували на *Specord M40 (Carl Zeiss, Німеччина)* за довжини хвилі 664 нм.

Поглиналину здатність рослинного матеріалу щодо йонів Fe^{3+} і Cu^{2+} визначено в статичних умовах. Сорбцію проведено з модельних розчинів солей $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ і $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ з концентраціями зазначених катіонів 10–50 та 50–250 mg/dm^3 відповідно, наважка сорбенту при цьому становила 0.5 г, об'єм розчину – 50 cm^3 , тривалість сорбції – 30 хв. Концентрації вихідних і розчинів після сорбції йонів Fe^{3+} визначено спектрофотометричним методом за довжини хвилі 510 нм, а йонів Cu^{2+} – йодометричним методом [11].

Результати дослідження. Результати визначення хімічного складу шкаралупи кісточок абрикоса наведено в *табл. 1*, які свідчать про те, що основними компонентами досліджуваної сировини є полісахаридна (холоцелюлоза) та ароматична (лігнін) складова. Аналіз складу рослинних відходів сільського господарства та харчової промисловості показує, що вміст холоцелюлози в шкаралупі абрикоса близький до вмісту того ж компонента в шкаралупі фруктових кісточок і горіхів, однак менший, ніж в шкаралупі круп і качанах кукурудзи. Шкаралупа фруктових кісточок і горіха характеризується більшим вмістом лігніну. Вміст речовин, що екстрагуються спирто-бензеновою сумішшю, є найбільшим у представників рослинних відходів сільського господарства. Такі речовини, як відомо, лімітують дифузію реагентів у міжклітинний простір рослинних матеріалів.

Мінеральні речовини рослинних відходів сприяють утворенню сорбційних матеріалів з розвиненою пористою структурою, що має позитивний вплив на адсорбційну здатність. Вміст неорганічних речовин в шкаралупі кісточок абрикосу є найменшим порівняно з іншими рослинними матеріалами.

Таблиця 1

Хімічний склад шкаралупи кісточок абрикосу та інших відходів харчової промисловості й сільського господарства [12]

Рослинні відходи		Вміст компонентів, %					
		холоцелюлоза	целюлоза	гемицелюлози	лігнін	речовини, які екстрагуються спирто-бензеновою сумішшю	мінеральні речовини
Шкаралупа	кісточок абрикосу	41	24	17	49	5	3
	кісточок вишні	39	22	17	51	7	3
	лісового горіха	43	29	14	47	2	8
	гречки	56	32	24	28	13	3
Качани	кукурудзи	51	36	15	37	8	4

Результати ІЧ-спектроскопії досліджуваного зразка наведено на *рис. 1*. Широка смуга поглинання в зоні $3000\text{--}3700\text{ см}^{-1}$ відноситься до валентних коливань водневих зв'язків спиртових і фенольних гідроксильних лігніну та целюлози. Смуга поглинання при 2900 см^{-1} відповідає симетричним й асиметричним валентним коливанням С–Н зв'язків в $-\text{CH}_3$ та метиленових $-\text{CH}_2-$ групах. Смуга поглинання при 1747 см^{-1} відповідає валентним коливанням С=О груп. Деформаційні коливання Н–О–Н кристалізаційної води спостерігаються при 1635 см^{-1} . До скелетних валентних коливань С=C ароматичного кільця структурних одиниць лігніну відносять характерні смуги поглинання при 1508 , 1468 та 1423 см^{-1} . Дві полоси поглинання, що містяться в зоні $1325\text{--}1378\text{ см}^{-1}$, свідчать про деформаційні коливання в О–Н зв'язків фенолів.

Результати дослідження поверхневих властивостей свідчать про те, що значення питомої поверхні шкаралупи кісточок абрикосу за методами адсорбції азоту та ртутної порометрії є близькими – 5 і $7\text{ м}^3/\text{г}$ відповідно. Більше значення вказаного параметра, одержане за результатами адсорбції метиленового синього ($27\text{ м}^3/\text{г}$), можна пояснити тим фактом, що фіксація барвника на поверхні рослинних матеріалів відбувається не тільки за рахунок адсорбції в порах, а й за рахунок

хімічної взаємодії катіонів барвників і функціональних груп лігніну та целюлози. Також відбувається набухання природних полімерів у водному розчині барвника. Отримані дані об'єму адсорбційних пор за бенzenом є дуже низькими – $0.03 \text{ см}^3/\text{г}$.

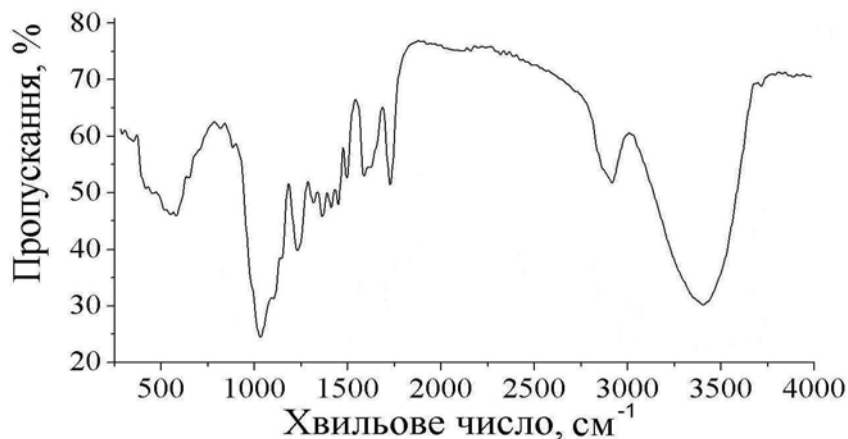


Рис. 1. ІЧ-спектр шкаралупи кісточок абрикоса

Рослинні матеріали завдяки наявності функціональних груп різної природи (метоксильних, гідроксильних, карбонільних та ін.), що містяться як в лігніні, так і полісахаридній складовій, можуть проявляти сорбційні властивості щодо органічних і неорганічних речовин.

Дослідження впливу тривалості процесу сорбції на її ефективність проведено на прикладі водного розчину метиленового синього (рис. 2).

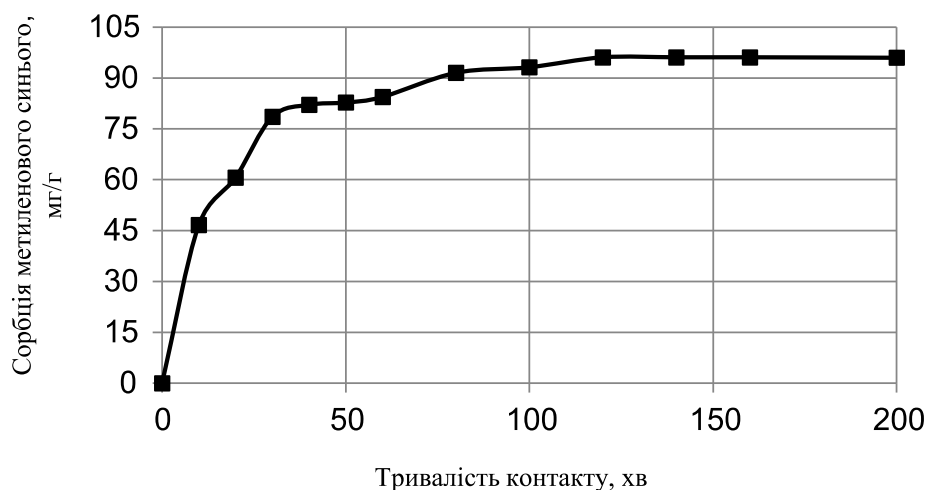


Рис. 2. Залежність сорбції метиленового синього від тривалості контакту

Одержані результати свідчать, що максимальна швидкість поглинання барвника відповідає першим 10 хв контакту, повна сорбційна рівновага досягається протягом 120 хв.

Результати визначення сорбційної здатності вихідного матеріалу щодо органічних барвників показують, що сорбційна ємність подрібненої шкаралупи кісточок абрикоса щодо метиленового синього сягає 49 мг/г (рис. 3).

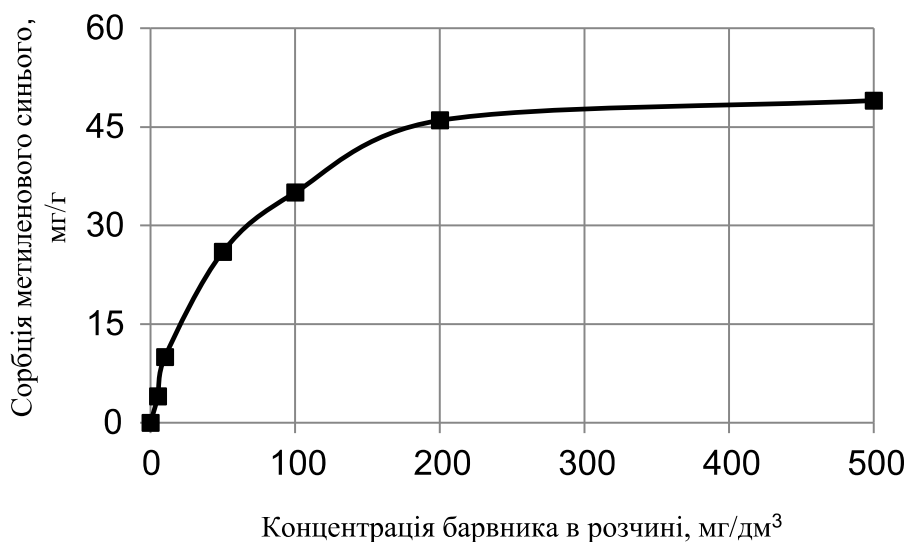


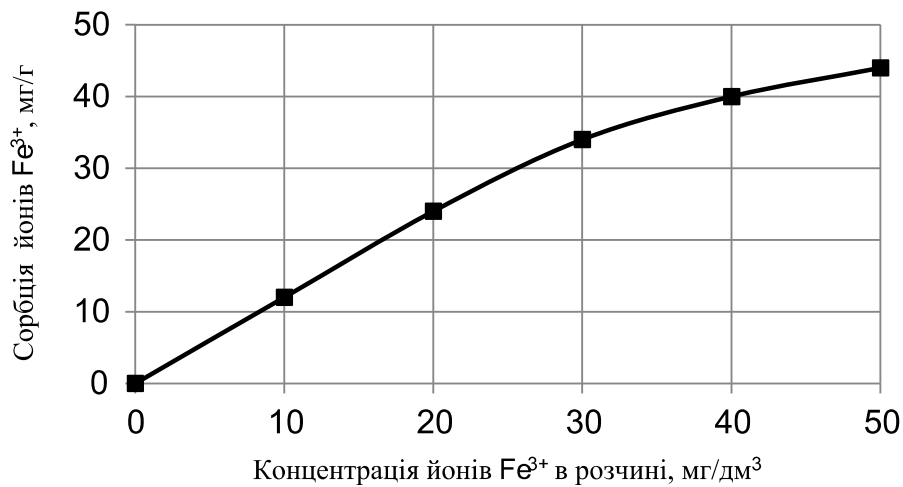
Рис. 3. Залежність сорбції метиленового синього від концентрації барвника в розчині

Порівняння отриманих даних з літературними свідчить про те, що за значенням сорбційної ємності щодо метиленового синього досліджуваний матеріал дуже близький до інших відходів сільського господарства та харчової промисловості. Максимальна сорбційна ємність подрібненої шкаралупи кісточок абрикоса щодо іонів Fe^{3+} та Cu^{2+} становить 44 та 54 мг/г відповідно (рис. 4 а, б). Отримані результати вказують на те, що досліджуваний матеріал характеризується високою сорбційною здатністю щодо іонів металів порівняно з іншими представниками рослинних відходів (табл. 3).

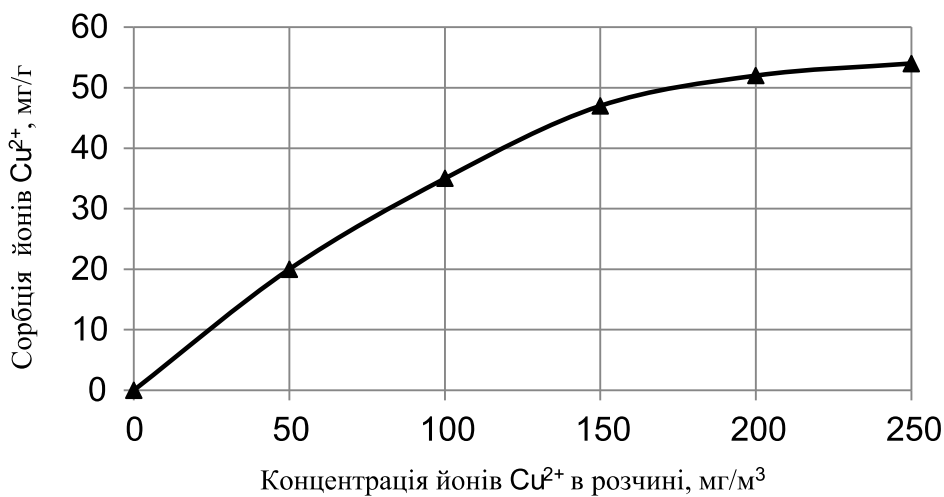
Таблиця 3

Сорбційні властивості рослинних відходів

Матеріал	Об'єкт сорбції	Сорбційна ємність, мг/г	Джерело
Оболонка насіння соняшнику	Метиленовий синій	35.4	[13]
Качани кукурудзи		33.6	
Шкірка ананаса		64.4	[14]
Шкірка апельсина		48.3	
Шкірка апельсина	Fe^{3+} Cu^{2+}	13.3	[15]
Шкаралупа лісового горіха		13.6	[16]
Солома ячменю		4.6	[17]
Шкаралупа арахісу		25.4	[18]
Кісточки винограду		3.4	[19]



а)



б)

Рис. 4. Залежність сорбції іонів Fe^{3+} (а) та Cu^{2+} (б) від їх концентрації в розчині

Аналізуючи одержані результати порівняно з літературними даними, можна стверджувати, що подрібнена шкаралупа кісточок абрикоса характеризується високою сорбційною здатністю щодо органічних і неорганічних токсикантів і не поступається (а навіть дещо перевищує) у своїй ефективності іншим рослинним сорбентам.

Висновки. Показана ефективність використання відходів харчової промисловості, зокрема шкаралупи кісточок абрикоса, для сорбції органічних і неорганічних речовин із водних розчинів.

Одержані результати можуть покладатися в основу розробки ефективної технології очистки стічних вод від органічних барвників та/або іонів важких металів з використанням дешевої та доступної

природної сировини у вигляді відходів або побічних продуктів переробки сільського господарства та харчової промисловості й мати широке практичне значення. Такий підхід уможливить запровадити новий спосіб утилізації твердих рослинних відходів з метою зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Duruibe J. O., Agwuegbu M. O. C., Egwurugwu J. N.* Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *Int. J. Phys. Sci.* 2007. Vol. 2, N 5. P. 112–118.
2. *Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B. B., Beeregowda K. N.* Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology.* 2014. Vol. 7, N 2. P. 60–72.
3. *Aguiar J. E., de Oliveira J. C. A., Silvino P. F. G., Neto J. A., Silva I. J., Lucena S. M. P.* Correlation between PSD and adsorption of anionic dyes with different molecular weights on activated carbon. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.* 2016. Vol. 72, N 296. P. 125–131.
4. *Aravind P., Selvaraj H., Ferro S., Sundaram M., Hazard J.* An integrated (electro- and bio-oxidation) approach for remediation of industrial wastewater containing azo-dyes: Understanding the degradation mechanism and toxicity assessment. *Mater.* 2016. Vol. 318. P. 203–215.
5. *Осокин В. М., Сомин В. А.* Исследование по получению новых сорбентов из растительного сырья для очистки воды. *Ползуновский вестн.* 2013. № 1. С. 280–282.
6. *Bazargan A., Tan J., Hui C. W., McKay G.* Utilization of rice husks for the production of oil sorbent materials. *Cellulose.* 2014. N 21. P. 1679–1688.
7. *Ozdemir I., Şahin M., Orhan R., Erdem M.* Preparation and characterization of activated carbon from grape stalk by zinc chloride activation. *Fuel. Process. Technol.* 2014. Vol. 125. P. 200–206.
8. *Николайчук А. А., Купчик Л. А., Картель Н. Т., Денисович В. О.* Синтез и свойства биосорбентов, полученных на основе целлюлозно-лигнинного растительного сырья – отходов агропромышленного комплекса. *Сорбционные и хроматографические процессы.* 2007. Т. 7, Вып. 3. С. 489–498.
9. *Оболенская А. В., Ельцина З. П., Леонович А. А.* Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М. : Экология, 1991. 320 с.
10. *Кельцев Н. В.* Основы адсорбционной техники. М. : Химия, 1976. 511 с.
11. *Кореман Я. И.* Практикум по аналитической химии. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1989. 225 с.
12. *Kartel M., Galysh V.* New composite sorbents for caesium and strontium ions sorption. *Chemistry Journal of Moldova.* 2017. Vol. 12, N. 1. P. 37–44.
13. *Suteu D., Zaharia C., Badeanu M.* Agriculture wastes used as sorbents for dyes removal from aqueous environments. *Lucrări Științifice.* 2010. Vol. 53, N 1. P. 140–145.
14. *Ong S. T., Keng P. S., Ooi S. T., Hung Y. T., Lee S. L.* Utilization of fruits peel as a sorbent for removal of Methylene Blue. *Asian. J. Chem.* 2012. Vol. 24, N 1. P. 398–402.

15. Surovka D., Pertile E. Sorption of iron, manganese, and copper from aqueous solution using orange peel: optimization, isothermic, kinetic, and thermodynamic studies. *Pol. J. Environ. Stud.* 2017. Vol. 26, N 2. P. 795–800.
16. Sheibani A., Shishehbor M. R., Alaei H. Removal of Fe(III) ions from aqueous solution by hazelnut hulas an adsorbent. *International Journal of Industrial Chemistry.* 2012. Vol. 3. P. 1–4.
17. Pehlivan E., Altun T., Parlayici Ş. Modified barley straw as a potential biosorbent for removal of copper ions from aqueous solution. *Food. Chem.* 2012. Vol. 135, N 4. P. 2229–2234.
18. Mathew B. B., Jaishankar M., Biju V. G., Beeregowda K. N. Role of bioadsorbents in reducing toxic metals. *J. Toxicol.* 2016. Vol. 12. P. 1–13.
19. Bsoul A. A., Zeatoun L., Abdelhay A., Chiha M. Adsorption of copper ions from water by different types of natural seed materials. *Desalination and Water Treatment.* 2014. Vol. 52. P. 5876–5882.

Стаття надійшла до редакції 19.02.2018.

Halysh V., Chykun N. Pasalskiy B. Sorption properties of the apricot kernel shell.

Background. Biosorption is a promising process that can be used to remove pollutants from aqueous solutions using inexpensive sorbents based on vegetal waste from wood processing, pulp and paper industry and agriculture.

Promising is the use of sorbents of hard waste from the food industry, which are formed in significant volumes and do not find extensive practical use.

The aim of the work is to determine the chemical composition of the apricot kernel shell and to investigate their sorption capacity in the crushed state for synthetic dye and metal ions.

Material and methods. In this work apricot kernel shells crushed to a size of 0.5–1 mm were used. The chemical composition of the raw material, structural and sorption characteristics were determined using chemical analysis methods, infrared spectroscopy, porosimetry, and others. The sorption ability towards synthetic dye and heavy metal ions was studied using model solutions.

Results. The results of the determination of the chemical composition showed that the apricot kernels contained 24 % of cellulose, 17 % of hemicelluloses, 49 % of lignin, 5 % of substances extracted with alcohol-benzene mixture, 3 % of mineral substances. The specific surface area of the apricot kernel shells is close and reaches 5 and 7 m³/g, respectively, using nitrogen adsorption and mercury porosity methods. According to the results the methylene blue adsorption, the value of the specific surface was 27 m³/g, which can be explained by the fact that fixation of the dye on the surface of plant materials occurs not only due to adsorption in pores, but also due to the chemical interaction of cations of dyes and functional groups of lignin and cellulose. The volume of adsorption pore according to benzene vapor sorption is very low and only 0.03 cm³/g.

The study of the effect of the time of the sorption of methylene blue on its efficiency shows that the maximum absorption rate of the dye corresponds to the first 10 minutes of contact. Complete sorption equilibrium is achieved within 120 minutes. The sorption capacity of the crushed apricot kernel shells reaches 49 mg/g, for Fe³⁺ and Cu²⁺ ions are 44 and 54 mg/g, respectively.

Conclusion. The efficiency of using food industry waste, in particular apricot kernel shells, for the sorption of organic and inorganic substances from aqueous solutions is shown.

The obtained results can be the basis for the development of an effective technology for the treatment of wastewater from organic dyes and/or heavy metal ions for the use of cheap and available natural raw materials such as waste or by-products of agricultural and food industry, and can be of great practical importance.

This approach will allow the introduction of a new way to utilize solid vegetal wastes to reduce the environmental pollution of the environment.

Keywords: lignocellulose, dye, heavy metal ions, cellulose, lignin, sorption, sorption efficiency.

REFERENCES

1. *Duruibe J. O., Agwuegbu M. O. C., Egwurugwu J. N.* Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *Int. J. Phys. Sci.* 2007. Vol. 2, N 5. P. 112–118.
2. *Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B. B., Beeregowda K. N.* Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology.* 2014. Vol. 7, N 2. P. 60–72.
3. *Aguiar J. E., de Oliveira J. C. A., Silvino P. F. G., Neto J. A., Silva I. J., Lucena S. M. P.* Correlation between PSD and adsorption of anionic dyes with different molecular weights on activated carbon. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.* 2016. Vol. 72, N 296. P. 125–131.
4. *Aravind P., Selvaraj H., Ferro S., Sundaram M., Hazard J.* An integrated (electro- and bio-oxidation) approach for remediation of industrial wastewater containing azo-dyes: Understanding the degradation mechanism and toxicity assessment. *Mater.* 2016. Vol. 318. P. 203–215.
5. *Osokin V. M., Somin V. A.* Issledovanie po polucheniju novyh sorbentov iz rastitel'nogo syr'ja dlja ochistki vody. *Polzunovskij vestn.* 2013. № 1. S. 280–282.
6. *Bazargan A., Tan J., Hui C. W., McKay G.* Utilization of rice husks for the production of oil sorbent materials. *Cellulose.* 2014. N 21. P. 1679–1688.
7. *Ozdemir I., Şahin M., Orhan R., Erdem M.* Preparation and characterization of activated carbon from grape stalk by zinc chloride activation. *Fuel. Process. Technol.* 2014. Vol. 125. P. 200–206.
8. *Nikolajchuk A. A., Kupchik L. A., Kartel' N. T., Denisovich V. O.* Sintez i svojstva biosorbentov, poluchennyh na osnove celljulozno-lignino-vogo rastitel'nogo syr'ja – othodov agropromyshlennogo kompleksa. *Sorbcionnye i hromatograficheskie processy.* 2007. T. 7, Vyp. 3. S. 489–498.
9. *Obolenskaja A. V., El'cina Z. P., Leonovich A. A.* Laboratornye raboty po himii drevesiny i celljulozy. M. : Jekologija, 1991. 320 s.
10. *Kel'cev N. V.* Osnovy adsorbcionnoj tehniki. M. : Himija, 1976. 511 s.
11. *Koreman Ja. I.* Praktikum po analiticheskoj himii. Voronezh : Izd-vo Voronezh. un-ta, 1989. 225 s.
12. *Kartel M., Galysh V.* New composite sorbents for caesium and strontium ions sorption. *Chemistry Journal of Moldova.* 2017. Vol. 12, N. 1. P. 37–44.
13. *Suteu D., Zaharia C., Badeanu M.* Agriculture wastes used as sorbents for dyes removal from aqueous environments. *Lucrări Ştiinţifice.* 2010. Vol. 53, N 1. P. 140–145.
14. *Ong S. T., Keng P. S., Ooi S. T., Hung Y. T., Lee S. L.* Utilization of fruits peel as a sorbent for removal of Methylene Blue. *Asian. J. Chem.* 2012. Vol. 24, N 1. P. 398–402.

15. *Surovka D.*, Pertile E. Sorption of iron, manganese, and copper from aqueous solution using orange peel: optimization, isothermic, kinetic, and thermodynamic studies. *Pol. J. Environ. Stud.* 2017. Vol. 26, N 2. P. 795–800.
16. *Sheibani A.*, Shishehbor M. R., Alaei H. Removal of Fe(III) ions from aqueous solution by hazelnut hulas an adsorbent. *International Journal of Industrial Chemistry.* 2012. Vol. 3. P. 1–4.
17. *Pehlivan E.*, Altun T., Parlayici Ş. Modified barley straw as a potential biosorbent for removal of copper ions from aqueous solution. *Food. Chem.* 2012. Vol. 135, N 4. P. 2229–2234.
18. *Mathew B. B.*, Jaishankar M., Biju V. G., Beeregowda K. N. Role of bioadsorbents in reducing toxic metals. *J. Toxicol.* 2016. Vol. 12. P. 1–13.
19. *Bsoul A. A.*, Zeatoun L., Abdelhay A., Chiha M. Adsorption of copper ions from water by different types of natural seed materials. *Desalination and Water Treatment.* 2014. Vol. 52. P. 5876–5882.

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 677.07-048.445

ЧУРСІНА Людмила,
д. т. н., професор, завідувач кафедри товарознавства,
стандартизації та сертифікації
Херсонського національного технічного університету

ГОРАЧ Ольга,
к. т. н., докторант кафедри товарознавства,
стандартизації та сертифікації
Херсонського національного технічного університету

КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ТЕКСТИЛЮ

Проаналізовано особливості класифікації технічного текстилю та виявлено специфічні підходи щодо неї у різних країнах світу. Визначено основні класифікаційні ознаки та запропоновано власну класифікацію технічного текстилю, прийнятну для вітчизняних виробників.

Ключові слова: технічний текстиль, класифікація, тканини, неткані матеріали, продукція технічного призначення.

Чурсина Л., Горач О. Классификация технического текстиля. Проанализированы особенности классификации технического текстиля и выявлены специфические подходы относительно нее в разных странах мира. Определены основные классификационные признаки и предложена собственная классификация технического текстиля, приемлемая для отечественных производителей.

Ключевые слова: технический текстиль, классификация, ткани, нетканые материалы, продукция технического назначения.

Постановка проблеми. До поняття "технічний текстиль" належать пряжа й нитки, тканини й неткані матеріали, а також вироби, у складі яких вони займають основну частку або визначають споживчі

властивості [1]. Виробництво технічного текстилю, порівняно з іншими видами продукції текстильної і легкої промисловості, динамічно розвивається в усьому світі і є найбільш наукоємним і багатовекторним. Існує термін "ротація видів споживання" – коли продукт, розроблений для будь-якої цілі, знаходить застосування в інших галузях і в обсягах, що багаторазово перевищують заплановані. Ця властивість характерна для технічного текстилю.

Світовий ринок технічного текстилю демонструє неабияку стійкість завдяки широкій номенклатурі попиту й різноманітності застосування цього товару в різних галузях виробництва. На сьогодні в багатьох країнах світу проводять презентації нових видів продукції та обладнання для виготовлення товарів технічного призначення, що є важливим показником у сфері технічного текстилю. Експерти відносять цю галузь до числа п'яти найбільш високотехнологічних секторів світової індустрії з широким потенціалом розвитку. Важливість технічного текстилю складно переоцінити, оскільки сфери застосування його практично безмежні. Водночас в текстильній галузі немає єдиної думки щодо створення та впорядкування класифікації технічного текстилю. Саме тому для подальшого розвитку виробництва технічного текстилю, більш глибокого вивчення властивостей матеріалів та уніфікації робіт щодо оцінки якості продукції цієї підгалузі вкрай важлива наявність їх чіткої класифікації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Високі темпи розвитку виробництва технічного текстилю супроводжуються і зростанням кількості відповідних наукових публікацій. Зокрема, відомі роботи зарубіжних дослідників Е. Айзенштейна, М. Еннеке, В. Зірзнака, О. Кащеева та ін. [2–7]. У цих публікаціях відзначаються динаміка й масштаби виробництва нових товарів технічного призначення, різноманітність сфер їх застосування та ефективність використання. Проблемам становлення виробництва технічного текстилю присвятили свої праці й вітчизняні науковці, зокрема, О. Оксенчук, Л. Оліфіренко [1; 8]. У публікаціях Ю. Сафонова, висвітлюються проблеми регулювання розвитку сировинної бази текстильної промисловості, вирощування сировини для виробництва екологічно безпечних текстильних товарів [9]. При цьому автори фактично не розглядають проблеми формування й розвитку вітчизняного технічного текстилю, а також особливості його класифікації.

Протягом останніх років технічний текстиль набув великої популярності завдяки розширенню його асортименту. Виготовлення нової текстильної продукції пов'язане із застосуванням прогресивних технологій. Головними виробниками технічного текстилю є Північна Америка, Європа та Японія. Ринок Європи становить приблизно 2/3 ринку Америки й у два рази перевищує ринок Японії. Так, у 2012 р. для технічних виробів було виготовлено 3.2 млн т бавовняних тканин,

6.8 млн т нетканих матеріалів, понад 1 млн т трикотажних матеріалів, тобто майже 11.2 млн т виробів, а це 19 % загального обсягу споживання у світі [10].

Мета статті – визначити особливості класифікації технічного текстилю, здійснити аналіз існуючої системи та запропонувати вдосконалену класифікацію, прийнятну для вітчизняних виробників.

Матеріали та методи. Використано методи логічного аналізу, узагальнення результатів попередніх досліджень та наукової літератури з питань сучасної класифікації технічного текстилю, статистичних даних про обсяги його виробництва.

Результати дослідження. Проведений аналіз ринку технічного текстилю уможливорює зробити висновок, що такі асортиментні групи, як агро-, геотекстиль, будівельний, захисний, автомобільний, фільтруючі та сорбційні матеріали, медичний, тарно-пакувальний текстиль є найбільш затребуваними на вітчизняному ринку, і всі ці групи можливо виготовити з натуральної сировини, а саме – з використанням щорічно відновлюваного волокна льону олійного.

Волокнисті полотна – пресовані шари волокон, які застосовують для утеплення будівель, захисту від сонячної радіації, снігових заметів, у ландшафтному дизайні, для укріплення схилів.

Ватин – це вузькі смуги пресованих волокон, тонші, ніж полотна, що використовуються під час будівництва як тепло-, вібро-, звукоізоляційні, обтиральні матеріали тощо.

Геотекстильні матеріали – це композиційні матеріали, при армуванні яких застосовуються неткані полотна. Вони використовуються для:

- будівництва та ремонту автомобільних шляхів і залізниць;
- тимчасових доріг, під'їзних шляхів;
- капітальних доріг, злітно-посадкових смуг, доріжок аеропортів;
- складських майданчиків, автостоянок;
- дренажів будь-якого типу – траншейних, пластових, галерейних, вертикальних;
- захисту від розмивання схилів, берегів, укосів, гідротехнічних споруд;
- будівництва спортивних майданчиків, штучних ландшафтів, басейнів, тротуарів, галявин, квітників, укріплення берегової смуги, захисту ґрунтів від ерозії, дренажу.

Застосування такої продукції для виготовлення складних технічних об'єктів дає змогу вирішувати цільові завдання, досягати високих експлуатаційних показників цих об'єктів (точність, безпечність тощо) [11].

На основі проведеного аналізу світового сектору технічного текстилю можна зробити висновок, що останнім часом виробництво текстильної продукції в світі розвивається швидкими темпами й для

нього характерні інвестиційна привабливість та швидка окупність витрат. Технічний текстиль набув великої популярності завдяки розширенню асортименту та напрямів застосування, появі нових прогресивних способів і технологій виробництва, використанню нових видів сировини. Проте незважаючи на широкий асортимент товарів технічного призначення на сьогодні відсутня єдина думка, щодо створення та впорядкування класифікації технічного текстилю.

До 1993 р. країни Західної Європи не мали єдиної класифікації технічного текстилю. Створення Європейського Союзу активізувало роботу з розробки єдиної системи класифікації та обліку продукції технічного призначення. Одним із принципів класифікації можна вважати поділ за сировинним складом. Ця класифікація базується на походженні волокон (натуральні або хімічні), що використовуються для виробництва матеріалу. Інший принцип запропонували організатори найбільших міжнародних виставок виробів з технічного текстилю – компанія *Messe Frankfurt*. В основу цієї класифікації покладено такий критерій, як призначення. Учасники Європейського клубу технічного текстилю (*ETT Club*) вирішили класифікувати лише 9 ринкових сегментів технічного текстилю замість 12-ти, визначених п'ятнадцять років тому виставковою компанією *Messe Frankfurt* [12]. До складу цієї дев'ятки входить такий текстиль:

- агротекстиль;
- геотекстиль;
- будівельний;
- промисловий;
- медичний;
- транспортний;
- пакувальний;
- захисний;
- для виробництва спортивного одягу та аксесуарів.

Фахівці підприємств провідних галузей промисловості Німеччини (машинобудівної, хімічної, автомобільної, авіаційної, будівельної), спільно з 16-ма німецькими текстильними інститутами здійснюють всю необхідну науково-технічну роботу з удосконалення технологій виготовлення та розширення асортименту технічного текстилю в Німеччині. У результаті цієї співпраці було впроваджено у виробництво чимало нововведень і перспективних розробок інноваційних видів технічного текстилю. Завдяки співдружності промислових підприємств і науково-дослідних організацій виробництво технічного текстилю постійно зростає в усіх сегментах товарного ринку Німеччини.

На сьогодні в країнах ЄС і США в поняття "технічний текстиль" включаються всі матеріали, що не використовуються безпосередньо для виробництва одягу побутового призначення, постільної білизни та предметів інтер'єру.

До технічного текстилю в СРСР відносили тільки важкі технічні тканини та технічний шовк, а продукцію для виробництва обмундирування та амуніції для силових структур, захисний і спортивний одяг тощо ніколи не належав до цієї групи виробів. Наразі в РФ збереглися аналогічна класифікація та принципи обліку продукції технічного призначення [11, с. 4]. Різні види цієї продукції розподіляються в такому співвідношенні, %: тканини для гумово-технічних виробів – 59.75; для шинної промисловості – 6.09; фільтрувальні тканини – 7.45; для шахтних вентиляційних труб і тентові – 13.16; неткані матеріали – 11.59, інші тканини – 1.96 загального обсягу виробництва технічного текстилю в РФ [13].

Технічний текстиль також класифікують за способом виробництва. Традиційно його поділяли на дві категорії: тканини (вся продукція технічного призначення) і неткані матеріали [13].

Як вже зазначено, західні фахівці класифікують технічний текстиль лише за призначенням. Саме ця відмінність у класифікації призвела до того, що в СРСР частка тканин промислового призначення становила в 1990 р. лише 1/12 від загального обсягу виробленого в країні текстилю. Водночас у розвинених країнах вона дорівнювала: 1/3 – у США, 1/4 – Японії та Німеччині [13, с. 104–105]. Частка технічного текстилю, що випускається з хімічних волокон і ниток, у країнах ЄС більш ніж у 2 рази перевищує обсяги його виробництва в Росії.

У Німеччині під час класифікації продукції технічного призначення беруть до уваги тільки ознаку призначення. Японські колеги основну увагу приділяють технологіям виробництва та видам сировини, яку застосовують для виготовлення цієї групи товарів [14–16].

Останнім часом спостерігається тенденція до зростання ємності товарів технічного призначення на ринку України. Згідно з результатами літературних досліджень, обсяг споживання технічного текстилю з середини 90-х років ХХ ст. зріс на 40 %, а нетканих матеріалів – на 67 %. Однак це зростання забезпечується не суттєвим збільшенням обсягів вітчизняного виробництва, а за рахунок імпорту. Характерною рисою українського ринку технічного текстилю у наш час є надто велика перевага імпортних товарів над аналогічними товарами вітчизняного виробництва. На сьогодні обсяги імпорту нетканих матеріалів перевищують обсяги національного виробництва в 3.7 рази. На жаль, темпи приросту внутрішнього виробництва нетканих матеріалів у нашій державі дуже суттєво поступаються темпам приросту імпорту [17].

Протягом останніх 18 років вітчизняна легка промисловість перебуває в стані затяжної системної кризи: зруйновано ділові зв'язки з традиційними постачальниками сировини, практично припинено виробництво устаткування для легкої промисловості. В Україні не існує державних підприємств із виробництва нетканих матеріалів, є лише незначна кількість приватних підприємств. Це переважно

акціонерні товариства закритого, відкритого або публічного типу та колективні організації.

На сьогодні в Україні класифікацію технічного текстилю здійснюють згідно з Українською класифікацією товарів зовнішньоекономічної діяльності (УКТЗЕД). Технічний текстиль відноситься до XI розділу, група 59 – текстильні матеріали, просочені, покриті або дубльовані; текстильні вироби технічного призначення [18].

Оскільки в Україні відсутній інформаційно-аналітичний центр легкої промисловості, не здійснюється розгорнутий статистичний облік обсягів випуску продукції та інших економічних показників роботи підприємств, то наявність чіткої класифікації товарів за певними ознаками уможливить обмежити доступ на внутрішній ринок потенційно небезпечної продукції. Саме тому подальші наукові дослідження спрямовано на створення системи класифікації технічного текстилю.

Класифікація – це розподіл заданої множини на підмножину згідно зі встановленими методами. Множина ділиться на підмножину за однією ознакою, а кожна підмножина – на дрібніші класифікаційні категорії. Розподіл множини продукції на групи за декількома ознаками класифікації називається класифікаційним групуванням. При цьому підрозділи множини складають єдину систему, всі частини якої взаємопов'язані, підпорядковані та являють собою сукупність спільних ознак з головним об'єктом класифікації.

Класифікація продукції зазвичай має кілька взаємопідпорядкованих рівнів розподілу, які в сучасних умовах задовольняють такі основні вимоги:

- забезпечує максимальну оглядовість номенклатури продукції;
- сприяє повному вияву основних властивостей і особливостей продукції;
- враховує можливі зміни в асортименті товарів і поповнення її номенклатури новими видами;
- сприяє подальшому вдосконаленню торговельно-оперативної роботи на всьому шляху товарообігу;
- відповідає принципам кодування товарів, сприяє вдосконаленню обліку промислової продукції і складає кон'юнктурний огляд у сфері товарообігу.

Існують чотири основні елементи класифікації: об'єкт класифікації, мета класифікації, класифікаційні ознаки та класифікаційна одиниця. Головним елементом, що визначає широту та функціональні можливості використання тієї чи тієї системи класифікації, є об'єкт класифікації. Для позначення ланок систематизації й класифікації товарів народного споживання, з позиції товарознавчої науки, використовують такі категорії: розподіл, клас, підклас, група, підгрупа, рід, вид, різновид, тип. Кількість категорій в певній системі залежить від ступеня деталізації та глибини класифікації продукції.

В основу класифікації сукупності ознак (категорій) розподілу покладено класифікаційну одиницю "вид". При глибокій багатоступеневій класифікації об'єктів вид як класифікаційна одиниця розташовується на одній із середніх сходинок ієрархічної драбини. Залежно від деталізації системи, ознаки класифікації поділяють на вищі й нижчі. На вищих рівнях систематики (до виду включно) можуть використовуватися узагальнені ознаки, не пов'язані з властивостями об'єкта, які базуються на функціональних ознаках. Нижчі, які охоплюють усі різновиди категорії "вид", повинні відображати усі властивості продукції. Отже, у загальній схемі систематики класифікаційна одиниця "вид" ділить усі ієрархічні ступені класифікації на дві частини: вищу й нижчу. Саме це має важливе значення для надання товарознавчої характеристики певної продукції [19; 20].

Отже, метою класифікації технічного текстилю є вивчення походження сировини, з якої його виготовляють, спосіб виробництва та функціональне призначення продукції, отриманої на їх основі. За результатами наукових досліджень, об'єкт класифікації – технічний текстиль – запропоновано розподілити за такими класифікаційними ознаками: сировина (клас), походження (група, підгрупа), спосіб виробництва (рід), призначення продукції (функціональне призначення) (*рисунок*).

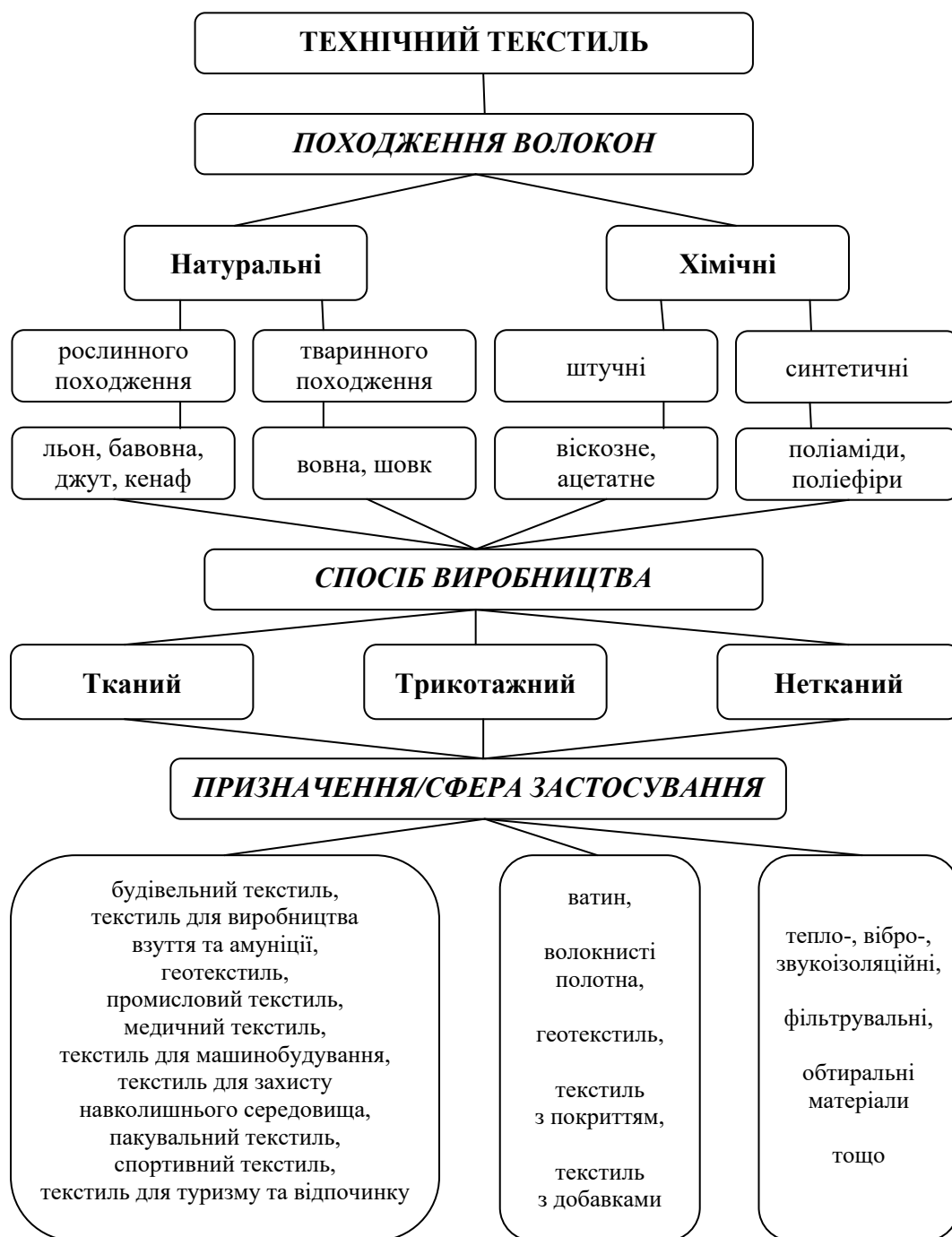
При розробці системи класифікації технічного текстилю враховувалися всі методичні правила її побудови. Складання такої схеми базувалося на застосуванні ієрархічного методу класифікації, що уможливило відобразити високу інформативність, ємність та її логічну послідовність.

У цій системі класифікації запропоновано сукупність продукції технічного призначення розподілити за класифікаційною ознакою "походження". Її найменування відображає спосіб отримання і прогнозує сферу подальшого галузевого застосування.

На основі проведеного аналізу, експертного опитування, здійсненого на підприємствах із виготовлення технічних тканин і серед фахівців, які виробляють технічний текстиль, зробимо висновок: технічні та спеціальні тканини можна розділити за такими ознаками:

- походження волокон на, основі яких виготовляють технічний текстиль: натуральні рослинного походження (льон, бавовна, джут, кенаф); тваринного походження (вовна, шовк); хімічні: штучні (віскозне, ацетатне), синтетичні: (поліаміди, поліефіри) та ін.;
- способом виробництва: ткани, трикотажні, неткані;
- призначення/сфера застосування.

У зв'язку з цим, на основі проведеного аналізу існуючих підходів до класифікації технічного текстилю у світі, в роботі виділено *класифікаційні ознаки*, за якими можна класифікувати технічний текстиль в Україні, й запропоновано ієрархічну класифікацію технічного текстилю (див. *рисунок*).



Ієрархічна класифікація технічного текстилю

Отже, значення технічного текстилю важко переоцінити, оскільки галузі застосування його практично безмежні. На сьогодні існує величезна різниця в підході до класифікації технічного текстилю, тому для подальшого розвитку його виробництва, більш глибокого вивчення властивостей матеріалів та уніфікації робіт з оцінки якості продукції цієї підгалузі вкрай важлива наявність чіткої класифікації.

Висновки. Незважаючи на велике поширення технічного текстилю, в текстильній галузі немає єдиної думки щодо створення та впорядкування його класифікації як в Україні, так і на міжнародному рівні. Наявність чіткої класифікації технічного текстилю уможливить усунути технологічні й маркетингові бар'єри при виробництві, реалізації та споживанні готової продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Оксенчук О. І.* Забезпечення якості як основи формування ринку текстильних матеріалів технічного призначення. Товарознавчий вісник : зб. наук. пр. Вип. 5. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2012. С. 120–125.
2. *Айзенштейн Э. М.* Технический текстиль-2003. Динамика и участники рынка. Технический текстиль. 2003. № 7. URL : <http://rustm.net/catalog/article/542.html>.
3. *Енеке М.* Основные тенденции на рынках технического текстиля в 2010–2011 годах. Технический текстиль. 2012. № 27. URL : <http://rustm.net/catalog/article/2114.html>.
4. *Зирзрак В.* Будущее за техническим текстилем. URL : <http://rustm.net/catalog/article/450.html>.
5. *Кащеев О. В.* Технический текстиль России, что его ждет? Технический текстиль. 2006. № 13. URL : <http://rustm.net/catalog/article/130.html>.
6. *Основные* тенденции на рынках технического текстиля в 2010–2011 годах. URL : <http://rustm.net/catalog/article/2141.html>.
7. *Глобальный* рынок технического текстиля. URL : [http://www/polimery.ru/letter.php?n_id=2527&cat_id=10](http://www.polimery.ru/letter.php?n_id=2527&cat_id=10).
8. *Оліфіренко Л. Д.* Ринок технічного текстилю у світі та в Україні: тенденції та перспективи. URL : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/vcndtu/2011-48/22.htm.
9. *Сафонов Ю. М.* Регулювання розвитку вітчизняної сировинної бази текстильної промисловості : дис. ... докт. екон. наук : 08.00.03. Херсон, 2011. 398 с.
10. *Головенко Т. М., Бойко Г. А., Іваненко О. О., Шовкомуд О. В.* Поняття технічного текстилю та розширення його асортименту. URL : <http://molodyvcheny.in.ua/files/conf/tech/09may2016/14.pdf>.
11. *Chursina L., Gorach O., Bazuk V.* Technical textiles sector development in leading countries and in Ukraine. Engineering Studies. Is. 3 (2), Vol. 9. 2017. P. 493–500.
12. *Енеке М.* Мировой рынок технического текстиля: влияние кризиса, тенденции, перспективы. Технический текстиль. 2007. № 29. С. 81–87.
13. *Российский* рынок технического текстиля: Анализ, проблемы, тенденции и перспективы его развития. Текстиль. URL : <http://prom.net.ru/?id=1417>.
14. *Matsumoto K.* Trend of technical textiles in Japan. Japan Textile News. 1991. N 434. P. 94–101.
15. *Шумаев В. А.* Легкая промышленность: развитие рынка текстиля и спецодежды. РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2014. № 1. С. 104–109.

16. Бондарчук М. М. Подходы к классификации технического текстиля. URL : <https://ipi1.ru/images/PDF/2015/42/analiz-assortimenta-khlopchatobumazhnykh.pdf?>
17. Головенко Т. М. Розроблення технології переробки стебел трести соломи льону олійного з метою одержання нетканих матеріалів : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.02. Херсон, 2013. 185 с.
18. Українська класифікація товарів зовнішньоекономічної діяльності. URL : <http://sfs.gov.ua/baneryi/mitne-oformlennya/subektam-zed/klasifikatsiya-tovariv/63603.html>.
19. Войнаш Л. Г., Дудла І. О., Козьмич Д. І., Павловська Н. В., Приходько М. В. Товарознавство непродовольчих товарів : підруч. Ч. І. Київ : НМЦ "Укоопосвіта", 2004. 436 с.
20. Михайлов В. І., Глушкова Т. Г., Зельніченко О. І. Непродовольчі товари : підруч. Київ : Книга, 2005. 556 с.

Стаття надійшла до редакції 23.03.2018.

Chursina L., Gorach O. Classification of the technical textiles.

Background. The importance of technical textiles cannot be overestimated because the scope of its use is virtually limitless. However, for the further development of technical textiles, a deeper study, the unification of work on the assessment of the quality and properties of materials and products of this sub-sector, it is extremely important to have a clear classification.

The aim of the article is to conduct an analysis of the existing classification of technical textiles and to propose a domestic classification.

Material and methods. Methods of logical analysis, generalization of scientific literature, results of previous studies on classification of technical textiles, statistical data on the issues of modern classification are used.

Results. Based on the analysis of works in the field of classification of technical textiles, one can conclude that the value of technical textiles cannot be overestimated, since the scope of its use is virtually limitless. To date, there is a huge difference in the approach classifications of technical textiles, so for the further development of technical textiles, a deeper study, unification of work on the assessment of the quality and properties of materials and products in this sub-sector is extremely important for the presence of a clear classification. Based on the analysis of existing approaches for the classification of technical textiles in the work, the following criteria were distinguished for classification of technical textiles in Ukraine. We have proposed a generalized classification of technical textiles.

Conclusion. To ensure the quality of textile materials of technical purpose, investment and restructuring of the sub-sector of the textile industry, development of production, and scientific research into the effectiveness of protective equipment for the provision of special properties of textile materials, depending on the purpose and operating conditions, are required. The presence of a clear classification of products of technical purpose, will allow investing into this sub-sector of production in order to manufacture a variety of goods of various functional purposes.

Keywords: technical textiles, classification, fabrics, non-woven materials, technical purposes.

REFERENCES

1. *Oksenchuk O. I.* Zabezpechennja jakosti jak osnovy formuvannja rynku tekstyl'nyh materialiv tehničnogo pryznachennja. Tovaroznavchij visnyk : zb. nauk. pr. Vyp. 5. Luc'k : RVV Luc'kogo NTU, 2012. S. 120–125.
2. *Ajzenshtejn Je. M.* Tehničeskij tekstil'-2003. Dinamika i uchastniki rynku. Tehničeskij tekstil'. 2003. № 7. URL : <http://rustm.net/catalog/article/542.html>.
3. *Eneke M.* Osnovnye tendencii na rynkah tehničeskogo tekstilja v 2010–2011 godah. Tehničeskij tekstil'. 2012. № 27. URL : <http://rustm.net/catalog/article/2114.html>.
4. *Zirznak V.* Budushhee za tehničeskim tekstilem. URL : <http://rustm.net/catalog/article/450.html>.
5. *Kashheev O. V.* Tehničeskij tekstil' Rossii, chto ego zhdet? Tehničeskij tekstil'. 2006. № 13. URL : <http://rustm.net/catalog/article/130.html>.
6. *Osnovnye tendencii na rynkah tehničeskogo tekstilja v 2010–2011 godah.* URL : <http://rustm.net/catalog/article/2141.html>.
7. *Global'nyj rynek tehničeskogo tekstilja.* URL : http://www.polimery.ru/letter.php?n_id=2527&cat_id=10.
8. *Olifirenko L. D.* Rynek tehničnogo tekstylju u sviti ta v Ukraïni: tendencii' ta perspektyvy. URL : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/vcndtu/2011-48/22.htm.
9. *Safonov Ju. M.* Reguljuvannja rozvytku vitchyznjanoi' syrovyanoi' bazy tekstyl'noi' promyslovosti : dys. ... dokt. ekon. nauk : 08.00.03. Herson, 2011. 398 s.
10. *Golovenko T. M., Bojko G. A., Ivanenko O. O., Shovkomud O. V.* Ponjattja tehničnogo tekstylju ta rozshyrennja jogo asortymentu. URL : <http://molodyvcheny.in.ua/files/conf/tech/09may2016/14.pdf>.
11. *Chursina L., Gorach O., Bazuk V.* Technical textiles sector development in leading countries and in Ukraine. Engineering Studies. Is. 3 (2), Vol. 9. 2017. P. 493–500.
12. *Eneke M.* Mirovoj rynek tehničeskogo tekstilja: vlijanie krizisa, tendencii, perspektivy. Tehničeskij tekstil'. 2007. № 29. S. 81–87.
13. *Rossijskij rynek tehničeskogo tekstilja: Analiz, problemy, tendencii i perspektivy ego razvitija.* Tekstil'. URL : <http://prom.net.ru/?id=1417>.
14. *Matsumoto K.* Trend of technical textiles in Japan. Japan Textile News. 1991. N 434. P. 94–101.
15. *Shumaev V. A.* Legkaja promyshlennost': razvitie rynku tekstilja i specodezhdy. RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija. 2014. № 1. S. 104–109.
16. *Bondarchuk M. M.* Podhody k klassifikacii tehničeskogo tekstilja. URL : <https://ipi1.ru/images/PDF/2015/42/analiz-assortimenta-khlopchatobumazhnykh.pdf>.
17. *Golovenko T. M.* Rozroblennja tehnologii' pererobky stebel tresty solomy l'onu oljnogo z metoju oderzhannja netkanyh materialiv : dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.02. Herson, 2013. 185 s.
18. *Ukraïns'ka* klasyfikacija tovariv zovnishn'oekonomichnoi' dijial'nosti. URL : <http://sfs.gov.ua/banery/mitne-oformlennja/subektam-zed/klasifikatsiya-tovariv/63603.html>.
19. *Vojnash L. G., Dudla I. O., Koz'mych D. I., Pavlovs'ka N. V., Pryhod'ko M. V.* Tovaroznavstvo neprodovol'chyh tovariv : pidruch. Ch. I. Kyi'v : NMC "Ukooposvita", 2004. 436 s.
20. *Myhajlov V. I., Glushkova T. G., Zel'nichenko O. I.* Neprodovol'chi tovary : pidruch. Kyi'v : Knyga, 2005. 556 s.

УДК 66.022.32-042.2:691.53

ДЕМЧЕНКО Валентина,
аспірант кафедри товарознавства та митної справи
Київського національного торговельно-економічного університету

ОЦІНКА ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПОВНЮВАЧІВ СУМІШЕЙ ДЛЯ МУРУВАННЯ

Наведено порівняльну характеристику хімічного складу наповнювачів сумішей для мурування і результати досліджень їх властивостей. Показано переваги зольних мікросфер порівняно з натрійборосилікатними (НБС) і перлітом. Розроблено склади сумішей для мурування на основі зольних мікросфер. Досліджено їхні фізико-механічні та теплоізоляційні властивості.

Ключові слова: зольні мікросфери, перліт, натрійборосилікатні мікросфери, змочуваність поверхні, ефективна питома поверхня, умовний тангенс кута діелектричних втрат, коефіцієнт теплопровідності, суміш для мурування.

Демченко В. Оценка свойств наполнителей смесей для кладки. Приведена сравнительная характеристика химического состава наполнителей и результаты исследований их свойств. Показаны преимущества зольных микросфер в сравнении с натрийборосиликатными и перлитом. Разработаны составы смесей для кладки на основе зольных микросфер. Исследованы их физико-механические и теплоизоляционные свойства.

Ключевые слова: зольные микросферы, перлит, натрийборосиликатные микросферы, смачиваемость поверхности, эффективная удельная поверхность, условный тангенс угла диэлектрических потерь, коэффициент теплопроводности, смесь для кладки.

Постановка проблеми. Асортимент наповнювачів для будівельних матеріалів досить обмежений. Останнім часом до їх числа увійшли зольні мікросфери. Адже сумарна площа відвалів відходів українських ТЕС досягає 200 га, а загальний обсяг золошлакових відходів становить майже 387 млн т на рік. Територія, що відводиться для таких цілей, втрачає свою придатність для подальшого використання на десятки років. Зола у відвалах також забруднює атмосферу. Це робить актуальною утилізацію та переробку відходів українських ТЕС.

Хімічний склад і властивості зольних мікросфер, що утворюються унаслідок високотемпературного факельного спалювання вугілля на ТЕС України, визначають перспективи використання цього матеріалу як наповнювача для будівельних матеріалів із заданими властивостями, включаючи суміші для мурування з підвищеними теплоізоляційними характеристиками. Окрім того, однією з переваг зольних мікросфер є їх низька собівартість порівняно з такими матеріалами, як перліт та натрійборосилікатні мікросфери [1; 2].

© Демченко Валентина, 2018

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останнім часом як наповнювачі для будівельних матеріалів використовуються перліт і рідше – НБС мікросфери. Q. Wang, D. Wang, H. Chen доводять, що введення останніх уможливує отримувати вихідні матеріали із підвищеною міцністю, тепло- та звукоізоляцією тощо [3].

Дослідження Д. В. Керш [4], Т. Н. Теряевой, О. В. Костенко та ін. [5] щодо властивостей перліту та НБС мікросфер показують ефективність цих матеріалів у будівельній промисловості.

Проте порівняльна характеристика властивостей поверхні та хімічного складу зольних мікросфер з НБС та перлітом уможливить виявити їхні переваги й шляхом модифікування забезпечити ефективне використання їхніх потенційних властивостей у складі сумішей для мурування, зокрема підвищення експлуатаційних властивостей останніх.

Мета роботи – на основі порівняльної оцінки якості сумішей для мурування та виявлення переваг зольних мікросфер розробити композиції з підвищеними теплоізоляційними та експлуатаційними властивостями.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – зольні мікросфери з українських ТЕС (Бурштинської, Курахівської, Придніпровської, Трипільської та Криворізької), перліт і натрійборосилікатні мікросфери. Зразки зольних мікросфер отримано на підприємстві *UMG Holding Ukraine*. Як модифікатор обрано гідролізат етилсилікату, функціональну добавку – *Tylose 30000 UP*. Відбір проб зольних мікросфер здійснено за ДСТУ Б В.2.7-128:2006 [6]. Хімічний склад визначено рентгено-флуоресцентним аналізом на *EXPERT-3L* та ІЧ-спектроскопією [7]. Властивості поверхні (ефективна питома поверхня, змочуваність) досліджено за методом Дерягіна [8; 9], коефіцієнт теплопровідності – стаціонарним методом циліндра за ДСТУ В.2.7-182:2009 [10], умовний тангенс кута діелектричних втрат – за допомогою мосту змінного струму P5083 на робочій частоті 1000 Hz [11], міцність на стиск – за ДСТУ Б В.2.7-214:2009 [12]. Методику визначення адгезійної міцності обрано із врахуванням рекомендацій, викладених у спеціальній літературі [13; 14] на зразках у формі хрестовини.

Результати дослідження. Зольні мікросфери – дрібнодисперсний порошок з частинками розміром від декількох мікрометрів до десятих частин міліметра, що утворюються внаслідок спалювання твердого палива (вугілля) на ТЕС. Дрібнодисперсна структура уможливує використовувати цей матеріал у будівельній промисловості без додаткового подрібнення, що значно знижує собівартість продукції [15].

Перліт – це різновид вулканічного скла, що утворюється внаслідок виносу із надр землі природного кислого силікатного магматичного розплаву, який у результаті втрати значної кількості летких компонентів вилився на поверхню у вигляді лави. Характерна особливість перліту – наявність концентричних мікротріщин, що утворюють перлітову структуру [16].

НБС мікросфери являють собою сипучий дрібнодисперсний матеріал, що складається з окремих пористих частинок сферичної форми. На відміну від зольних мікросфер і перліту натрійборосилікатні мікросфери утворюються штучно шляхом варки склоутворюючих компонентів за температури 1100 °С.

Пористі НБС мікросфери виготовляються зі скла, в якому попередньо створена мікро- або наноліквіаційна структура шляхом їх кислотного вилуговування. Дослідження показали, що хімічний склад НБС мікросфер попередньо визначається і містить оксиди натрію, бору та силіцію (табл. 1) [17].

Таблиця 1

Хімічний склад наповнювачів сумішей для мурування

Наповнювач	Хімічний склад, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	FeO	K ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃
Перліт	72.15	17.35	0.38	0.15	3.70	0.56	4.07	0.9	0.08	–
Натрійборосилікатні мікросфери	49.10	Відсутні			28.14	Відсутні				22.76
Зольні мікросфери	60.68	34.24	1.67	1.19	0.62	1.75	6.42	1.01	1.25	–

Побудовано автором за [16; 17].

Установлено, що SiO₂ є основним елементом хімічного складу як перліту, НБС, так і зольних мікросфер. Оксид алюмінію (Al₂O₃) у своєму хімічному складі містить лише перліт і зольні мікросфери. Оксид титану (TiO₂) в незначній кількості міститься також лише в складі перліту та зольних мікросфер, де його вміст майже у 8 разів вищий, ніж у складі перліту. Вміст оксиду натрію (Na₂O) характерний як для перліту, так і для зольних і НБС мікросфер. У складі перліту та зольних мікросфер Na₂O виступає як домішка, тому його вміст у цих матеріалах незначний.

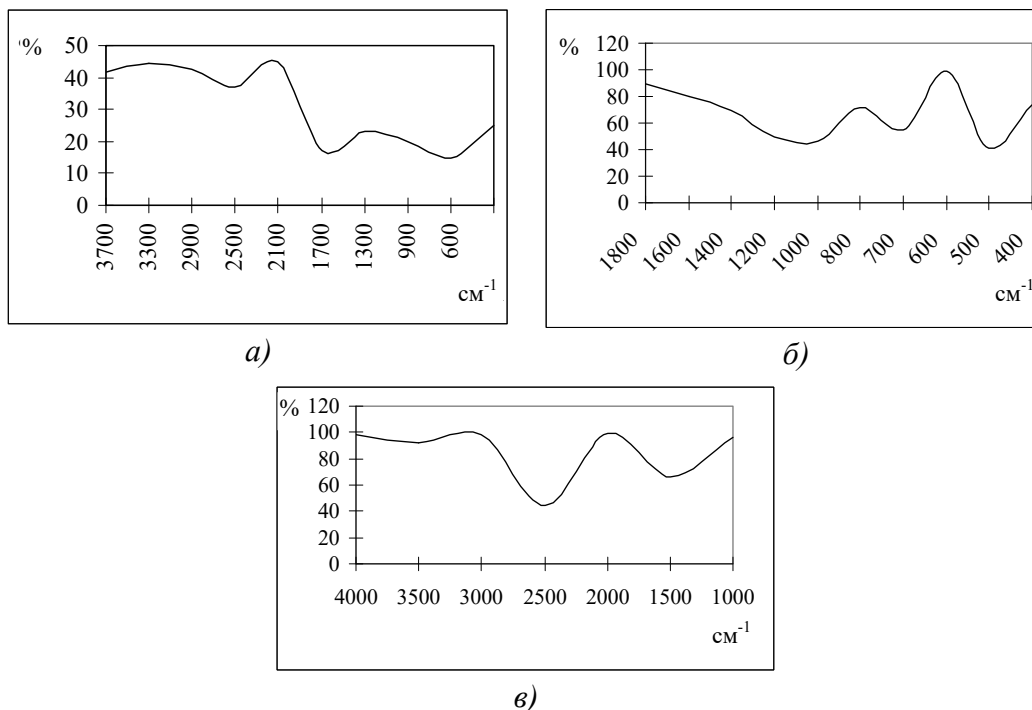
Вміст FeO, K₂O, CaO та MgO є характерним лише для хімічного складу перліту та зольних мікросфер. Вищий вміст оксиду кальцію в складі останніх зумовлює їх високу міцність і низьку теплопровідність. Цей факт уможливує припустити, що суміші для мурування на основі зольних мікросфер, порівняно з НБС і перлітом, матимуть вищі теплоізоляційні властивості та міцність.

Вміст оксиду бору (B₂O₃) характерний лише для хімічного складу НБС мікросфер.

Загальний вигляд ІЧ-спектрів перліту (рисунк, а) в інтервалі 400–1400 см⁻¹ характерний для лужного алюмосилікатного скла. В спектрах спостерігається низка інтенсивних смуг поглинання, що відповідають валентним коливанням груп Si–O; Si–O–Si та поверхневим гідроксильним групам гідратованих кремнеземистих матеріалів.

За результатами ІЧ-спектроскопічних досліджень НБС мікросфер (рисунк, б), спостерігається зменшення інтенсивності смуги поглинання в інтервалі 760–770 см⁻¹, яка належить гідроксильним групам, що входять до складу цього матеріалу.

Для ІЧ-спектрів зольних мікросфер (рисунк, в) характерні ділянки, які відповідають смугам поглинання молекули H_2O , валентним коливанням зв'язку Si–O–Si та деформаційним коливанням Si–O.



ІЧ-спектри:

а) – перліту; б) – натрійборосилікатних мікросфер; в) – зольних мікросфер

Побудовано автором за [16; 17].

Не менш важливими властивостями, що визначають потенційну здатність використання перліту, НБС і зольних мікросфер як наповнювачів сумішей для мурування, є властивості їхньої поверхні.

Порівняно низька здатність до змочуваності зольних мікросфер пов'язана з їхніми морфологічними особливостями (сферична форма, гладка поверхня), що знижує адсорбційну здатність.

Ефективна питома поверхня дисперсної фази досліджуваних матеріалів визначає характер її взаємодії з в'язучою речовиною (портландцементом) – поверхню контакту і розподіл частинок у дисперсному середовищі. Найвище значення ефективної питомої поверхні по воді мають НБС мікросфери – $5.5 \text{ м}^2/\text{г}$, що в 4 рази вище, ніж для перліту, й у 3 рази – для зольних мікросфер (табл. 2).

При змочуванні досліджуваних матеріалів неполярними рідинами (ксилол і бензол) значення ефективної питомої поверхні збільшується. По бензолу для перліту вона майже вдвічі вище, ніж при змочуванні водою. Особливий інтерес становить ефективна питома поверхня зольних мікросфер, яка при змочуванні ксилолом збільшилася в 3 рази порівняно з цим показником при змочуванні водою. Найвищий коефіцієнт ліофільності характерний для зольних мікросфер.

Таблиця 2

Властивості поверхні наповнювачів сумішей для мурування

Показник	Вид наповнювача		
	перліт	НБС	зольні
		мікросфери	
Змочуваність:			
- вода	0.0140	0.1045	0.0872
- неполярні розчинники	0.0220	0.8691	0.5878
Ефективна питома поверхня, м ² /г:			
- по воді;	1.3	5.5	1.7
- по неполярних розчинниках	2.4	6.2	5.1
Коефіцієнт ліофільності (β)	0.064	0.120	0.148

Побудовано автором за [16; 17].

Ураховуючи той факт, що дослідження властивостей перліту, НБС і зольних мікросфер проведено з метою визначення потенційних здатностей цих матеріалів до використання як наповнювачів сумішей для мурування з підвищеними теплоізоляційними властивостями, визначення коефіцієнта теплопровідності є одним з основних показників. При цьому – що нижчий коефіцієнт теплопровідності, то вищими будуть теплоізоляційні властивості матеріалу.

Досліджено теплофізичні (коефіцієнт теплопровідності) та діелектричні (умовний тангенс кута діелектричних втрат) характеристики перліту, НБС і зольних мікросфер (табл. 3).

Таблиця 3

Теплофізичні та діелектричні властивості наповнювачів

Показник	Вид наповнювача		
	перліт	НБС	зольні
		мікросфери	
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	0.192	1.13	0.184
Умовний тангенс кута діелектричних втрат:			
- висушені	0.490	0.049	0.021
- витримані у вологому середовищі	0.498	0.051	0.027

Побудовано автором за [16; 17].

Серед досліджуваних матеріалів найнижчий коефіцієнт теплопровідності мають зольні мікросфери, що робить їх перспективними наповнювачами сумішей для мурування з підвищеними теплоізоляційними властивостями.

Установлено, що діелектрична проникність досліджуваних матеріалів залежить від частоти електромагнітного поля, природи матеріалів, а також кількості вологи, адсорбованої на їхній поверхні. Після видалення вологи з поверхні величина умовного тангенса діелектричних втрат знижується внаслідок відсутності руху зарядів по диполях води. Саме тому величина цього показника визначалася у двох випадках: для матеріалів, з поверхні яких видалена волога (шляхом висушування до постійної маси), та для таких, що протягом 24 год адсорбували вологу.

Висушені зольні мікросфери (порівняно з перлітом і НБС мікросферами) характеризуються низьким значенням умовного тангенса кута діелектричних втрат ($tg\delta$). Проте, адсорбувавши на свою поверхню певну кількість вологи, $tg\delta$ зростає. Це свідчить про те, що діелектричні властивості зольних мікросфер значною мірою залежать від властивостей їхньої поверхні: ефективної питомої поверхні, змочуваності, коефіцієнта ліофільності, адсорбційної здатності поверхні та адсорбованих нею речовин.

Загалом, для досліджуваних матеріалів можна констатувати, що між ефективною питомою поверхнею, кількістю адсорбованої вологи та умовним тангенсом кута діелектричних втрат існує прямий зв'язок. Саме тому зі збільшенням ефективної питомої поверхні матеріалів збільшується і енергетичний потенціал їхньої поверхні.

Зазначені дані дають підставу припустити, що зольні мікросфери за своїми технічними характеристиками й потенційним промисловим ресурсом можуть конкурувати з широко використовуваними НБС мікросферами та перлітом.

На основі наведених досліджень розроблено склади сухих будівельних сумішей (і розчинів на їх основі), в яких в'язучою речовиною виступав портландцемент марки М500 (ПрАТ "Дікергофф Цемент Україна"), а наповнювачем – зольні мікросфери (табл. 4).

Таблиця 4

Склад сумішей для мурування, мас. %

Вміст компонентів у складі композиції, кг	Cerezit CT-21	Номер композиції		
		1	2	3
Портландцемент М500	34.00	84.60	83.50	85.4
Зольні мікросфери ТЕС	–	25.00	30.00	20.00
Гідролізат етилсилікату	–	0.002	0.002	0.002
Tylose 30000 UP	–	0.40	0.50	0.60
Пісок	66.00	–	–	–

Розробку оптимальних складів розчинів необхідних властивостей здійснено з урахуванням міцності та адгезії мікросфер. До уваги бралась також їх висока гідрофобність і, як наслідок, погане змочування цементним розчином. Саме тому зольні мікросфери попередньо модифікували в сухому стані гідролізатом етилсилікату

Отримані склади композиції порівнювалися з контролем (Cerezit CT-21). Для дослідження фізико-механічних і теплоізоляційних показників сумішей для мурування їх розбавляли водою до робочої консистенції.

Результати оцінки межі міцності при стиску розроблених сумішей на основі зольних мікросфер (зразки розміром 30×30×30 мм) після 7 діб тверднення свідчать, що вона зростає у 1.7–1.8 раза в композиції № 3 порівняно з іншими зразками (табл. 5). Після 28 діб тверднення динаміка зміни міцності при стиску має дещо інший вигляд. Міцність усіх розроблених систем зростає і становить від 9.9 до 13.0 МПа. Максимум зафіксовано для композиції № 3, а мінімум – для № 1.

**Межа міцності при стиску та адгезійна міцність композицій
для мурування, МПа**

Номер композиції	Межа міцності при стиску через, діб		Адгезійна міцність через, діб		Характер процесу руйнування адгезійного контакту через, діб	
	7	28	7	28	7	28
1	7.0	9.9	7.31	7.40	Руйнування матеріалу шва (когезійне) або газобетону без пошкодження шва	
2	7.4	10.4	6.32	7.32	Відрив по межі з'єднання, іноді руйнування газобетону	
3	12.5	13.0	7.24	7.25	В 1-му з 3-х випадків руйнування бетону, в інших – відрив по шву	Руйнування газобетону, шов цілий
<i>Cerezit CT-21</i>	7.1	10.8	7.30	7.40	В 1-му з 3-х випадків руйнування балочки	Адгезійне руйнування системи "розчин-газобетон"

Досліджено розраховані склади по адгезійній міцності з'єднання (товщина шва – 3 мм, розміри балочок газобетону 40×40×80 мм) за таких само термінів тверднення.

Співставляючи результати оцінки адгезійної міцності розроблених композицій після 7 діб тверднення з їх міцністю при стиску за такий само проміжок, необхідно констатувати відсутність будь-якого зв'язку. Максимальна адгезія складів понад 7.3 МПа (більш високі значення неможливо зафіксувати внаслідок руйнування газобетону) відмічена у складах № 1 та для суміші *Cerezit CT-21*, а мінімальна – у складі № 2. Збільшення терміну тверднення до 28 діб зумовлює незначні зміни адгезійної міцності.

Визначуно теплопровідність запропонованих композицій при стаціонарному тепловому режимі, які показали, що використання зольних мікросфер як наповнювача суміші для мурування уможливує зниження тепловитрат у 3 рази.

Висновки. Дослідженнями хімічного складу, властивостей поверхні та теплоізоляційних характеристик перліту, натрійборосилікатних і зольних мікросфер виявлено визначальну роль кількості адсорбованої води на змочуваність досліджуваних матеріалів і доведено доцільність модифікування зольних мікросфер.

Установлено, що серед всіх розроблених складів за такими показниками, як міцність при стиску, адгезійна міцність і коефіцієнт теплопровідності, найкращим є склад № 2.

Зольні мікросфери, порівняно з натрійборосилікатними та перлітом, мають найбільші перспективи використання як наповнювачів сумішей для мурування, що підтверджується найнижчим коефіцієнтом їх теплопровідності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Данилович И. Ю., Сканава Н. А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов. М. : Высш. шк., 1988. 33 с.
2. Кац Г. С., Милевски Д. В. Наполнители для полимерных композиционных материалов. М. : Химия, 1981. 736 с.
3. Wang Q., Wang D., Chen H. The role of fly ash microsphere in the microstructure and macroscopic properties of high-strength concrete. Cement and Concrete Composites. Department of Civil Engineering, Tsinghua University. China, 2017. P. 125–137.
4. Керш Д. В. Гіпсові композиції з зольними мікросферами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05. Одеса, 2015. 14 с.
5. Теряева Т. Н., Костенко О. В., Исмагилов З. Р., Шикина Н. В., Рудина Н. А., Антипова В. А. Физико-химические свойства алюмосиликатных полых микросфер. Вестн. КузГТУ. 2013. № 5 (99). С. 86–90.
6. ДСТУ Б В.2.7-128:2006. Добавки активні мінеральні та добавки наповнювачі до цементу. Технічні умови. Київ : Інститут "УкрДЦемент", 2013. 8 с.
7. Свідерський В. А., Черняк Л. П., Сальник В. Г. Інструментальні методи хімічного аналізу силікатних систем : навч. посіб. Київ : "Політехніка", 2017. С. 91–98.
8. Дерягин Б. В., Захаев М. Н., Талаев М. В. Прибор для определения коэффициента фильтрации и капиллярной пропитки пористых и дисперсных тел. Новые методы физико-химических исследований. М. : Изд-во АН СССР, 1957. С. 102–107.
9. Дерягин Б. В., Захаева Н. Н., Талаев М. В., Филипповский В. В. Определение удельной поверхности порошкообразных тел по сопротивлению фильтрации разреженного воздуха. М. : Изд-во АН СССР, 1957. 60 с.
10. ДСТУ Б В.2.7-182:2009. Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації і теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів в розрахункових та стандартних умовах. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 23 с.
11. Походун А. И., Шариков А. В. Экспериментальные методы исследований : учеб. пособ. СПб. : СПб ГУ ИТМО, 2006. С. 87–90.
12. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками : Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 43 с.
13. Мовсисян Г. В. Справочник по клеям. М. : Изд-во АН СССР, 1980. 304 с.
14. Берлин Л. А., Басин В. Б. Основы адгезии полимеров. М. : Феникс, 1974. 397 с.
15. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности : учеб.-справ. пособ. Ростов н/Д. : Феникс, 2007. 368 с.
16. Пащенко А. А., Воронков М. Г., Крупа А. А., Свидерский В. А. Гидрофобный вспученный перлит. Київ : Наук. думка, 1977. С. 5–10.
17. Huang W., Day D. E., Kittiratanapiboon K., Rahaman M. N. Kinetics and mechanisms of the conversion of silicate (45S5), borate, and borosilicate glasses to hydroxyapatite in dilute phosphate solutions. J. Mater. Sci. : Mater. Med. 2006. N 17. P. 583–596.

Стаття надійшла до редакції 15.05.2018.

Demchenko V. Evaluation of the properties of fillers of mixtures for masonry.

Background. The range of fillers for building materials is quite limited. The chemical composition and properties of ash microspheres determine the prospects for using them as a filler for building materials with given properties.

The aim of the work is to develop compositions with increased thermal insulation and operational properties which are based on the comparative assessment of the quality of mixtures for masonry and the identification of the advantages of ash microspheres.

Analysis of recent research and publications. Perlite is used as filler for building materials. Sodium-borosilicate microspheres are rarely used as fillers for building materials. Q. Wang, D. Wang, H. Chen argue that the introduction of the latter makes it possible to obtain source materials with increased durability, heat and sound insulation, etc. [3]. Research by D. V. Kersh [4], T. N. Teryaeva, O. V. Kostenko and others [5] of the properties of perlite and sodium borosilicate microspheres shows the effectiveness of these materials in the construction industry.

Material and methods. As the objects of research were selected fly ash microspheres from Ukrainian TPPs obtained at UMG Holding Ukraine. Hydrolyzate of ethyl silicate was selected as a modifier, *Tylose 30000 YP* was a functional additive. Sampling of fly ash microspheres was carried out according to DSTU B V.2.7-128:2006 [6]. The chemical composition was determined by the method of X-ray fluorescence analysis; properties of the surface were determined by the method of Deryagin [8; 9]; coefficient of thermal conductivity was determined according to State Standard of Ukraine DSTU, V.2.7-182:2009 [10]; conditional tangent of the dielectric loss angle was determined using the bridge of the alternating current R5083 at a working frequency of 1000 Hz [11]; compressive strength was determined according to DSTU B V.2.7-214:2009 [12]; adhesion strength was determined according to [13; 14].

Results. Results of research of properties of fillers on the example of fly ash, sodium borosilicate microspheres and perlite are presented in the article. It has been established that SiO_2 is the main element of the chemical composition of perlite, sodium borosilicate and fly ash microspheres. Aluminum oxide (Al_2O_3) in its chemical composition contains only perlite and fly ash microspheres, due to the peculiarities of the raw material used in their formation. Advantages of fly ash microspheres in comparison with sodium borosilicate and perlite when they are used as fillers for building materials with increased thermal insulation properties have been shown. Relationship between chemical composition, surface properties (wettability, effective specific surface, coefficient of lyophilicity), thermophysical (thermal conductivity coefficient) and dielectric (conditional tangent of dielectric losses angle) properties of investigated materials have been established.

Based on the obtained researches formulations of mixtures for masonry have been developed. The obtained compositions were compared with the control (*Cerezit CT-21*) according to the following parameters: compressive strength, adhesion strength and coefficient of thermal conductivity.

Conclusion. It has been established by the research that among all the developed compositions according to indicators such as compressive strength, adhesion strength and coefficient of thermal conductivity, the best is the composition of number 2.

The fly ash microspheres, in comparison with sodium borosilicate and perlite, have the greatest prospects of using as fillers of mixtures for masonry. This is confirmed by the lowest coefficient of their thermal conductivity.

Keywords: fly ash microspheres, perlite, sodium borosilicate microspheres, wettability of a surface, effective specific surface area, chemical composition, conditional tangent of dielectric losses angle, coefficient of thermal conductivity.

REFERENCES

1. *Danilovich I. Ju.*, Skanavi N. A. Ispol'zovanie toplivnyh shlakov i zol dlja proizvodstva stroitel'nyh materialov. M. : Vyssh. shk., 1988. 33 s.
2. *Kac G. S.*, Milevski D. V. Napolniteli dlja polimernyh kompozicion-nyh materialov. M. : Himija, 1981. 736 s.
3. *Wang Q.*, Wang D., Chen H. The role of fly ash microsphere in the microstructure and macroscopic properties of high-strength concrete. Cement and Concrete Composites. Department of Civil Engineering, Tsinghua University. China, 2017. P. 125–137.
4. *Kersh D. V.* Gipsovi kompozycji' z zol'nymy mikrosferamy : avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk : 05.23.05. Odesa, 2015. 14 s.
5. *Terjaeva T. N.*, Kostenko O. V., Ismagilov Z. R., Shikina N. V., Rudina N. A., Antipova V. A. Fiziko-himicheskie svojstva aljumosilikatnyh polyh mikrosfer. Vestn. KuzGTU. 2013. № 5 (99). S. 86–90.
6. DSTU B V.2.7-128:2006. Dobavky aktyvni mineral'ni ta dobavky napovnjuvachi do cementu. Tehnichni umovy. Kyi'v : Instytut "UkrDIcement", 2013. 8 s.
7. *Sviders'kyj V. A.*, Chernjak L. P., Sal'nyk V. G. Instrumental'ni metody himichnogo analizu sylikatnyh system : navch. posib. Kyi'v : "Politehnika", 2017. S. 91–98.
8. *Derjagin B. V.*, Zahaev M. N., Talaev M. V. Pribor dlja opredelenija koeficienta fil'tracii i kapilljarnoj propitki poristyh i dispersnyh tel. Nove metody fiziko-himicheskikh issledovanij. M. : Izd-vo AN SSSR, 1957. S. 102–107.
9. *Derjagin B. V.*, Zahaeva N. N., Talaev M. V., Filippovskij V. V. Opredelenie udel'noj poverhnosti poroshkoobraznyh tel po soprotivleniju fil'tracii razrezhennogo vozduha. M. : Izd-vo AN SSSR, 1957. 60 s.
10. DSTU B V.2.7-182:2009. Budivel'ni materialy. Metody vyznachennja terminu efektyvnoi' ekspluatacii' i teploprovodnosti budivel'nyh izoljacijnyh materialiv v rozrahunkovyh ta standartnyh umovah. Kyi'v : Minregionbud Ukrai'ny, 2010. 23 s.
11. *Pohodun A. I.*, Sharikov A. V. Jeksperimental'nye metody issledovanij : ucheb. posob. SPb. : SPb GU ITMO, 2006. S. 87–90.
12. DSTU B V.2.7-214:2009. Budivel'ni materialy. Betony. Metody vyznachennja micnosti za kontrol'nyy zrazkamy : Kyi'v : Minregionbud Ukrai'ny, 2009. 43 s.
13. *Movsisjan G. V.* Spravochnik po klejam. M. : Izd-vo AN SSSR, 1980. 304 s.
14. *Berlin L. A.*, Basin V. B. Osnovy adgezii polimerov. M. : Feniks, 1974. 397 s.
15. *Dvorkin L. I.*, Dvorkin O. L. Stroitel'nye materialy iz othodov promyshlennosti : ucheb.-sprav. posob. Rostov n/D. : Feniks, 2007. 368 s.
16. *Pashhenko A. A.*, Voronkov M. G., Krupa A. A., Sviderskij V. A. Gidrofobnyj vspuchennyj perlit. Kiiv : Nauk. dumka, 1977. S. 5–10.
17. *Huang W.*, Day D. E., Kittiratanapiboon K., Rahaman M. N. Kinetics and mechanisms of the conversion of silicate (45S5), borate, and borosilicate glasses to hydroxyapatite in dilute phosphate solutions. J. Mater. Sci. : Mater. Med. 2006. N 17. P. 583–596.

УДК 676.24

МЕРЕЖКО Ніна,*д. т. н., професор, завідувач кафедри товарознавства та митної справи Київського національного торговельно-економічного університету***ОСАУЛЕНКО Ксенія,***аспірант кафедри товарознавства та митної справи Київського національного торговельно-економічного університету*

МОДИФІКУВАННЯ ПАПЕРУ НА ОСНОВІ НЕБІЛЕНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ СИЛОКСАНАМИ

Досліджено склад і реакційну здатність паперу на основі небіленої целюлози щодо кремнійорганічних сполук з функціональними групами типу Si–OMe та Si–OH біля атома силіціюма. Оцінено ступінь участі основних складових целюлози в процесах взаємодії із силосаном і можливість керованої зміни структури паперу та його адсорбційної здатності до води в різних агрегатних станах.

Ключові слова: целюлоза, папір, кремнійорганічні сполуки, покриття, силосани, структура, пористість, густина, адсорбційна здатність, змочуваність водою.

Мережко Н., Осауленко К. Модифицирование бумаги на основе небеленой целлюлозы силосанами. Исследован состав и реакционная способность небеленой целлюлозы по отношению к кремнийорганическим соединениям с функциональными группами типа Si–OMe и Si–OH возле атома кремния. Оценена степень участия основных составляющих целлюлозы в процессах взаимодействия с силосаном и возможность управления изменениями структуры бумаги и ее адсорбционной способности к воде в разных агрегатных состояниях.

Ключевые слова: целлюлоза, бумага, кремнийорганические соединения, покрытия, силосаны, структура, пористость, плотность, адсорбционная способность, смачивание водой.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції розвитку композиційних матеріалів передбачають суттєве збільшення частки використання композитів на основі рослинних полімерів, зокрема целюлози, в різних галузях промисловості. Це зумовлено наявністю в цих матеріалах низки цінних властивостей і насамперед екологічної безпечності.

Папір – це тонкошаровий матеріал, який складається переважно із попередньо розмелених рослинних або синтетичних волокон, що хаотично переплетені між собою і зв'язані водневими зв'язками та проклеювальною речовиною [1]. Низька стійкість паперу до вологи зумовлена особливостями складу його основного інгредієнта – целюлози, а саме – наявністю в складі її макромолекули значної кількості гідроксильних груп, здатних до взаємодії з деструкційними агентами та незначною гідролітичною стійкістю водневих зв'язків. Сприяє розвитку зазначених процесів і значна пористість целюлозовмісної матриці.

© Мережко Ніна, Осауленко Ксенія, 2018

Папір є пористокапілярним матеріалом – за такої умови розрізняють макро- й мікропористість. Макропори – це переважно порожнини між волокнами, які заповнені повітрям і вологою. Мікропори, або капіляри, – дуже дрібні порожнини невизначеної форми, які пронизують покривний шар паперу, а також пори, що утворилися між частинками наповнювача або між ними та поверхнею целюлозних волокон. Загальний об'єм пор в папері, отриманому без спеціального ущільнення, приміром газетного, досягає 60 % і більше, а середній їх радіус становить 0.16–0.18 мкм [2; 3].

Окрім хімічної стійкості, пористість впливає і на механічну міцність (міцність на розрив), яка визначається довжиною та якістю зв'язку волокон всередині паперового волокна. Зазвичай з метою її підвищення застосовується поверхневе проклеювання, а для спеціальних видів паперу – його пігментування та крейдування. У першому випадку передбачається нанесення на поверхню тонкого шару проклеювальних речовин (маса покриття до 6 г/м²), що попереджає його руйнування в процесі переробки та зменшує деформацію під час зволоження.

Пігментування та крейдування паперу відрізняються лише масою складу, що наноситься. Допускається, що вона для покривельного шару в пігментованому папері не перевищує 14 г/м², а в крейдованому досягає 40 г/м². Крейдований шар забезпечує високий ступінь білості та гладкості. Крейдований папір відноситься до мікропористого, або капілярного. Пористість становить всього 30 %, а розмір пор не перевищує 0.03 мкм [4].

Макропористий папір (зокрема, газетний) складається цілком із деревної маси. Він містить чисту целюлозу й додатково крейдується. Некрейдований папір на такій самій основі має розміри пор дещо більші, але відноситься до мікропористих. Усі інші за рівнем поруваної структури займають проміжне положення.

Наявність таких відмінностей у структурі й композиції паперу потребує всебічного, обґрунтованого підходу за реалізації заходів щодо підвищення його механічної міцності. Це стосується насамперед хімічних препаратів для обробки поверхні паперу. Відома ціла лінійка таких речовин різного складу та функціонального спрямування [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми захисту та розробки нових видів паперу цікавлять багатьох учених. Заслужують уваги дослідження Л. А. Коптюха, В. А. Осики щодо використання проклеювальних складів на основі поліамідної смоли, модифікованої епіхлоргідрином [5] і полівініловим спиртом, поліамідепіхлоргідрінової смоли та карбаміду [5; 6], а також кремнійорганічних сполук [7] для надання водонепроникності паперовим пакувальним матеріалам.

Обмеженість сфер застосування зазначених препаратів зумовлюється незначною стійкістю до механічних впливів (натисків, перегинів) та складністю і затратністю процесу їх виробництва. Такі методи не можуть реалізовуватися для захисту паперу як наповнювача

в складі композиційних матеріалів конструкційного призначення. Саме тому значної уваги заслуговує використання кремнійорганічних продуктів різного ступеня реакційної здатності в складі тонкошарових покриттів, здатних забезпечити широкий спектр захисної дії від впливу атмосферних і експлуатаційних факторів при стабільному рівні механічних властивостей. Для вирішення цього завдання потрібні детальні дослідження особливостей процесів взаємодії паперу з кремнійорганічними сполуками в складі захисних тонкошарових покриттів. Основне їхнє завдання полягає в блокуванні гідроксильних груп у складі целюлози та забезпечення міцного хімічного зв'язку між силосанами й поверхнею паперу.

Мета роботи – дослідити склад і реакційну здатність паперу на основі небіленої целюлози до кремнійорганічних сполук з функціональними групами типу Si-OMe та Si-OH біля атома силіцію та можливість регулювання структури й експлуатаційних властивостей шляхом модифікування його поверхні.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження слугували небілена целюлоза типу TECHNOCEL марок 200-1 та 2500, які відрізняються вмістом фракцій менше 32 мкм. Окрім того, в складі останньої допускається наявність волокна більше 200 та 800 мкм [2].

Як об'єкт для порівняння обрано намотувальний папір (ГОСТ 1931–80), що містить 100 мас. % небіленої сульфатної целюлози товщиною 70 ± 3 мкм.

ІЧ-спектральний аналіз досліджуваних матеріалів після компактування зі спектрально чистим КВг здійснено на спектрометрі Specord – JR 75 [8].

Параметри структури паперу (пористість, істинна й геометрична (об'ємна) густина) та його адсорбційні властивості щодо води в різних агрегатних станах (водо- й вологопоглинання), а також змочуваність поверхні водою (крайовий кут змочування, град.) оцінено із застосуванням спеціальних методик [9].

Результати дослідження. Основним інгредієнтом паперу є целюлоза, склад якої визначається вмістом в її макромолекулі значної кількості реакційноздатних гідроксильних груп. Проте під час виробництва паперу останні можуть отримати різноманітні трансформації. Саме тому з використанням чутливих методів ІЧ-спектроскопії проведено порівняльний аналіз небіленої целюлози та паперу на її основі.

На прикладі целюлози типу TECHNOCEL марок 200-1 і 2500 та паперу встановлено, що їхні ІЧ-спектри мають значні відмінності щодо складу й структури характеристичних смуг поглинання (*рис. 1*).

Зазначені види целюлози відрізняються гранулометричним складом. Для марки 200-1 при кількості фракцій >32 мкм менше 90 мас. % допускається наявність волокон розміром >90 мкм менше 50 мас. % і більше 200 мкм < 3 мас. %. В іншому випадку при збільшенні вмісту фракцій < 32 мкм до 95 мас. % допускається вміст волокон розміром понад 200 і 800 мкм.

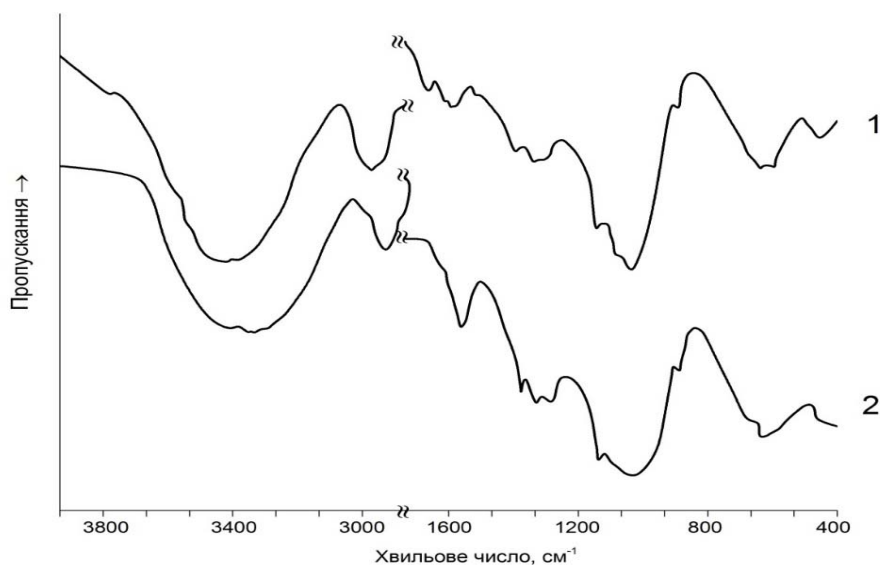


Рис. 1. ІЧ-спектри: 1 – целюлоза; 2 – папір

Ці ІЧ-спектри (див. рис. 1) характеризуються відсутністю смуг поглинання СН при 1420, 1320, 1160 і 660 cm^{-1} для целюлози 2500 порівняно з 200-1. За показником Іо/І наявні для вказаного субстрату характеристичні смуги умовно можна розділити на три групи. Перша характерна при рівнях Іо/І 3.57 (1160 cm^{-1} , коливання зв'язків С–О–С), 4.38 (3413 cm^{-1} ОН зв'язки) та 7.93 (1073 cm^{-1} , коливання зв'язків С–С, С–ОН, С–Н). Друга включає відношення інтенсивностей в межах 0.60–0.66 (1880 і 1913 cm^{-1} , зв'язки С–Н), 0.69 (666 cm^{-1} , С–ОН), 0.97 (1420 cm^{-1} , Н–С–Н, О–СН) та 1.03–1.18 (1320 і 1373 cm^{-1} , зв'язки С–Н). Третя характеризується відношенням Іо/І на рівні 0.38 (1633 cm^{-1} , ОН зв'язки) і 0.18 (1720 cm^{-1} , С=О) (табл. 1).

Максимальні значення ширини на половині висоти зафіксовано для смуг поглинання при 2913 (512 cm^{-1}) і 3413 cm^{-1} (492 cm^{-1}).

Аналогічні закономірності відмічено й у випадку ТЕСННОСЕЛ 2500. Окрім відсутності описаних вище смуг поглинання, потрібно відмітити також низький рівень значень Іо/І та, як наслідок, зменшення на півширини деяких з них.

ІЧ-спектри досліджуваного паперу містять дещо меншу кількість характеристичних смуг поглинання порівняно із целюлозою. Співставлення положення їхніх основних максимумів показали, що найбільші відхилення для смуг при 3362, 2900 та 1644 cm^{-1} можуть досягти в бік зменшення до 11 та збільшення до 44 cm^{-1} . Причому така різниця спостерігається тільки у випадку останньої смуги, відповідальної за валентні коливання ОН груп, пов'язаних з адсорбованою водою.

Аналіз ІЧ-спектрів целюлози й паперу виконано на базі трьох основних характеристичних смуг поглинання (3362–3614, 2900–2931 і 1600–1644 cm^{-1}). Вибір цих смуг зумовлено їхньою присутністю у складі всіх досліджуваних матеріалів. За своїм хімічним складом сполуки та функціональні групи (H_2O , ОН, СН), які мають характеристичні валентні

й деформаційні коливання у відмічених діапазонах хвильових чисел, серед усіх інших складових целюлози можуть мати визначальний вплив на формування гідрофільно-гідрофобного балансу поверхні матеріалів на її основі.

Таблиця 1

**Характеристики смуг поглинання в ІЧ-області
целюлози типу TECHNOCEL**

TECHNOCEL 200-1			TECHNOCEL 2500		
положення максимуму, cm^{-1}	Io/I	$\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}	положення максимуму, cm^{-1}	Io/I	$\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}
3413	4.38	492.0	3414	2.89	452.1
2913	0.66	512.0	2931	0.53	–
2880	0.60	–	2880	0.45	–
1720	0.18	–	1720	0.23	–
1633	0.38	–	1600	0.33	–
1420	0.97	40.0	–	–	–
1373	1.18	–	1360	0.76	13.0
1320	1.03	80.0	–	–	–
1160	3.57	–	–	–	–
1073	7.93	253.0	1053	4.54	239.4
891	0.38	–	880	0.21	–
666	0.69	20.0	–	–	–
573	0.73	93.0	593	0.46	26.6

Положення високочастотних смуг поглинання в складі паперу (3362 cm^{-1}) вказує на наявність зміщення в низькочастотну область до 52 cm^{-1} . Цей факт може розглядатися як доказ зростання міцності зв'язків гідроксильних груп з кістяком макромолекул целюлози в процесі формування полотна паперу (табл. 2).

Таблиця 2

**Характеристики смуг поглинання в ІЧ-області паперу,
обробленого кремнійорганічними сполуками**

Без обробки			Si-OMe			Si-OH			Si-OMe/Si-OH			
положення максимуму, cm^{-1}	Io/I	$\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}	положення максимуму, cm^{-1}	Io/I	$\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}	положення максимуму, cm^{-1}	Io/I	$\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}	положення максимуму, cm^{-1}	Io/I	$\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}	
3362	2.89	611.8	3401	1.53	492.1	3372	3.25	571.9	3380	2.68	611.8	
2900	0.68	106.4	2908	0.33	–	2900	0.54	73.2	2889	0.44	93.1	
1644	0.56	–	1660	0.51	–	1646	0.55	–	1667	0.67	33.2	
1435	1.36	611.8	1440	0.89	172.9	1437	0.92	545.3	1428	1.15	585.2	
1370	1.42		1380	0.98		1384	1.24		1367	1.17		
1305	1.28		1060	2.62	252.7	1028	4.44		1054	3.94		
1052	6.92		900	0.19	–	900	0.30	20.0	900	0.18		15.0
881	0.40		586	0.60	226.1	623	0.98	319.2	616	0.64		–
620	1.06	–										

Аналогічна закономірність спостерігається і для смуг поглинання, відповідальних за валентні коливання зв'язків С–Н, які забезпечують гідрофобний характер поверхні паперу.

Зворотна залежність відмічається для паперу на фоні целюлози стосовно адсорбованої води. Максимум положення її характеристичних смуг зміщується у високочастотну область спектра до $11\text{--}44\text{ см}^{-1}$, що свідчить про зменшення міцності зв'язку з матрицею.

Виходячи з даних відношень I_0/I , папір містить кількість гідроксильних груп на рівні целюлози TECHNOCCEL марки 200-1. Кількість СН–груп в його складі дещо менша. Значення відповідно I_0/I становить 0.68 проти 0.53–0.66 у целюлози. Вміст адсорбційної води при цьому в 1.5 раза вищий.

Однорідність в енергетичному відношенні смуг поглинання ОН–груп целюлози й паперу різниться досить суттєво. Відхилення за даними по величині $\Delta\nu_{1/2}$ досягають до 160 см^{-1} порівняно з папером $492\text{--}52\text{ см}^{-1}$. Смуги поглинання відповідальні за валентні коливання СН–груп мають показник $\Delta\nu_{1/2}$ на рівні 106.4 см^{-1} проти 512 см^{-1} для целюлози марки 200-1 та 0 см^{-1} для 2500.

Отримані дані з використанням методів кількісної ІЧ-спектроскопії щодо основних параметрів смуг поглинання функціональних груп і зв'язків, відповідальних за енергетичний стан поверхні целюлозовмісних матеріалів, дають змогу стверджувати таке:

- міцність зв'язку гідроксильних груп з макромолекулами целюлози в складі паперу вища порівняно з целюлозою, а їхня кількість перебуває приблизно на однаковому рівні;
- аналогічна закономірність спостерігається і для СН–груп;
- вміст адсорбованої води в складі паперу в 1.2 раза вищий порівняно з целюлозою, однак зв'язок води слабше (зміщення в бік більших частот сягає до 44 см^{-1});
- найбільш суттєві відмінності енергетичного стану мають гідроксильні групи паперу порівняно із целюлозою.

Описані відмінності структур характеристичних смуг поглинання на ІЧ-спектрах целюлозовмісних матеріалів враховано під час дослідження процесів взаємодії паперу з кремнійорганічними сполуками, що містять реакційноздатні групи Si–ОМе та Si–ОН біля атома силіціюма. Аналіз впливу останніх здійснювався за таким показником, як зміщення положення максимуму поглинання характеристичної смуги, різним відношенням I_0/I та $\Delta\nu_{1/2}$ порівняно з вихідним папером (див. *табл. 2*; *рис. 2*).

Установлено, що обробка паперу кремнійорганічними сполуками такого типу призводить до найбільш суттєвих зміщень положення максимуму смуг майже 3362 см^{-1} . Таке зміщення становить від 39 (Si–ОМе) до $10\text{ см}^{-1}\text{ (Si–ОН)}$, що слугує свідченням зменшення міцності зв'язку ОН–груп з кістяком макромолекул целюлози.

Кількість таких груп, судячи по відношенню I_0/I , зменшується при застосуванні препарату з вмістом Si–ОМе ($\Delta I_0/I = 1.36$) та його суміші з Si–ОН ($\Delta I_0/I = 0.21$) і зростає для останнього в чистому вигляді ($\Delta I_0/I = 0.38$).

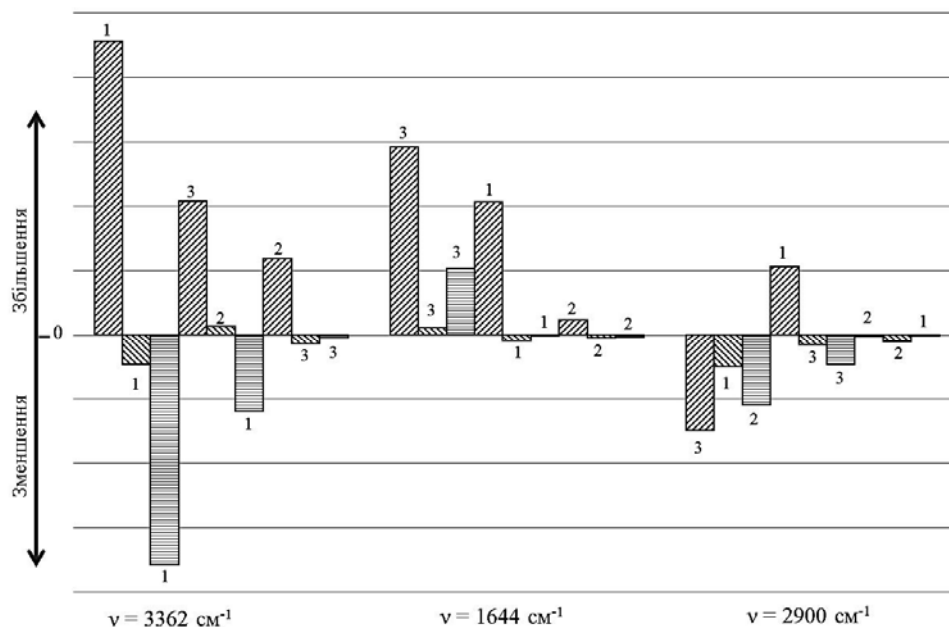


Рис. 2. Вплив обробки кремнійорганічними сполуками на зміну характеристики смуг поглинання паперу в ІЧ-області:

1 – Si-OMe; 2 – Si-OH; 3 – Si-OMe/Si-OH

▨ – $\Delta\nu$, cm^{-1} , ▩ – $\Delta I_0/I$, ▧ – $\Delta\nu_{1/2}$, cm^{-1}

Разом зі зменшенням кількості гідроксильних груп відмічено й зниження їх однорідності в енергетичному відношенні (за кількісними даними в частині ширини характеристичної смуги на половині її висоти). Вказані показники становлять від 119.7 (Si-OMe) до 39.9 cm^{-1} (Si-OH).

Характеристики смуг поглинання при 1644 cm^{-1} у процесі обробки кремнійорганічними сполуками змінюються менш відчутно порівняно з попередніми. Так, зміщення в бік більших частот становить в межах від 23 (Si-OMe/Si-OH) до 2 cm^{-1} (Si-OH). Різниця $\Delta I_0/I$ на цій зростає на 0.11 – у першому випадку та зменшується на 0.01 (Si-OH) – 0.05 (Si-OMe) – у другому. Півширина вказаної смуги найбільш відчутно зростає при застосуванні суміші препаратів (на 33.2 cm^{-1}).

Ще менш відчутно змінюються параметри смуг поглинання при 2900 cm^{-1} . Зміщення положення її максимуму становить від 11 cm^{-1} – в низькохвильову частину спектра (Si-OMe/Si-OH) до 8 cm^{-1} (Si-OMe) – у високохвильову. Застосування окремо препарату з вмістом Si-OH зміщенням смуг не супроводжується. Концентрація груп Si-OMe за цих обставин однозначно знижується. Різниця відношень I_0/I зменшується на 0.35 (Si-OH) – 0.14 (Si-OMe/Si-OH). Спадає і енергетична однорідність вказаних груп. Півширина відміченої смуги зменшується від 33.2 (Si-OH) до 13.3 cm^{-1} (Si-OMe/Si-OH).

Варто зазначити, що стосовно паперу на основі небіленої целюлози ступінь трансформації параметрів характеристичних смуг поглинання в ІЧ-області знижується в ряду: 3362 cm^{-1} > 1644 cm^{-1} > 2900 cm^{-1} .

І тільки в останньому випадку при обробці сумішшю кремнійорганічних препаратів зафіксовано зростання міцності зв'язку вуглеводневих радикалів з макромолекулами целюлози.

Наявність такої диференціації в рівнях взаємодії функціональних груп паперу з кремнійорганічними сполуками, їх енергетичного стану та реакційної здатності супроводжується відчутною перебудовою в структурі останнього і, як наслідок, зміною його фізико-хімічних властивостей (табл. 3).

Таблиця 3

Властивості паперу, обробленого кремнійорганічними сполуками

Тип групи	Пористість, %	Густина, г/см ³		Поглинання, мас. %		Крайовий кут змочування поверхні водою, град.
		геометрична	істинна	води	водяної пари при вологості 96 %	
Без покриття	55.0	0.64	1.42	58.7	17.7	27
Si-OMe	47.8	0.70	1.35	37.2	30.3	41
Si-OH	58.9	0.61	1.48	57.4	18.2	30
Si-OMe/ Si-OH	51.8	0.66	1.37	48.6	30.2	29

На прикладі досліджуваних кремнійорганічних сполук показано, що обробка паперу на основі небіленої целюлози супроводжується неоднозначними змінами в його структурі. Залежно від їхнього складу істинна густина може підвищуватися на 0.06 г/см³ (Si-OH) або знижуватися на 0.05 (Si-OMe) – 0.07 (Si-OMe/Si-OH) г/см³. Зміни геометричної густини мають дещо іншу залежність. Максимум її зростання зафіксовано при застосуванні сполук, що містять Si-OMe на фоні мінімальної істинної густини.

Застосування вказаного препарату забезпечує і мінімальну пористість паперу (47.8 % проти 55.0 % у вихідного матеріалу), а її підвищення до рівня 58.9 % спостерігається при обробці сполук, що містять Si-OH.

Відмічені зміни в структурі паперу під час обробки кремнійорганічними сполуками впливають на процеси його взаємодії з водою в різних агрегатних станах. Установлено, що поглинання води в рідкому стані може зменшуватися до 21.5 мас. % при застосуванні силосанів з функціональними групами Si-OMe. Тут відмічено і максимальне зростання крайових кутів змочування поверхні паперу до 14 градусів.

Водночас привиття реакційноздатних груп зі складу силосанів на поверхню паперу сприяє підвищенню його гігроскопічності. Вологопоглинання може збільшуватися на 12.5 (Si-OMe) – 0.5 мас. % (Si-OH). Вирішальну роль при цьому відіграє склад кремнійорганічних модифікаторів і структура паперу. В цьому випадку збільшення поглинання вологи у вигляді пари може бути зумовлено зростанням адсорбційної здатності модифікованого паперу внаслідок утворення в його складі гідроксидів металів після гідролізу силосанів, що містять Si-OMe.

Представлені результати дають змогу кількісно охарактеризувати в реакційному відношенні склади небіленої целюлози та паперу на її основі. Проаналізовано процеси взаємодії останнього з силосканданами, що містять Si–OMe та Si–OH, й показана можливість зміни як його структури, так і рівня взаємодії з водою в різних агрегатних станах.

Висновки. Результати кількісного ІЧ-спектрального аналізу вказують на наявність відмінностей у складі небіленої целюлози та виготовленого на її основі паперу. Представлено параметри основних характеристичних смуг в ІЧ-області, відповідальних за коливання груп OH, CH і адсорбованої води в складі паперу, які визначають рівень гідрофільно-гідрофобного балансу його поверхні. Надана оцінка їх участі в процесах взаємодії з кремнійорганічними сполуками з Si–OMe та Si–OH групами біля атома силіціюма. Показано, що за ступенем реакційної здатності та зміною конфігурації характеристичних смуг поглинання вони можуть розміщуватися таким чином: OH > CH > адсорбована вода.

Показана принципова можливість застосування силосанів з Si–OMe та Si–OH реакційноздатними групами біля атома Si в процесі обробки паперу для змінювання його структури (пористість, геометричну й істинну густину), а також адсорбційної здатності щодо води в різних агрегатних станах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Osyka V., Koptiukh L., Mostyka K.* Development of wrapping paper with improved opacity, strength and whiteness. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2017. N 5.1 (89). С. 4–10.
2. *Осика В. А., Коптюх Л. А., Плосконос В. Г.* Властивості паперових пакувальних матеріалів в залежності від умов їх виготовлення. Упаковка. 2009. № 4. С. 28–30.
3. *Осика В. А., Коптюх Л. А.* Паперові пакувальні матеріали : монографія. Київ : Київ. нац. торг-екон. ун-т. 2017. 441 с.
4. *Астратов М. С., Гомеля М. Д., Мовчанюк О. М.* Технологія переробки паперу і картону. Ч. 1. Київ : НТУУ "КПІ", 2007. 231 с.
5. *Осика В. А., Коптюх Л. А., Плосконос В. Г.* Технологічні умови виготовлення паперових пакувальних матеріалів із заданими властивостями. Упаковка. 2009. № 2. С. 22–26.
6. *Мостика К. В.* Формування властивостей водонепроникних паперових пакувальних матеріалів для кондитерських виробів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15. Київ, 2012. 21 с.
7. *Осауленко К. В.* Кремнійорганічні покриття для захисту паперу. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2016. № 2 (22). С. 66–72.
8. *Свідерський В. А., Черняк Л. П., Сальник В. Г., Сікорський О. О., Дорогань Н. О.* Інструментальні методи хімічного аналізу силікатних систем : навч. посіб. Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. С. 156–158.
9. *Карякина Н. И.* Испытания лакокрасочных материалов и покрытий. М. : Химия, 1988. 272 с.

Стаття надійшла до редакції 29.03.2018.

Merezhko N., Osaulenko K. Modification of paper based on non-bleached cellulose by siloxanes.

Background. A significant share increase of plant polymers using, in particular, cellulose, in various industries is a modern trend in the development of composite materials. This is due to the presence of valuable properties in cellulose and, above all, its environmental safety.

Analysis of recent research and publications. The analysis of the latest scientific and technical publications and researches devoted to issues of modification of paper based on non-bleached cellulose by siloxanes has been carried out.

The aim of the paper is to investigate the composition and reactivity of paper based on unbleached cellulose to organosilicon compounds with functional groups such as Si–OMe and Si–OH at the silicon atom and the ability to adjust the structure and performance properties by modifying its surface.

Material and methods. The objects of research were unbleached cellulose TECHNOCEL 200-1 and 2500, which differ in the content of fractions less than 32 microns. As an object for comparison, the wrapping paper was selected (GOST 1931–80). Parameters of paper structure, its adsorption properties and wettability of the surface with water (wetting angle, deg.) were evaluated using special methods [9].

Results. The main ingredient of paper is cellulose. Its composition is determined by the content of a large number of reactive hydroxyl groups. But in the process of paper production the latter can receive a variety of transformations. Therefore, using the sensitive methods of IR-spectroscopy, a comparative analysis of unbleached cellulose and paper based on it was carried out.

The obtained data using the methods of quantitative IR-spectroscopy in relation to the basic parameters of absorption bands of functional groups and bonds responsible for the energy state of cellulosic materials surface allow stating the following:

- the strength of the bonding of hydroxyl groups with macromolecules of cellulose in the paper is higher compared with the same without processing, and their number is approximately at the same level;
- a similar pattern is observed for CH–groups;
- the content of the adsorbed water in the paper is 1.2 times higher than that of cellulose, but the bonding of water is weaker (the displacement towards the higher frequencies reaches 44 cm^{-1});
- the most significant differences in the energy state have hydroxyl groups of paper compared with cellulose.

Conclusion. Quantitative IR-spectral analysis showed the presence of differences in the composition of unbleached cellulose and paper based on it. The principal possibility of using siloxanes from Si–OMe and Si–ON reactive groups near the Si atom in the process of paper processing is to change its structure (porosity, geometric and true density), as well as adsorption capacity in relation to water in various aggregate states.

Keywords: paper, cellulose, organosilicon compounds, coatings, siloxanes, structure, porosity, density, adsorption capacity, wettability with water.

REFERENCES

1. *Osyka V., Koptiukh L., Mostyka K.* Development of wrapping paper with improved opacity, strength and whiteness. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2017. N 5.1 (89). C. 4–10.
2. *Osyka V. A., Koptjuh L. A., Ploskonos V. G.* Vlastyvosti paperovyh pakuval'nyh materialiv v zalezhnosti vid umov i'h vygotovlennja. Upakovka. 2009. № 4. S. 28–30.

3. *Osyka V. A., Koptjuh L. A.* Paperovi pakuval'ni materialy : monografija. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg-ekon. un-t. 2017. 441 s.
4. *Astratov M. S., Gomejja M. D., Movchanjuk O. M.* Tehnologija pererobky paperu i kartonu. Ch. 1. Kyi'v : NTUU "KPI", 2007. 231 s.
5. *Osyka V. A., Koptjuh L. A., Ploskonos V. G.* Tehnologichni umovy vygotovlennja papero-vyh pakuval'nyh materialiv iz zadanymy vlastyostjamy. Upakovka. 2009. № 2. S. 22–26.
6. *Mostyka K. V.* Formuvannja vlastyovostej vodopronyknih papero-vyh pakuval'nyh materialiv dlja kondyters'kyh vyrobiv : avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.15. Kyi'v, 2012. 21 s.
7. *Osaulenko K. V.* Kremnijorganichni pokryttja dlja zahystu paperu. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2016. № 2 (22). S. 66–72.
8. *Sviders'kyj V. A., Chernjak L. P., Sal'nyk V. G., Sikors'kyj O. O., Doro-gan' N. O.* Instrumental'ni metody himichnogo analizu sylikatnyh system : navch. posib. Kyi'v : KPI imeni Igorja Sikors'kogo, 2017. S. 156–158.
9. *Karjakina N. I.* Ispytanija lakokrasochnyh materialov i pokrytij. M. : Himija, 1988. 272 s.

УДК 676.23

СТРЕТОВИЧ Світлана,

*асистент кафедри товарознавства та митної справи
Київського національного торговельно-економічного університету*

ГЛУШКОВА Тетяна,

*к. т. н., доцент кафедри товарознавства та митної справи
Київського національного торговельно-економічного університету*

КОМАХА Володимир,

*к. т. н., старший викладач кафедри товарознавства та митної
справи Київського національного торговельно-економічного
університету*

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ПАПЕРУ ДЛЯ БІЛОВИХ ТОВАРІВ

Проаналізовано ефективність використання різних видів целюлози у виробництві паперу для білових товарів. Досліджено залежність основних експлуатаційних властивостей паперу від складу композиції целюлозного напівфабрикату. Наведено рівняння математичної моделі отриманих залежностей та вирішено завдання багатокритеріальної оптимізації з вибору компромісного співвідношення сульфатної листяної, сульфатної хвойної та сульфитної хвойної целюлози. Запропоновано оптимальний склад целюлозної волокнистої маси.

Ключові слова: сульфитна та сульфатна хвойна целюлоза, сульфатна листяна целюлоза, папір для білових товарів, композиція, споживні властивості, математичне моделювання.

© Стретович Світлана, Глушкова Тетяна, Комаха Володимир, 2018

Стретович С., Глушкова Т., Комаха В. Оптимизация состава бумаги для беловых товаров. Проанализирована эффективность использования различных видов целлюлозы в производстве бумаги для беловых товаров. Исследована зависимость основных эксплуатационных свойств бумаги от состава композиции целлюлозного полуфабриката. Приведены уравнения математической модели полученных зависимостей и решена задача многокритериальной оптимизации по выбору компромиссного соотношения сульфатной лиственной, сульфатной хвойной и сульфитной хвойной целлюлозы. Предложен оптимальный состав целлюлозной волокнистой массы.

Ключевые слова: сульфитная и сульфатная хвойная целлюлоза, сульфатная лиственная целлюлоза, потребительские свойства бумаги для беловых товаров, математическое моделирование.

Постановка проблеми. На вітчизняному ринку представлено широкий асортимент білових товарів, де зошити займають найвагомішу частку. За останні роки їх виробництво в Україні зросло майже в п'ять разів порівняно з виробництвом паперу, більшість якого імпортується. Наразі показники властивостей імпортного офсетного паперу не відповідають вимогам до писального паперу, який традиційно використовували для виготовлення зошитів в Україні [1]. Саме тому нагальною проблемою зараз є розробка паперу із заданими властивостями, що відповідав би сучасним вимогам, був конкурентоспроможним на внутрішньому й зовнішньому ринках.

На сьогодні є актуальним поліпшення споживчих властивостей паперу для білових товарів за рахунок пошуку оптимальних співвідношень волокнистих напівфабрикатів – сульфитної й сульфатної хвойної та листяної целюлози. Для створення конкурентоспроможного паперу для зошитів потрібно забезпечити його високу механічну міцність і непрозорість. Паперово-білові товари повинні мати оптимальну білість, гладкість і мають характеризуватися невисокою поверхневою вбирністю.

Використання методу математичного планування експерименту уможливило отримати повну інформацію про залежність зазначених показників якості паперу від складу композиції паперової маси при мінімальних витратах матеріалів і часу. Цей метод також дає змогу значно підвищити ефективність експерименту й отримати математичні моделі, що є основою для подальшої оптимізації волокнистого складу паперу із заданими властивостями.

Стаття продовжує цикл публікацій, присвячених розробці складу паперу для білових товарів та оцінці його властивостей [2–4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням математичного моделювання та оптимізації складу паперу залежно від технологічних параметрів процесу його виготовлення присвячено низку праць вітчизняних науковців, зокрема О. Мокроусової, Л. Андрієвської, Е. Касьян, В. А. Осики, Л. А. Коптюха [5–6]. Проте складність вирішення окреслених проблем зумовлює потребу

в дослідженнях щодо залежності властивостей паперу від волокнистого складу за допомогою математичного моделювання.

Мета статті – розроблення математичної моделі для прогнозування властивостей та оптимізації складу паперу для білових товарів.

Матеріали та методи. Дослідні зразки паперу виготовлялись із застосуванням целюлози сульфітної біленої марки Б-2 (ГОСТ 3914), що використовується для писального паперу, обкладинок зошитів, кольорового й обгорткового паперу, сульфатної біленої марки ХБ-2 (ГОСТ 9571) та ОБ-1 (ДСТУ 3244), що застосовують для масових видів паперу, друку, письма, малювання, креслення. Розмелювання сульфатної хвойної целюлози здійснено до ступеня помелу 37–40 °ШР, листяної – до 21 °ШР. Розмелені волокна хвойної та листяної целюлози змішували в басейні, додавали проклеювальну та зв'язувальну речовину (каніфольний клей і поліамід), наповнювач каолін за масової частки 14 % від абсолютно сухого волокна.

Моделювання фізико-механічних показників якості паперу проведено найбільш ефективним для розроблення математичних моделей методом регресійного аналізу [7; 8]. У роботі використано метод і відповідне програмне забезпечення *Stat-Sens 6.0* [9]. Для отримання математичних рівнянь залежностей використано симплекс-центроїдний метод із трифакторним D-оптимальним планом експерименту для моделі, описаної формулою (1), із додаванням контрольної точки. Кількість варіантів досліду – 15, кількість паралельних дослідів – 5.

$$y = a_1 q_1 + a_2 q_2 + a_3 q_3 + a_{12} q_1 q_2 + a_{13} q_1 q_3 + a_{23} q_2 q_3 + a_{123} q_1 q_2 q_3. \quad (1)$$

Для мінімізації багатоцільових функцій з урахуванням певного набору обмежень використано метод багатокритеріальної оптимізації. Відносну важливість обраних критеріїв визначено з огляду на функціональне призначення та специфіку застосування паперу [10]. Цей метод уможливив отримати відносний оптимум параметрів складу композиції по кожному рівнянню математичної моделі, а в подальшому – ділянку параметрів складу, в межах якої задовольняються усі задані вимоги, тобто раціональну чи компромісну ділянку [11].

Використаний метод ґрунтується на зведенні задачі багатокритеріальної оптимізації до задачі однокритеріальної оптимізації. Одним із найбільш вдалих способів вирішення останньої з великою кількістю факторів відгуку є використання як узагальненого критерію оптимізації так званого критерію Харрінгтона, або узагальненої функції бажаності D [10]. Для її побудови перетворюють виміряні значення відгуків у безрозмірну шкалу бажаності d за допомогою методу кількісних оцінок з інтервалом значень бажаності від нуля до одиниці. Значення $D = 0$ відповідає абсолютно неприйнятному значенню цього фактора відгуку; 0.63–0.79 – хорошому; 0.80–0.99 – дуже хорошему

значенню; $D = 1$ – найкращому відгуку, причому подальше його поліпшення неможливе або не має сенсу [12].

Результати дослідження. З метою виявлення залежностей складу целюлозної волокнистої маси на властивості готової продукції проведено дослідження низки зразків паперу, отриманих із паперової маси з різним целюлозним волокнистим складом.

Під час експерименту за сумішеві фактори прийнято: q_1 – сульфитна хвойна целюлоза (далі – СФІХД); q_2 – сульфатна хвойна целюлоза (далі – СФАХД); q_3 – сульфатна листяна целюлоза (далі – СФАЛД). Масова частка компонентів волокнистого складу в суміші становила 100 %.

Виходячи із специфіки використання білових товарів, випробування проведено за такими показниками якості паперу: y_1 – руйнівне зусилля в середньому з двох напрямів (Н); y_2 – білість (%); y_3 – непрозорість (%); y_4 – поверхнева вбирність під час однічного змочування води (Кобб, $\text{гр}/\text{м}^2$); y_5 – гладкість (с) (табл. 1).

Таблиця 1

План експерименту та результати дослідження властивостей паперу залежно від складу целюлозної волокнистої маси

Номер композиції	План			Показник властивостей паперу				
	Вміст СФІХД, мас. % (q_1)	Вміст СФАХД, мас. % (q_2)	Вміст СФАЛД, мас. % (q_3)	Руйнівне зусилля в середньому з двох напрямів, Н (y_1)	Білість, % (y_2)	Непрозорість, % (y_3)	Поверхнева вбирність під час однічного змочування води, Кобб, $\text{г}/\text{м}^2$ (y_4)	Гладкість, с (y_5)
1	100	0	0	34.4	78.4	90.5	26	96.0
2	0	100	0	36.2	78.2	90.5	22.7	100.0
3	0	0	100	29.9	77.3	91.2	28.7	83.0
4	25	0	75	35.7	78.4	90.6	26.7	93.3
5	50	0	50	31.4	77.5	90.8	28.7	96.6
6	75	0	25	32.3	77.2	90.7	28.0	101.3
7	0	25	75	30.9	77.4	90.8	2.08	93.3
8	25	25	50	31.3	77.6	90.8	28.7	89.3
9	50	25	25	33.1	78.1	90.6	27.3	96.0
10	75	25	0	34.8	78.3	90.1	27.7	94.6
11	0	50	50	33.2	77.9	90.8	28.7	93.3
12	25	50	25	33.8	78.1	90.6	28.7	94.6
13	50	50	0	36.0	77.8	90.5	26.0	97.3
14	0	75	25	35.3	77.6	91.0	26.3	100.0
15	25	75	0	35.3	78	90.4	25.3	101.3

Побудовано автором за [7].

Найліпший показник руйнівного зусилля в середньому з двох напрямів має композиція № 13, але поверхнева вбирність води під час однобічного змочування для неї зависока – 28.7 г/м², що є не бажаним. Високий рівень гладкості, що забезпечує зручність писання, отримано в композицій № 6 і № 15, проте за механічною міцністю композиція № 6 поступається № 15. Найнижчі показники руйнівного зусилля в середньому з двох напрямів і гладкості має композиція № 3. Це пояснюється її складом – 100 % СФАЛД. Композиція № 2 має найліпший показник поверхневої вбирності води при однобічному змочуванні 22.7 г/м², що дає змогу чорнилам не розтікатися під час писання. Усі 15 зразків паперу мають високу непрозорість, більше 90 %, що пояснюється часткою наповнювача в композиціях – 14 %. Водночас рівень білості всіх зразків потребує підвищення.

При перевірці моделей на адекватність використано критерій Фішера в контрольних точках (табл. 2).

Таблиця 2

Середні значення результатів експерименту в контрольних точках

Номер зразка	q ₁ , мас. %	q ₂ , мас. %	q ₃ , мас. %	y ₁ , Н	y ₂ , %	y ₃ , %	y ₄ , г/м ²	y ₅ , с
1	50	50	0	36.0	77.8	90.5	26.0	97.3
2	0	75	25	35.3	77.6	91.0	26.3	100.0
3	25	75	0	35.3	78.0	90.4	25.3	101.3

Побудовано автором за [7].

Після регресійного аналізу результатів експерименту отримано такі адекватні, згідно з критерієм Фішера, рівняння моделі зі значимими коефіцієнтами, які проходять поріг значимості (2–6):

$$y_1 = 34,46q_1 + 36,41q_2 + 29,95q_3 + 81,87q_2q_3 - 259,56q_1q_2q_3; \quad (2)$$

$$y_2 = 78,43q_1 + 78,11q_2 + 77,25q_3 - 1,1q_1q_2 + 1,08q_2q_3 + 7,65q_1q_2q_3; \quad (3)$$

$$y_3 = 90,856q_1 + 90,78q_2 + 91,65q_3 - 2,21q_1q_3 + 7,23q_1q_2q_3; \quad (4)$$

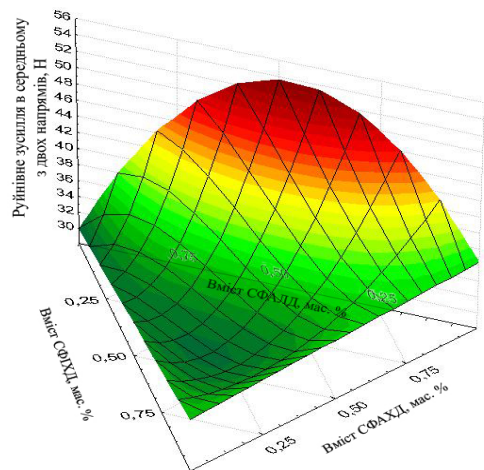
$$y_4 = 25,8q_1 + 22,401q_2 + 28,65q_3 + 8,87q_1q_2 + 6,56q_1q_3 + 13,098q_2q_3; \quad (5)$$

$$y_5 = 96,31q_1 + 100,2q_2 + 83,35q_3 + 25,9q_1q_3 + 7,39q_2q_3 - 54,91q_1q_2q_3. \quad (6)$$

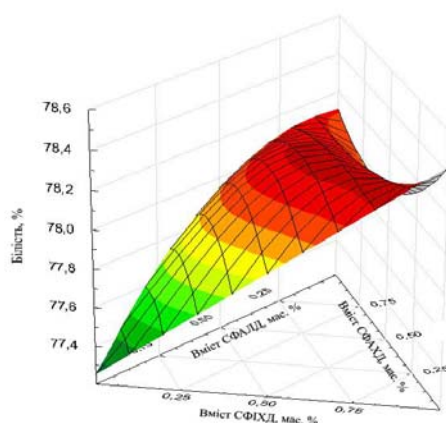
Графічну інтерпретацію впливу факторів на кожну вихідну змінну представлено на *рис. 1*.

Руйнівне зусилля в середньому з двох напрямів (y₁) залежить переважно від вмісту хвойної целюлози різних видів. Зі свого боку, збільшення частки СФАЛД відносно інших компонентів суміші значно знижує механічну міцність паперу за показником руйнівного зусилля в середньому з двох напрямів (див. *рис. 1, а*).

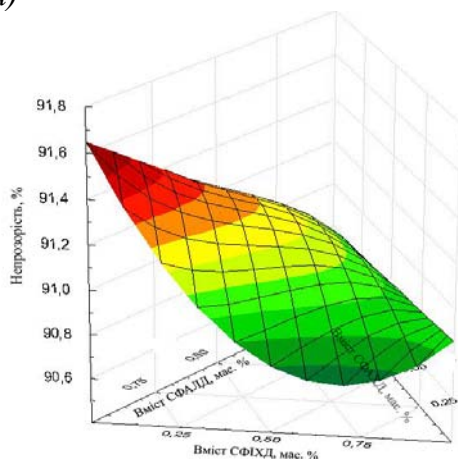
Показник білості паперу (γ_2) залежить від співвідношення компонентів хвойної і листяної целюлози. Нижчими показниками білості характеризуються склади з переважаючим вмістом листяної целюлози в паперовій масі. Однак інтервал варіювання цього показника перебуває в достатньо вузькому діапазоні. Це свідчить про те, що вагомий вплив має також процес оздоблення та подальшої обробки паперу (див. рис. 1, б).



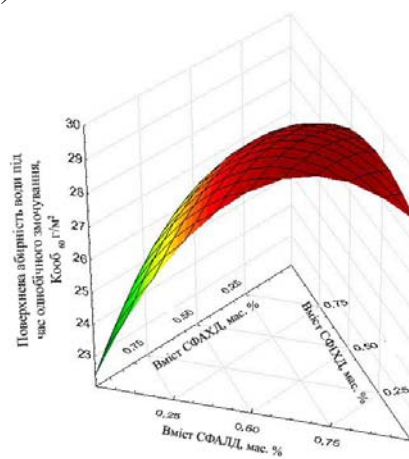
а)



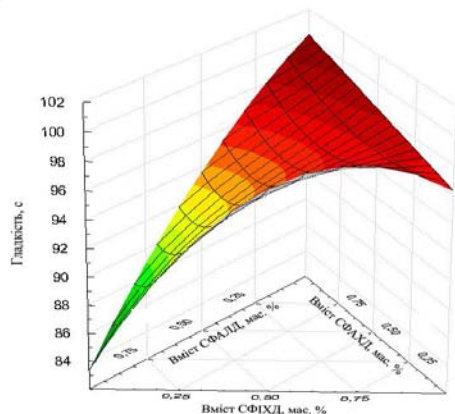
б)



в)



г)



д)

Рис. 1. Вплив компонентів суміші целюлозного напівфабрикату на властивості паперу для білових товарів:

- а) розривне зусилля в середньому з двох напрямів паперу, Н;
- б) білість, %;
- в) непрозорість, %;
- г) поверхнева вбирність під час однічного змочування води, Кобб_{60} , г/м²;
- д) гладкість, с

Побудовано автором за [9].

Непрозорість паперу (y_3) несуттєво залежить від виду та способу отримання целюлози, однак варто зазначити, що зі збільшенням частки СФАЛД у композиції паперу його непрозорість, на відміну від показника білості, зростає (див. *рис. 1, в*).

Поверхнева вбирність паперу (y_4) залежить насамперед від вмісту СФАЛД і значно зростає зі збільшенням її частки в композиції (див. *рис. 1, з*). Слід зауважити, що стандартом передбачено обмеження поверхневої вбирності паперу для зошитів – не більше 27 г/м^2 . Із огляду на зазначені рекомендації вміст СФАЛД в паперовій масі не має перевищувати 35–40 %.

Аналіз графіка (див. *рис. 1, д*) показує, що гладкість виробу (y_5) зростає при збільшенні вмісту СФАХД в композиції паперової маси, де спостерігається її пік, а саме – 101 с. Вміст СФІХД теж сприяє зростанню гладкості виробу, а вплив СФАЛД полягає в зменшенні цього показника якості.

Із метою виявлення оптимальних співвідношень різного виду целюлози для заданого діапазону значень вихідних змінних проведено багатокритеріальну оптимізацію (*табл. 3*).

Таблиця 3

Параметри оптимізації за показниками якості

Рівень	y_1, H	$y_2, \%$	$y_3, \%$	$y_4, \text{Кобб, г/м}^2$	$y_5, \text{с}$
Нижній	30	70	90	20	80
Верхній	45	88	120	27	150

Побудовано автором за [7].

На основі адекватних рівнянь моделі залежності показників якості паперу від співвідношення різних видів целюлози в паперовій масі побудовано тернарний графік із позначенням зони компромісу (*рис. 2*).

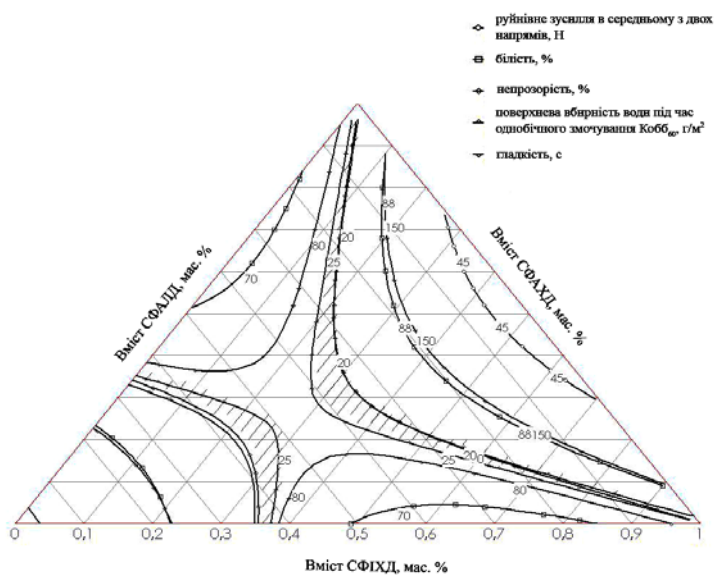


Рис. 2. Компромісна зона складу паперу для білових товарів

Побудовано автором за [9].

У результаті аналізу тернарного графіка отримано компромісні композиції паперу для білових товарів відповідно до зони компромісних значень в заштрихованій частині рисунка.

Висновок. Дослідження уможливило знайти оптимальне співвідношення сульфатної листяної, сульфатної хвойної та сульфітної хвойної целюлози в композиції паперу для виготовлення білових товарів. Установлено, що бажаний рівень якості за показниками функціональних, ергономічних, естетичних властивостей можна досягти при вмісті листяної целюлози 30–35 % по відношенню до інших волокнистих компонентів композиції. Вміст же СФАХД має становити 45–50 %.

З метою підвищення економічної ефективності паперу для шкільних зошитів досягнуто максимально допустимого рівня вмісту СФАЛД при збереженні заданих показників якості, а саме: розривного зусилля в середньому з двох напрямів, білості, непрозорості, поверхневої вбирності води під час одnobічного змочування та гладкості.

Отримані залежності уможлиблюють одержати новий конкурентоспроможний папір для білових товарів, зокрема для зошитів, властивості якого відповідають сучасним вимогам.

У подальших дослідженнях планується провести промислову апробацію з визначенням соціально-економічної ефективності розробленого паперу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глушкова Т., Барабаш С. Сучасні вимоги до якості виробів із паперу. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2008. № 1. С. 121–126.
2. Глушкова Т., Барабаш С. Поліпшення властивостей паперу для зошитів при використанні композицій волокнистих напівфабрикатів. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2008. № 2. С. 129–134.
3. Глушкова Т., Барабаш С. Дослідження впливу волокнистих напівфабрикатів на властивості паперу для зошитів. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2009. № 1. С. 121–126.
4. Стретович С. Вплив наповнювача на непрозорість і білість паперу для письма. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2015. № 2 (20). С. 105–112.
5. Андрієвська Л., Мокроусова О., Касьян Е. Моделювання показників якості паперу санітарно-гігієнічного призначення. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2014. № 1 (17). С. 137–146.
6. Осика В. А., Коптюх Л. А. Паперові пакувальні матеріали : монографія. Київ : Київ. нац. торг.- екон. ун-т, 2018. 464 с.
7. Статюха Г. О., Петрань А. Г. Розробка комп'ютерної системи підготовки та обробки даних у межах застосування експериментально-статистичної методології для хіміко-технологічних систем. Наукові Вісті НТУУ "КПІ". 2000. № 1. С. 100–106.
8. Статюха Г. О., Колеснікова Р. М., Петрань А. Г. Моделювання складних фізико-хімічних систем – сумішей і композитів. Методичні вказівки. Київ : НТУУ "КПІ", 2000. 40 с.

9. Халафян А.А. Statistica 6. Стат. анализ данных. М. : Бином, 2007. 512 с.
10. Габасов Р. Ф., Кириллова Ф. М. Методы оптимизации. Минск : Изд-во Белорус. гос. ун-та, 1981. 350 с.
11. Поляк Б. Т. Введение в оптимизацию. М. : Наука, 1983. 384 с.
12. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М. : Высш. шк., 1985. 327 с.

Стаття надійшла до редакції 16.04.2018.

Stretovych S., Glushkova T., Komakha V. Optimization of paper composition for paper goods.

Background. A wide range of stationery products presented on domestic market and notebooks occupy the most important share. Indices of the properties of imported offset paper do not meet the requirements for writing paper, which has traditionally been used to make notebooks in Ukraine [1].

The development of paper with specified properties, which would meet modern requirements and would be competitive, is an urgent problem now. Today, improvement of the consumer properties of paper for stationery goods due to the search of optimal ratios of fibred semi-finished products is relevant.

Using the method of mathematical planning of the experiment makes it possible to obtain complete information on the dependence of these indicators of paper quality on the composition of paper mass at a minimum cost of materials and time.

This method also makes it possible to significantly increase the efficiency of the experiment and obtain mathematical models that are the basis for further optimization of the fibred composition of the paper.

Analysis of recent research and publications. The works of domestic scientists, O. Mokrousova, L. Andrievskaya, E. Kasyan, V. A. Osyka, L. A. Kopyukha [5–6] are devoted to questions of mathematical modelling and optimization of the composition of paper, depending on the technological parameters of the process of its production. However, the complexity of solving these problems leads to the need for research on the dependence of paper properties from the fibred composition through mathematical modelling.

The aim of the article is to develop a mathematical model for predicting the properties and optimizing the composition of paper for stationery products.

Material and methods. The object of research is a paper for stationery products. The modeling of physical and mechanical indicators of paper quality was conducted by the most efficiently for the development of mathematical models method of regression analysis. In this article are used the method and corresponding software Stat-Sens 6.0.

Results. In order to identify the optimal ratios of different types of cellulose for a given range of values of initial variables, multicriteria optimization was carried out. During the experiment, mixed factors were taken: q_1 – sulfite coniferous cellulose; q_2 – sulphate coniferous cellulose; q_3 – sulfate leafy cellulose. Based on the specifics of the use of white goods, tests were conducted on the following indicators of paper quality: y_1 – destructive effort on average from two directions; y_2 – whiteness; y_3 – opacity; y_4 – surface integrity during unilateral wetting of water; y_5 – smoothness.

Fischer's criterion at checkpoints was used to validate models for adequacy. In order to identify the optimal ratios of different types of cellulose for

a given range of values of initial variables, multicriteria optimization was carried out. The ternary graph with the designation of the compromise zone in the shaded area was constructed on the basis of adequate equations of the model of the dependence of the quality indexes of the paper on the ratio of different types of cellulose in the paper mass.

Conclusion. The research allowed to find the optimal ratio of sulfate leafy, sulphate coniferous and sulphite coniferous cellulose in the composition of paper for the manufacture of stationery goods. It has been established that the desired level of quality in terms of functional, ergonomic, aesthetic properties can be achieved with 30–35 % leafy cellulose content in relation to other fibrous components of the composition. The content of sulphate coniferous cellulose should be 45–50 %. In order to increase the economic efficiency of paper for school notebooks, the maximum permissible level of leafy sulfate cellulose content has been achieved while preserving the specified quality indices, namely: discontinuous effort on average from two directions, whiteness, opacity, surface water absorption during unilateral wetting and smoothness.

Keywords: paper, cellulose, mathematical model, optimization of composition, consumer properties.

REFERENCES

1. *Glushkova T., Barabash S.* Suchasni vymogy do jakosti vyrobiv iz paperu. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2008. № 1. S. 121–126.
2. *Glushkova T., Barabash S.* Polipshennja vlastyvostej paperu dlja zoshytiv pry vykorystanni kompozycij voloknystyh napivfabrykativ. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2008. № 2. S. 129–134.
3. *Glushkova T., Barabash S.* Doslidzhennja vplyvu voloknystyh napivfabrykativ na vlastyvosti paperu dlja zoshytiv. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2009. № 1. S. 121–126.
4. *Stretovych S.* Vplyv napovnjuvacha na neprozorist' i bilist' paperu dlja pys'ma. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2015. № 2 (20). S. 105–112.
5. *Andrijevs'ka L., Mokrousova O., Kas'jan E.* Modeljuvannja pokaznykiv jakosti paperu sanitarno-gigijenichnogo pryznachennja. Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2014. № 1 (17). S. 137–146.
6. *Osyka V. A., Koptjuh L. A.* Paperovi pakuval'ni materialy : monografija. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.- ekon. un-t, 2018. 464 s.
7. *Statjuha G. O., Petran' A. G.* Rozrobka komp'juternoї systemy pidgotovky ta obrobky danyh u mezah zastosuvannja eksperymental'no-statystychnoi' metodologii' dlja himiko-tehnologichnyh system. Naukovi Bicti NTUU "KPI". 2000. № 1. S. 100–106.
8. *Statjuha G. O., Kolesnikova R. M., Petran' A. G.* Modeljuvannja skladnyh fizyko-himichnyh system – sumishej i kompozytiv. Metodychni vказivky. Kyi'v : NTUU "KPI", 2000. 40 s.
9. *Halafjan A. A.* Statistica 6. Stat. analiz danyh. M. : Bynom, 2007. 512 s.
10. *Gabasov R. F., Kirillova F. M.* Metody optimizacii. Minsk : Izd-vo Belorus. gos. un-ta, 1981. 350 s.
11. *Poljak B. T.* Vvedenie v optimizaciju. M. : Nauka, 1983. 384 s.
12. *Ahnazarova S. L., Kafarov V. V.* Metody optimizacii jeksperimenta v himicheskoi tehnologii. M. : Vyssh. shk., 1985. 327 s.

УДК 658.562:671.12

ИНДУТНИЙ Володимир,*д. геол-мін. н., професор кафедри товарознавства та митної справи
Київського національного торговельно-економічного університету***ЮНДА Валерія,***старший науковий співробітник відділу мистецтва країн Сходу
Національного музею мистецтв ім. Богдана і Варвари Ханенків***ПІРКОВІЧ Катерина,***к. т. н., доцент кафедри товарознавства та митної справи
Київського національного торговельно-економічного університету***КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ
ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ З НЕФРИТУ**

Проведено оцінку якості та прогнозування вартості ювелірних виробів з природного нефриту на основі даних реального вітчизняного ринку. Представлено спеціальний протокол для обліку корисної інформації про їхню якість, а також запропоновано асимптотичну модель для обрахування показників прогнозованої вартості. Наведено кілька прикладів вирішення експертних завдань.

Ключові слова: оцінка якості, прогнозування вартості, ювелірні прикраси із нефриту, протокол, асимптотична модель.

Индутный В., Юнда В., Пиркович Е. Критерии оценки качества ювелирных изделий из нефрита. Проведены оценка качества и прогнозирование стоимости ювелирных изделий из природного нефрита на основе данных реального отечественного рынка. Представлен специальный протокол для учета полезной информации об их качестве, а также предложена асимптотическая модель для расчета показателей прогнозируемой стоимости. Приведены несколько примеров решения экспертных задач.

Ключевые слова: оценка качества, прогнозирование стоимости, ювелирные украшения из нефрита, протокол, асимптотическая модель.

Постановка проблеми. Нефрит – це природний мінеральний агрегат (гірська порода) приховано кристалічної будови, який складається переважно з мінералу амфіболу актиноліт-тремолітового ряду [1; 2]. Хімічна формула нефриту – $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH,F})_2$. Завдяки складній будові кристалічної ґратки та її здатності до ізоморфних заміщень хімічних елементів, які перебувають у різних кристалохімічних позиціях, нефрит може одночасно містити широкий перелік перехідних металів. Цей камінь у природі представляє дуже широке розмаїття забарвлень і відтінків – від сніжно-білого напів-

прозорого, зеленого, блакитного й брунатного до чорного – й часто характеризується високими показниками насичення кольору. Внутрішня агрегатна структура нефриту є волокнистою, що пояснює його високу твердість (за шкалою Ф. Мооса 5.5–6.5), міцність, в'язкість і стійкість до ударних навантажень [3–5]. Нефрит має приховану мікропоруватість, яка уможливорює покращити або змінити його природне забарвлення за допомогою спеціальних фарб, або здійснювати облагородження шляхом застосування цементуючих речовин, які заповнюють природні тріщини й розущільнення. Нефрит добре полірується, є стійким до впливу зовнішніх факторів – кислот, лугів і діяльності мікроорганізмів. При нагріванні та застосуванні спеціальних реактивів може змінювати забарвлення. Усі властивості часто використовувалися майстрами в різні часи для підвищення якісних характеристик виробів з цього каменю.

Культурні традиції обробки нефриту започатковані ще в пізньому палеоліті, коли цей матеріал використовувався для створення знарядь праці, зброї, поховальних символів і примітивних прикрас, однак найвищого рівня досконалості, складності та художньої цінності вироби з нефриту набули завдячуючи китайським майстрам, які впродовж останніх тисяч років відобразили в творах малої пластики та ювелірних прикрас майже усі культурні традиції народів Далекого Сходу [6–14]. Ураховуючи тисячолітню практику використання, нефрит вважається дорогоцінним каменем у багатьох країнах Далекого Сходу та входить у списки дорогоцінних каменів Всесвітньої ювелірної конфедерації CIBJO.

На сучасному ринку широко представлені симулянти природних каменів, що виготовлені зі скла та полімерів із додаванням природних кольорових мінеральних наповнювачів, які візуально відрізнити від природних каменів практично неможливо. Наприклад: сучасна різьблена іграшка, виготовлена з природного агальматоліту, що в точності відтворює стародавні вироби з нефриту у вигляді чотирьох кульок, вставлених одна в одну, діаметр 10 см (рис. 1); сучасний виріб – дракон, виготовлений зі спеціальної суміші скла й мінерального наповнювача, який візуально не відрізняється від виробів із природного білого нефриту найвищої якості (рис. 2).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У публікаціях [15; 16] наведено аналіз якості та прогнозування вартості окремих видів дорогоцінних каменів і культурних цінностей, однак ювелірні прикраси з нефриту мають особливі якісні характеристики і, відповідно, свій розподіл вартісних показників.

Мета роботи – вивчення основних ознак сучасного ринку ювелірних прикрас з нефриту та визначення критеріїв оцінки якості, необхідних для прогнозування їхньої вартості.

Наявна дефіцитарність знань у цій сфері визначає *актуальність* роботи.



Рис. 1. Іграшка з природного агальматоліту



Рис. 2. Дракон із суміші скла та мінерального наповнювача

Матеріали та методи. Дослідження проведено в кілька етапів. *Перший* – створення бази вихідної інформації про взірці ювелірних виробів з нефриту, представлених до продажу на вільному ринку. *Другий* – вивчення розподілу вартісних показників на нефритові вироби різної якості. *Третій* – сортування виробів з нефриту за вартісними та якісними характеристиками й проектування відповідного протоколу для всебічної оцінки якості. *Четвертий* – фрагментація шкали якості та виділення окремих товарних груп виробів і моделювання асимптотичних формул для розрахунку прогнозних показників вартості. *П'ятий* – здійснення версифікаційних процедур для формулювання практичних рекомендацій експертам, які здійснюють відповідні роботи.

Результати дослідження. База інформації про якість і вартість ювелірних виробів з нефриту укладалася за формою, представленою в *табл. 1*, до якої увійшла інформація від 19.02.2018 р. з різних інтернет-аукціонів і торгових сайтів у кількості 106 взірців, відмінних за показниками якості та вартості.

Вихідну інформацію відсортовано в порядку зростання цінових показників. Їх розподіл описує графік на *рис. 3*. Більша частина ювелірних виробів з нефриту мають порівняно низькі ціни, значно менша частина – середні, а високі показники притаманні лише дуже невеликій кількості виробів. Вартість товару є пропорційною до кількості позитивної інформації про нього. Щоб перевірити особливості виконання цього закону на прикладі ціноутворення на ювелірні вироби з нефриту, а також дослідити характер цієї відповідності, здійснено логарифмування за основою двох вартісних показників і побудовано відповідний графік (*рис. 4*) [17–19].

Таблиця 1

Фрагмент бази вихідної інформації про вироби з нефриту







Номер виробу	Назва виробу та джерело інформації	Вартість, грн	Фото
1	Перстень https://skylots.org/search.php	20	
2	Хрестик https://skylots.org/search.php	20	
3	Кулон https://skylots.org/search.php	29	
4	Обручка https://auction.violity.com/67212794-kolco-nefrit-ili-malahit-vremen-sssr	30	
105	Підвіска https://kupunatao.com/izdelia_nefrit.asp?x?p=6	9315	
106	Фігурка собаки https://kupunatao.com/izdelia_nefrit.asp?x?p=6	9342	



Рис. 3. Розподіл цінових показників на ювелірні вироби з нефриту



Рис. 4. Розподіл логарифмованих за основою двох цінових показників на ювелірні вироби з нефриту

Існують відмінності у функції зростання, які дають змогу виділити чотири товарні групи ювелірних виробів з нефриту. Ці групи на графіку розділено вертикальними лініями.

Перша група, що представлена інтервалом від першого до сьомого виробу та вартісними показниками від 20 до 65 грн, об'єднує предмети, які виставлено за мінімальними стартовими показниками вартості на аукціонах або є дешевими підробками. Ці ювелірні вироби не виявляють ознак художньої цінності та слідів застосування складних технологій або якісного ручного різьблення. Їхня прогнозована вартість (C) описується асимптотичним рівнянням [17]:

$$C = 2^{0.31x + 3.85} \text{ або } C = 2^{0.31x} \cdot 2^{3.85} = 14.42 \cdot 2^{0.31x}, \quad (1)$$

де 14.42 є константою і може вважатися розрахунковою базою оцінки для цієї групи;

x – порядок вартості (номер виробу в таблиці вихідних даних).

Показник якості апроксимації спостереженої тенденції за К. Пірсоном – 0.96 [17].

Загальне формулювання закономірності щодо товару є таким:

$$C = \alpha x 2^i, \quad (2)$$

де i – кількість позитивної інформації про товар;

α – база оцінки.

Відтак, величина $0.31x$, описана як ступінь двійки в попередній формулі, є показником, який пропорційний до величини кількості інформації й може, після певних розрахунків, бути заміненим цілими числами – бітами інформації, – що, зі свого боку, дасть змогу перейти від операцій з порядком вартості до операцій з величинами кількості позитивної інформації.

Отже, якщо прогнозувати стартову вартість виробу з нефриту на аукціоні, потрібно приймати за базу вартість 14.42 грн, яку треба збільшити пропорційно величині 2^i .

Перша група виробів (з 1 по 7 номер) представлена стартовими показниками вартості, які часто взагалі не є обґрунтованими, а їх прогнозування від початку позбавлене сенсу. Отже, такі розрахунки варто починати лише з другої товарної групи.

Друга група – найбільша за чисельністю взірців з таблиці вихідних даних: від 8 до 77 номера і вартісними показниками від 69 до 543 грн. Група розрахована на покупця з помірними фінансовими можливостями й представляє прості ювелірні вироби з недорогих сортів нефриту або якісні симулянти, виготовлення яких не пов'язане зі складними технологіями різьблення, а художня цінність не може вважатися високою. Асимптотичне рівняння для обчислення прогнозованої вартості цих виробів (C), з урахуванням описаних вище перетворень, матиме вигляд:

$$C = 2^{0.042 + 5.89} \text{ або } C = 59.3 \cdot 2^i \quad (3)$$

Показник якості апроксимації спостереженої тенденції за К. Пірсоном – 0.99.

Для другої групи "i" також прийматиме значення {1; 2; 3}, однак теоретично обрахований показник бази оцінки, який треба вважати "першою обґрунтованою ціною", вказує на найбільш оптимальну величину. Він розраховується за методом найменших квадратичних відхилень К. Гауса й становить 74.95 грн. Отже, більш обґрунтованою слід вважати формулу (4):

$$C = 74.95 \cdot 2^i. \quad (4)$$

Третя група – ювелірні вироби середньої складності з елементами художнього різьблення, які представлено в таблиці від 78 до 94 взірця з вартісними показниками від 559 до 1777 грн і характеризуються показниками кількості позитивної інформації ("i") від 4 до 6 біт. Базу оцінки можна приймати таку саму, як у другій групі. Вироби є досить дорогими й присутні на ринку в обмеженій кількості.

Показник якості апроксимації спостереженої тенденції за К. Пірсоном – 0.96.

Остання четверта група – це складні ювелірні вироби, які мають значну художню цінність і представлено в таблиці вихідних даних від 95 до 106 взірця з вартісними показниками від 1827 до 10 405 грн. Вони характеризуються показниками кількості позитивної інформації ("i") від 7 й більше біт. Базу оцінки можна приймати таку само, як у другій групі, або скоригувати за допомогою побудування асимптотичної моделі.

Показник якості апроксимації спостереженої тенденції за К. Пірсоном – 0.97.

Отже, прогнозована вартість виробів (C) 2-ї, 3-ї та 4-ї груп описується одним рівнянням (4).

Співвідношення між спостереженими вартісними показниками на ринку та теоретично обрахованими за формулами, поданими вище, представлено на рис. 5.

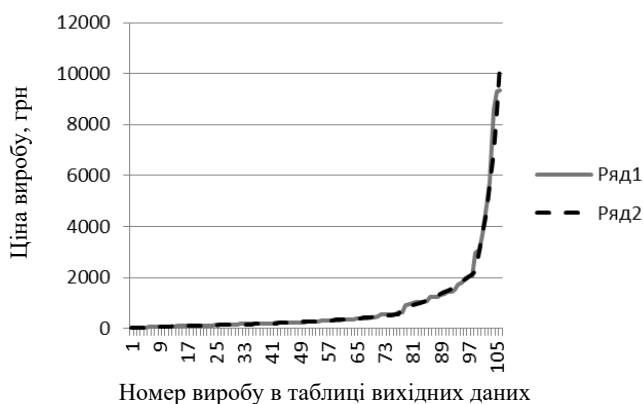


Рис. 5. Співвідношення показників вартості ювелірних виробів з нефриту: ряд 1 – спостережені характеристики; ряд 2 – теоретично обраховані

У представлених вище формулах фігурує величина кількості позитивної інформації про товар, яка обраховується шляхом обліку відповідей на критеріальні запитання, сформульовані в спеціально спроектованому протоколі оцінки. У ньому запропоновано вісім спеціальних критеріїв для сукупної оцінки якості виробів з нефриту, кожен з яких є описаним за допомогою трирівневої системи фрагментації й набуває значення "2^і", що уможливорює не тільки обліковувати корисну інформацію, а й спростити обчислення прогнозованої вартості.

При експертному дослідженні різьблених виробів з нефриту, які в наш час уже набули статусу пам'яток культури [17–19], протокол доповнюють критеріями для визначення соціокультурної цінності, внаслідок чого прогнозована вартість суттєво зростає. Проте цей спосіб прогнозування вартості є екстраполяційним, а що вище сукупний індекс якості, то менше рівень обґрунтованості кінцевого результату. Окрім того, речі, що мають високий рівень показника сукупного індексу якості зазвичай не продаються публічно на відкритому ринку.

До прикладу для оцінки різьблених виробів з нефриту розглянемо два предмети, запропоновані на продаж на спеціалізованому аукціоні [20] (рис. 6). У таблиці вихідних даних ці предмети йдуть за номером 89.

У результаті укладання протоколу розраховано сукупну кількість позитивної інформації та величину сукупного індексу якості "2^і", яка дорівнює 8. Далі, користуючись асимптотичною формулою (4), описаною вище, розраховано прогнозовану вартість:

$$C = 74.95 \cdot 8 = 599.6 \text{ грн/шт.}$$

Два предмети коштують відповідно 1199.2 грн. На сайті аукціону ці предмети пропонуються за вартістю 1299 грн. Отже, невідповідність прогнозованого результату до вартості, встановленої власником, склала 99.8 грн (7.6%). Невідповідність пов'язана з перманентним станом оцінки виробу, який ще перебуває у процесі продажу на аукціоні.



Рис. 6. Дві нефритові ємності для миття художніх пензликів

Розрахований сукупний індекс якості також дає змогу експерту номенклатурно визначити соціокультурну цінність виробу на основі загальної класифікації культурних цінностей, описаної в [17] шляхом суміщення його зі шкалою соціокультурної цінності (табл. 2).

**Загальна класифікація соціокультурної цінності
ювелірних виробів з нефриту**

Сукупний індекс якості	Номенклатурне визначення якості	Прогнозована вартість, грн/шт.	
		Стартові показники вартості	
0.125	Прості вироби й пам'ятки культури місцевого та родового рівня значення		7.21
0.25			14.42
0.5			28.84
1			74.95
2			149.9
4		299.8	
8	Пам'ятки культури національного рівня значення третього порядку		599.6
16			1199.2
32	Пам'ятки культури національного рівня значення другого порядку		2398.4
64			4796.8
128			9593.6
256			19187.2
512			38374.4
1024	Пам'ятки культури національного рівня значення першого порядку		76748.8
2048			153497.6

Отже, досліджений взірець ювелірного виробу з нефриту є пам'яткою культури національного рівня значення третього порядку, а його прогнозована вартість становить не менше ніж 1199 грн, або 44.4 дол. США станом на 26.02.2018 р. (26.98 грн за 1 дол. США згідно з офіційним курсом валют Національного банку України).

Порівняно низький показник вартості цього виробу пояснюється тим, що для його виготовлення використано досить легкий для обробки матеріал – агальматоліт, гіпс-селеніт або мармуровий онікс. Ці камені є досить поширеними в природі й доступні для обробки звичайним сталевим інструментом. Водночас культурна традиція їх використання співпадає з традиціями використання найдорожчих сортів природного нефриту.



Рис. 7. Нефритова настільна прикраса (прес-пап'є) у вигляді коня

Як другий приклад розглянуто виріб з природного нефриту (рис. 7).

Виріб демонструє дуже високий рівень технічної та художньої майстерності китайського різьбляра XIX ст. Для його оцінки варто врахувати додаткову інформацію про час створення пам'ятки (більше 100 років тому), а також відповідні показники технічної та художньої якості (табл. 3). Розміри прикраси: 110 x 60 x 50 мм.

Таблиця 3

Приклад протоколу оцінки якості виробів з нефриту

Критерій			Оцінка взірця	
назва	ранжування	величина 2 ⁱ	рис. 6	рис. 7
1	2	3	4	
Розміри виробу	До 70 мм	1	2	2
	71–142 мм	2		
	143–286 мм	4		
Відповідність кольору культурним традиціям	Відсутня	1	2	2
	Присутня	2		
	Повністю відповідає	4		
Насиченість кольору	Ненасичений	1	1	2
	Слабко насичений	2		
	Насичений	4		
Наявність сторонніх включень і дефектів, що знижують якість	Відсутні	1	0.5	0.5
	Незначна кількість	0.5		
	Значна кількість	0.25		
Рівень технічної складності	Прості вироби	1	1	4
	Складні вироби	2		
	Дуже складні вироби	4		
Художня цінність	Не має	1	2	4
	Присутня	2		
	Висока	4		
Причетність (стилістична відповідність) до культурних традицій	Немає	1	2	2
	Присутня	2		
	Висока	4		
Тиражованість	Тиражовані вироби	1	1	2
	Рідкісні вироби	2		
	Унікальні вироби	4		
Наявність знаків або позначок	Відсутні, але потрібні	0.5	1	1
	Відсутні	1		
	Присутні	2		
Стан збереження	Повністю збережений	1	1	1
	Наявні незначні ушкодження	0.5		
	Наявні значні ушкодження	0.25		
Вік пам'ятки	Сучасний виріб	1	1	4
	Більше 100 років	4		
Сукупний індекс якості, який є добутком усіх величин у графі 4			8	1024

Прогнозування згідно з описаним алгоритмом приводить до результату: "Пам'ятка культури національного рівня значення першого порядку"; прогнозована вартість $C = 74.95 \times 1024 = 76\,748.8$ грн, або 2844.6 дол. США (станом на 26.02.2018 р.).

У результаті проведення торгів вартість цієї пам'ятки досягла рівня 85 365 грн, що також відповідає інтервалу прогнозованих показників 76 748.8–153 497.6 грн, і є кратним до показників кількості позитивної інформації про пам'ятку: $i = 10\text{--}11$ біт інформації, що вказує на позитивне підтвердження 10–11 критеріїв якості.

Відтак, для предметів з ознаками високої соціокультурної цінності стартові ціни від початку має сенс визначати на рівні вартісних показників нижньої межі відповідного інтервалу індексу соціокультурної цінності.

Асимптотичні показники вартості, що обраховуються за описаними вище формулами, мають тенденції до невідповідності результатам реальних показників вартості на рівні похибки одного критерію якості або одного біту інформації.

Висновки. Культурна традиція використання нефритоподібних каменів розвинута переважно майстрами Стародавнього Китаю і донині користується популярністю. Саме тому торгова назва каменю "нефрит" не співпадає з мінералогічною назвою й трактується більш широко, тобто нефритом можуть називати камені, які мають відповідний колір і приховано кристалічну будову, є придатними для створення традиційних ювелірних прикрас.

На сучасному ринку представлено три групи різьблених виробів з нефриту, які розраховано на покупців з різними фінансовими можливостями й характеризуються різними показниками якості за художніми ознаками та рівнем технічної досконалості.

Для прогнозування вартості ювелірних виробів з нефриту достатньо враховувати їхні якісні показники за десятьма описаними критеріями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буканов В. В. Цветные камни. Энциклопедия. СПб. : Гранит, 2008. 416 с.
2. Дронова Н. Д. Ювелирные изделия. Справочник-энциклопедия М. : Ювелир, 1996. 352 с.
3. Кунц Дж. Камни-талисманы. Уникальные сведения о драгоценных камнях. М. : REFL-book ; Киев : Ваклер, 1997. 287 с.
4. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. ; за ред. В. С. Білецького. Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. Т. 3. 644 с.
5. Шуман В. Мир камня. М. : Мир, 1986. Т. 1–2. 477 с.
6. *Miller's buyer's guide. Chinese & Japanese antiques.* London : Miller's, 2004. 320 p.
7. *The Oxford Companion to the Decorative Arts (Oxford Quick Reference)* ; ed. by Harold Osborne. Oxford : Oxford University Press, 1985. 865 p.
8. *Всеобщая история искусств.* Т. 2, кн. 2 ; под ред. Б. В. Веймарна и Ю. Д. Колпинского. М. : Искусство, 1961. С. 384–385.

9. Древний Китай. Китайская цивилизация от неолита до династии Тан : сост. М. Скарпари ; пер. И. Павловой. М. : ООО "Изд-во Астрель", ООО "Изд-тво АСТ", 2003. С. 292.
10. Кравцова М. Е. История искусства Китая. СПб. : Лань, 2004. 960 с.
11. Кречетова М. Н. Резной камень Китая в Эрмитаже. Л. : Изд-во Гос. Эрмитажа, 1960. 104 с.
12. Сычёв Л. П., Сычев В. Л. Китайский костюм. Символика. История. Трактовка в литературе и искусстве. М. : ИВ АН СССР, 1975. 172 с.
13. Моран А. История декоративно-прикладного искусства: от древнейших времен до наших дней. М. : Искусство, 1982. 538 с.
14. Сокровища Шанхайского музея. Каталог выставки. Шанхай, 2007. 232 с.
15. Индутний В. В., Мережко Н. В., Пірковіч К. А. Аналіз якості та вартості антикварних декоративно-ужиткових і мистецьких творів з бронзи на ринку України. Товарознавчий вісн. : зб. наук. пр. Вип. 10. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2017. С. 71–82.
16. Индутний В. В., Мережко Н. В., Пірковіч К. А. Аналіз ринку рубінів за якісними та вартісними показниками. Технічні науки та технології. Чернігів : Чернігів. нац. технол. ун-т, 2017. № 2 (8) С. 66–74.
17. Индутний В. В. Оцінка культурних цінностей. Київ : СПД "Моляр С. В.", 2009. 537 с.
18. Индутний В. В. Формула Ральфа Хартлі й прогнозування вартості пам'яток культури. Культура і сучасність : альм. 2014. № 2. С. 70–77.
19. Индутний В. В., Татарінцев В. І., Павлишин В. П., Индутна Т. В. Як оцінювати коштовності з дорогоцінних металів і каменів. Київ : ТОВ "АЛІМА", 2001. 264 с.
20. Kupinatao : интернет-магазин Китая. URL : https://kupinatao.com/izdelia_nefrit.aspx?p=6.

Стаття надійшла до редакції 03.05.2018.

Indutnyi V., Yunda V., Pirkovich K. Criteria for quality assessment of jewelry from natural jade.

Background. Natural jade is a precious stone in many countries of the Far East and it is included in the lists of the World Jewelry Confederation CIBJO. In the modern domestic market, simulants of natural stones are widely represented, made of glass and polymers, with the addition of natural colored mineral fillers, which are practically impossible to distinguish visually from natural stones. That is why the problem exists to develop a methodology for determining the criteria for quality assessment of items from natural jade required to forecast their value, which is the *aim* of work.

Material and methods. The *first* stage of the study is the creation of a base of output information about jewelry from natural jade, which is presented for sale in a free market. The *second* one is the study of the distribution of cost indicators for items from natural jade, which have different quality. The *third* one is sorting of items from natural jade by cost and quality characteristics. The *fourth* – allocation of individual commodity groups of products and the simulation of asymptotic formulas for the calculation of predictive cost indicators. The *fifth* – implementation of the verification procedures for the formulation of practical recommendations to experts.

Results. The quality assessment and forecasting of value of jewelry from natural jade, based on the data of the real domestic market, was carried out. A special protocol is given for the accounting of useful information about its quality, and an asymptotic model for the calculation of predictive cost indicators is proposed. Some examples of solving expert tasks are presented.

Conclusion. In the modern market, there three main groups of carved items from natural jade are presented. They are designed for buyers with different financial capabilities and are characterized by different quality characteristics by artistic value and level of technical excellence. To forecast the value of jewelry from natural jade it is enough to take into account its quality characteristics for the ten described criteria.

For qualitative forecasting, the expert must be convinced that the item is represented by a truly natural mineral aggregate, not a modern composite material, which artificially decorated or painted.

Keywords: quality assessment, forecasting of value, jewelry from natural jade, protocol, asymptotic model.

REFERENCES

1. *Bukanov V. V.* Cvetnye kamni. Jenciklopedija. SPb. : Granit, 2008. 416 s.
2. *Dronova N. D.* Juvelirnye izdelija. Spravochnik-jenciklopedija M. : Juvelir, 1996. 352 s.
3. *Kunc Dzh.* Kamni-talismany. Unikal'nye svedenija o dragocennyh kamnjah. M. : REFL-book ; Kiev : Vakler, 1997. 287 s.
4. *Mala girnycha encyklopedija : u 3 t. ; za red. V. S. Bilec'kogo.* Donec'k : Shidnyj vydavnychyj dim, 2013. T. 3. 644 s.
5. *Shuman V.* Mir kamnja. M. : Mir, 1986. T. 1–2. 477 s.
6. *Miller's buyer's guide.* Chinese & Japanese antiques. London : Miller's, 2004. 320 p.
7. *The Oxford Companion to the Decorative Arts (Oxford Quick Reference) ; ed. by Harold Osborne.* Oxford : Oxford University Press, 1985. 865 p.
8. *Vseobshhaja istorija iskusstv. T. 2, kn. 2 ; pod red. B. V. Vejmarina i Ju. D. Kolpin'skogo.* M. : Iskusstvo, 1961. S. 384–385.
9. *Drevnij Kitaj. Kitajskaja civilizacija ot neolita do dinastii Tan : sost. M. Skarpari ; per. I. Pavlovoj.* M. : OOO "Izd-vo Astrel", OOO "Izd-tvo AST", 2003. S. 292.
10. *Kravcova M. E.* Istorija iskusstva Kitaja. SPb. : Lan', 2004. 960 s.
11. *Krechetova M. N.* Reznij kamen' Kitaja v Jermitazhe. L. : Izd-vo Gos. Jermitazha, 1960. 104 s.
12. *Sychjov L. P., Sychev V. L.* Kitajskij kostjum. Simvolika. Istorija. Traktovka v literature i iskusstve. M. : IV AN SSSR, 1975. 172 s.
13. *Moran A.* Istorija dekorativno-prikladnogo iskusstva: ot drevnejshih vremen do nashih dneij. M. : Iskusstvo, 1982. 538 s.
14. *Sokrovishha* Shanhaj'skogo muzeja. Katalog vystavki. Shanhaj, 2007. 232 s.
15. *Indutnyj V. V., Merezhko N. V., Pirkovich K. A.* Analiz jakosti ta vartosti antykvarnyh dekoratyvno-uzhytkovyh i mystec'kyh tvoriv z bronzy na rynku Ukrai'ny. Tovarnavchij visn. : zb. nauk. pr. Vyp. 10. Luc'k : RVV Luc'kogo NTU, 2017. S. 71–82.
16. *Indutnyj V. V., Merezhko N. V., Pirkovich K. A.* Analiz rynku rubiniv za jakisnymy ta vartisnymy pokaznykamy. Tehnichni nauky ta tehnologii'. Chernigiv : Chernigiv. nac. tehnol. un-t, 2017. № 2 (8) S. 66–74.
17. *Indutnyj V. V.* Ocinka kul'turnyh cinnostej. Kyi'v : SPD "Moljar S. V.", 2009. 537 s.
18. *Indutnyj V. V.* Formula Ral'fa Hartli j prognozuvannja vartosti pam'jatok kul'tury. Kul'tura i suchasnist' : al'm. 2014. № 2. S. 70–77.
19. *Indutnyj V. V., Tatarincev V. I., Pavlyshin V. P., Indutna T. V.* Jak ocinju-vaty koshtovnosti z dorogocinnyh metaliv i kameniv. Kyi'v : TOV "ALMA", 2001. 264 s.
20. *Kupinatao:* internet-magazin Kitaja. URL : https://kupinatao.com/izdelia_nefrit.aspx?p=6.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 658.562:005.52:635.649] (477)

КАЛАЙДА Катерина,

к. с.-г. н., доцент

Уманського національного університету садівництва

ЗАБОЛОТНА Альона,

к. с.-г. н., старший викладач

Уманського національного університету садівництва

ПИРКАЛО Віталій,

викладач Уманського національного університету садівництва

ГОСПОДАРСЬКО-ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА СОРТІВ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО, РАЙОНОВАНИХ В УКРАЇНІ

Проаналізовано 65 сортів і гібридів перцю солодкого різних груп стиглості, внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. За комплексом товарознавчих і господарських показників визначено 10 найбільш конкурентоспроможних сортів перцю солодкого різних груп стиглості для забезпечення ринку високоякісною продукцією.

Ключові слова: перець солодкий, сорт, якість, конкурентоспроможність.

Калайда Е., Заболотная А., Пиркало В. Хозяйственно-товароведная оценка сортов перца сладкого, районированных в Украине. Проанализированы 65 сортов и гибридов перца сладкого разных групп созревания, внесенных в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине. По комплексу товароведных и хозяйственных показателей определены 10 наиболее конкурентоспособных сортов перца сладкого разных групп созревания для обеспечения рынка высококачественной продукцией.

Ключевые слова: перец сладкий, сорт, качество, конкурентоспособность.

© Калайда Катерина, Заболотна Альона, Пиркало Віталій, 2018

Постановка проблеми. Світове товарне виробництво перцю солодкого становить приблизно 27 млн т – для цього задіяно площі понад 1.7 млн га. Лідером є Китай, де вирощується більше половини світового валового збору (понад 14 млн т) при врожайності майже 25 т/га [1]. В Україні, за даними Державної служби статистики, в 2017 р. вирощено всього 161.6 тис. т плодів перцю солодкого при середній врожайності 11.3 т/га, хоча це одна з ключових культур в овочівництві. Лідером із виробництва перцю в Україні традиційно є Херсонська область, майже втричі менше вирощують його в Дніпропетровській і Одеській. Разом ці області забезпечують половину загального збору перцю та є головними постачальниками до інших регіонів країни – їхня частка становить 51 % [2].

Однією із перепон до динамічного розвитку ринку овочів в Україні є відсутність високоякісної продукції. Саме якість продукції – основний фактор, яким керується споживач під час вибору будь-якого товару. Однак лише висока якість не зможе забезпечити повного успіху товару на ринку, треба враховувати й інші фактори – господарські, функціональні, органолептичні та економічні показники [3]. Саме тому визначення конкурентоспроможності господарсько-ботанічних сортів перцю солодкого є невід’ємною складовою оцінки товарознавчої якості овочевої продукції.

Конкурентоспроможність певного сорту можна оцінити лише, порівнюючи його з конкуруючим товаром-аналогом. Для цього потрібно мати найширшу інформацію щодо різноманітної характеристики всіх сортів. Ось чому проблема визначення комплексної товарознавчої та господарської характеристик плодів перцю солодкого є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Плід перцю (*Capsicum annuum*) – багатонасінна ягода, яку зазвичай називають стручком. Латинська назва перцю – *Capsicum* – походить від слова *capsa* (коробка, сумка) й асоціюється саме з формою плоду. Втім, плоди різних сортів і гібридів мають неоднакові: форму (від округлої, плоскоокруглої до циліндричної й конічної), масу (від 5 до 450 г) і забарвлення (від зеленого, білого й жовтого до жовтогарячого, червоного та фіолетового).

Відповідно до літературних даних, плоди перцю солодкого мають великі розбіжності в хімічному складі. Так, сухих речовин у плодах – від 6.0 до 14.4 %, з яких 28.0–52.7 % складають цукри, 1.8–9.4 – крохмаль, 9.7–24.0 – клітковина, 4.0–13.0 % – пектинові речовини. Вітаміну С у перцю міститься від 100 до 300 мг/100 г і навіть більше. Максимальний вміст як цукрів, так і аскорбінової кислоти спостерігається в плодах біологічної стиглості [4–6].

Проблемі визначенню конкурентоспроможності товарів присвячено низку наукових робіт, серед яких можна виділити праці під керівництвом В. А. Колтунова [7], Л. М. Пузік [8, с. 134], В. А. Осики й О. В. Бабіча [9, с. 84]. Найбільш прийнятною методикою для плодів перцю солодкого, на наш погляд, є розробка В. А. Колтунова.

Мета дослідження – провести досконалий аналіз 65-ти сортів і гібридів перцю червоного солодкого різних термінів досягання, введених до Державного реєстру України, та на основі товарознавчих і господарських показників математичними методами визначити найбільш конкурентоспроможні з них для насичення внутрішнього ринку.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – 65 сортів і гібридів перцю червоного солодкого, внесених до Державних реєстрів рослин, придатних для поширення в Україні. Товарознавчі та господарські показники проаналізовано узагальненням даних, наведених у Каталогах сортів рослин Державної комісії по сортовипробуванню [9–11].

Розрахунок конкурентоспроможності перцю солодкого здійснено на основі методики професора В. А. Колтунова [12, с. 138–145] за господарськими й функціональними показниками. Ця методика не обмежується певною кількістю сортів і передбачає комплексну оцінку основних показників за ранговою шкалою. Для цього проведено ранжування можливих значень показників конкурентоспроможності й розраховано узагальнюючі оцінки на основі зібраних і систематизованих інформаційних матеріалів.

Результати дослідження. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, поповнюється новими сортами щороку. Так, станом на 2016 р. він налічував 112 сортів перцю солодкого, на 2017-й – 140 (введено 21 новий сорт), на 2018-й – 133 сорти. Із усіх зареєстрованих сортів лише 40 – вітчизняної селекції, зокрема, правласниками більшості з них є Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України та приватне підприємство "Агросвіт". В Україні сортимент перцю солодкого налічує 102 сорти й гібриди з червоним забарвленням плодів [13, с. 310–315].

За тривалістю вегетаційного періоду (число днів від повних сходів до технічної стиглості) всі сорти й гібриди перцю поділяються на ранні (менше 100 днів), ранньосередні (100–120 днів), середньостиглі (121–135 днів) та середньопізні й пізні (більше 135 днів). Серед сортів із червоним забарвленням плодів: 19 ранніх, 19 ранньосередніх, 32 середньостиглих, 2 середньопізніх. Кількість сортів, рекомендованих для вирощування в Україні [10; 11; 13], щороку змінюється. У 2018 р. не знайдено в переліку 12 сортів, проте в ньому залишаються сорти, що рекомендуються з року в рік досить тривалий період. Однак це не означає, що вони переважають інші за комплексом показників. Для більшості сортів у реєстрі наведено лише деякі господарські та товарознавчі характеристики, а для інших – вони зовсім відсутні. Показники господарської придатності обмежені середньою масою плодів, хімічним складом, інколи наводиться товарна врожайність, товщина стінок і дегустаційна оцінка, а напрям використання обмежений двома фразами: "універсального призначення" і "споживання

у свіжому вигляді". Із зареєстрованих на 2018 р. сортів більше 20-ти не мають навіть мінімального опису або наведено лише окремі дані про врожайність чи хімічний склад, цілком відсутня інформація про органолептичну оцінку, лежкість сортів і лише для половини вказано рекомендовану зону вирощування, також є невідповідності у визначенні групи стиглості сортів або вона зовсім не зазначена.

Однією з проблем достатнього виробництва перцю солодкого та рівномірного насичення внутрішнього ринку високоякісними, транспортбельними, лежкими й конкурентоздатними за комплексом ознак плодами, а також для експортної торгівлі є правильний вибір сортів, адаптованих до вимог відповідних ґрунтово-кліматичних зон України.

На основі Державного реєстру проведено групування сортів перцю солодкого, придатних для поширення в Україні (на 24.01.2018 р.), за станом стиглості (табл. 1) [13, с. 310–315].

Таблиця 1

**Групування сортів перцю солодкого за станом стиглості
по ґрунтово-кліматичних зонах України**

Група стиглості	Зона вирощування		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Ранні	7	8	10
Ранньосередні	17	18	16
Середньостиглі	28	27	31
Середньопізні	2	2	2
Разом	54	55	59

Насиченість сортами різних груп стиглості перцю досить висока, в усіх ґрунтово-кліматичних зонах переважають ранні, ранньосередні та середньостиглі сорти. Згідно з узагальненими по Україні даними сортовипробування, принципова різниця між сортами різних груп стиглості прослідковується щодо урожайності, біометричних характеристик і поживної цінності. Середні дані основних показників перцю солодкого свідчать про врожайність у межах 35.8–52.4 т/га, масу плоду – 114.4–130.1 г, товщину перикарпію – 5.7–6.1 мм. Коливання врожайності ранніх сортів відбувається в середньому на 4.1 т/га, ранньосередніх – 4.3, середньостиглих і середньопізніх – 2.8 т/га. За зонами вирощування середня врожайність у Степу становить 46.2 т/га, в Лісостепу – 47.5, у Поліссі – 46.5 т/га незалежно від групи стиглості. Істотної різниці між показниками сортів, вирощених у різних ґрунтово-кліматичних зонах, не прослідковується. Відмінності у вмісті основних компонентів хімічного складу продемонстрували сорти різних груп стиглості. Найбільше сухих речовин накопичують ранні плоди, вирощені в Степу й Лісостепу 7.5–7.6 % (табл. 2).

**Порівняльна оцінка сортів червоного перцю солодкого
різних груп стиглості по ґрунтово-кліматичних зонах України [14]**

Група стиглості	Ґрунтово-кліматична зона	Товарний урожай, т/га	Маса плоду, г	Товщина стінок, мм	Вміст		
					сухих речовин, %	загального цукру, %	вітаміну С, мг/100 г
Ранні	Степ	49.9	132.9	6.2	7.5	5.6	149.2
	Лісостеп	54.0	135.7	6.4	7.6	5.5	146.8
	Полісся	52.4	121.7	5.8	7.3	5.3	153.8
	<i>Середнє</i>	<i>52.1</i>	<i>130.1</i>	<i>6.1</i>	<i>7.5</i>	<i>5.5</i>	<i>149.9</i>
Ранньо-середні	Степ	38.2	116.3	5.7	7.5	3.9	165.3
	Лісостеп	35.2	119.6	5.8	7.4	3.9	160.2
	Полісся	33.9	107.3	5.5	7.4	3.8	157.5
	<i>Середнє</i>	<i>35.8</i>	<i>114.4</i>	<i>5.7</i>	<i>7.4</i>	<i>3.9</i>	<i>161.0</i>
Середньо-стиглі й середньо-пізні	Степ	50.5	126.4	6.1	6.6	4.4	142.6
	Лісостеп	53.3	125.4	6.0	6.4	4.3	131.5
	Полісся	53.3	125.4	6.0	6.4	4.3	131.5
	<i>Середнє</i>	<i>52.4</i>	<i>125.7</i>	<i>6.0</i>	<i>6.5</i>	<i>4.3</i>	<i>135.2</i>

Основна частка сухих речовин більшості плодів і овочів складається саме з цукрів. Однак у представлених даних різниця між вмістом сухих речовин і цукрами для ранніх сортів становить 2 %, а для ранньосередніх – майже вдвічі більше – 3.6 %. Отже, саме ранньосередні сорти перцю незалежно від ґрунтово-кліматичної зони накопичують менше цукрів, а більше – аскорбінової кислоти: на 7.4 % від ранніх і на 19.1 % від середньостиглих та середньопізніх сортів.

При аналізі хімічного складу сортименту плодів перцю минулих років [10; 11] спостерігається тенденція, що найбільше сухої речовини накопичували середньостиглі, середньопізні та пізні сорти з тривалим періодом вегетації (7.9–8.1 %), а вищою біологічною цінністю за вмістом аскорбінової кислоти вирізнялися ранні та ранньосередні сорти (151–166 мг/100 г), але в Державному реєстрі на 2018 р. не підтримано чинність на низку сортів із високими показниками хімічного складу та доброю врожайністю. Саме тому на сьогодні кращі значення за всіма досліджуваними показниками формують сорти ранніх строків досягання.

За дегустаційною оцінкою всі сорти перцю солодкого мають високі органолептичні показники – від чотирьох до п'яти балів [14], проте невідомо як вони змінюються при зберіганні плодів.

Серед такої різноякісності плодів сортів перцю солодкого червоного неможливо однозначно виокремити ліпші з них, оскільки одні сорти можуть забезпечити високий врожай, але характеризуються

низькими споживчими властивостями, що робить їх непривабливими для споживача, або, навпаки, мають низьку врожайність за високої харчової та біологічної цінності, що не вигідно для виробника. Саме тому лише через призму адитивності треба розглядати такий інтегральний показник, як конкурентоспроможність сорту. Також кожен сорт має різне співвідношення за вказаними вище показниками, а тому важко іноді надавати перевагу тому чи тому сорту. Ось чому варто проводити комплексну оцінку кожного сорту й за її показниками визначати найліпші у відповідній групі стиглості.

Дані *табл. 3* свідчать, що, згідно з проведеними дослідженнями, жоден сорт не відповідає комплексу бажаних критеріїв, хоча більшість сортів мають добрі смакові якості. Стовідсоткової оцінки всіх показників селекціонерам досягти неможливо, але потрібно прагнути до 60–80 %, тобто до коефіцієнта конкурентоспроможності (Кк) 0.8–0.6, а за нижчими показниками сорти доцільно не включати до Державного реєстру.

Із групи ранніх сортів (19 зразків) перцю солодкого варто відзначити великоплідні й товстостінні сорти *Скрівія*, *Деніс F1* та *Красний Рицарь F1* з Кк = 0.70–0.65.

Із 19-ти ранньосередніх виділяються сорти *Червоний дивосвіт*, *Центури F1*, *Фламінго F1* та *Сяйво*, які набрали 26–27 балів у сумі за комплексом показників при розрахунку конкурентоспроможності сорту. Їхній Кк = 0.65–0.60.

Серед середньостиглих сортів виділяються сорти *Мазурка F1*, *Антей*, *Арістотель*, для яких розрахований коефіцієнт конкурентоспроможності склав 0.61–0.68, відповідно ці сорти розділили між собою і перші місця в рейтингу. Проте в цій роботі представлено розрахунок конкурентоспроможності лише 25-ти з 32-х середньостиглих сортів червоного перцю солодкого, оскільки для решти доступна інформація лише про врожайність і частково візуальні розмірні показники плодів.

Висновки. При оцінці конкурентоспроможності овочів потрібно враховувати основні господарські, товарознавчі й економічні характеристики, користуватись методиками комплексного розрахунку цього показника.

Доцільно значно скоротити перелік сортів і гібридів перцю солодкого, включених до Реєстру, за рахунок малоцінних сортів, що сприятиме розширенню площ посадки й зростанню врожаю конкурентоспроможних сортів.

Серед 65-ти проаналізованих сортів за комплексом товарознавчих і господарських показників найвищий коефіцієнт конкурентоспроможності отримали: з групи ранніх сортів – *Скрівія*, *Деніс F1* та *Красний Рицарь F1*, ранньосередніх – *Червоний дивосвіт*, *Центури F1*, *Фламінго F1*, *Сяйво*, середньостиглих – *Мазурка F1*, *Антей*, *Арістотель*.

**Конкурентоспроможність сортів перцю солодкого червоного
з Державного реєстру сортів рослин, станом на 24.01.2018 р.**

Назва сорту	Рік реєстрації	Оціночні рангові бали показників						Σ балів	Кк	Рейтинг сорту
		товарний урожай	маса плоду	товщина стінок	комплексний показник вмісту поживних речовин (Г)	дегустаційна оцінка	собівартість виробництва одиниці продукції			
Ранні										
<i>Аден</i>	2015	5	3	3	5	5	5	26	0.60	5
<i>Амулет</i>	2015	4	3	3	5	4	4	23	0.54	8
<i>Атлант</i>	2004	5	5	3	3	5	4	25	0.59	6
<i>Барбі F1</i>	2010	5	4	3	5	4	4	25	0.59	6
<i>Данай</i>	2015	5	3	3	5	5	5	26	0.60	5
<i>Деніс F1</i>	2012	5	5	4	5	5	4	28	0.66	2
<i>Джипсі F1</i>	2014	5	3	2	3	4	4	21	0.49	10
<i>Діментіо F1</i>	2010	4	3	3	5	5	4	24	0.55	7
<i>Злагода F1</i>	2004	4	3	3	5	4	4	23	0.54	8
<i>Квадрі F1</i>	2013	4	3	2	4	4	4	21	0.49	10
<i>Красний Рицарь F1</i>	2006	5	5	4	4	4	5	27	0.65	3
<i>Лунгі F1</i>	2013	5	3	2	4	4	4	22	0.51	9
<i>Монанта</i>	2016	5	3	2	1	5	5	21	0.49	10
<i>Притавіт F1</i>	2014	5	4	3	5	4	4	25	0.59	6
<i>Рафаела F1</i>	2013	5	3	2	5	4	4	23	0.54	8
<i>Самандер</i>	2009	5	3	2	5	4	4	23	0.54	8
<i>Скрівія</i>	2015	5	5	5	5	4	5	29	0.70	1
<i>Славі F1</i>	2013	5	3	2	5	4	4	23	0.54	8
<i>Телестар F1</i>	2010	4	5	4	5	5	4	27	0.64	4
Ранньосередні										
<i>Бактянець</i>	2007	3	3	2	3	5	3	19	0.43	11
<i>Бонета</i>	2006	5	3	2	4	4	4	22	0.51	6
<i>Валюша</i>	2006	3	3	3	5	4	3	21	0.49	7
<i>Геркулес F1</i>	2007	4	5	4	3	4	4	24	0.58	4
<i>Голубок</i>	1997	3	2	2	2	5	3	17	0.38	14
<i>Злата</i>	2010	3	3	2	4	4	3	19	0.44	10
<i>Лада</i>	2008	3	3	2	5	5	3	21	0.47	9
<i>Мадонна F1</i>	2006	5	3	3	4	4	4	23	0.54	5
<i>Миролубівський F1</i>	2003	4	3	1	4	4	3	19	0.44	10
<i>Мінтос F1</i>	2010	3	4	4	2	4	3	20	0.48	8
<i>Обрій</i>	1998	4	2	3	5	4	4	22	0.51	6
<i>Полтавський</i>	1995	4	2	2	2	4	4	18	0.41	12
<i>Самоцвіт</i>	2001	4	2	2	5	5	4	22	0.49	7
<i>Снігур</i>	2001	3	2	3	5	4	2	19	0.44	10
<i>Сяйво</i>	2009	5	3	3	5	5	5	26	0.60	3
<i>Фламінго F1</i>	2001	5	4	3	5	5	5	27	0.63	2
<i>Центурі F1</i>	2005	5	4	3	5	5	5	27	0.63	2
<i>Цинтія F1</i>	2008	2	3	3	3	5	1	17	0.39	13
<i>Червоний дивосвіт</i>	2005	5	5	4	5	4	4	27	0.65	1

Закінчення табл. 3

Назва сорту	Рік реєстрації	Оціночні рангові бали показників						Σ балів	Кк	Рейтинг сорту
		товарний урожай	маса плоду	товщина стінок	комплексний показник вмісту поживних речовин (П)	дегустаційна оцінка	собівартість виробництва одиниці продукції			
Середньостиглі										
<i>Айвенго</i>	2001	5	3	3	5	4	5	25	0.59	5
<i>Актеон</i>	2014	4	3	2	2	4	4	19	0.44	14
<i>Амі</i>	2013	5	3	2	4	4	4	22	0.51	10
<i>Антей</i>	2001	5	5	3	5	4	4	26	0.62	2
<i>Арістотель ХЗР F1</i>	2014	5	5	4	3	4	4	25	0.61	3
<i>Багряний вулкан</i>	2014	4	3	3	5	4	3	22	0.51	10
<i>Беатрікс</i>	2014	4	3	2	4	4	3	20	0.46	13
<i>Бея</i>	2016	2	3	2	2	4	3	16	0.36	18
<i>Біла зірка</i>	2015	4	3	3	5	4	4	23	0.54	8
<i>Боярд F1</i>	2015	5	3	3	5	5	5	26	0.60	4
<i>Деметра</i>	2016	5	3	2	3	5	4	22	0.51	10
<i>Дружок</i>	1990	4	2	2	2	5	4	19	0.43	15
<i>Каньйон</i>	2014	2	3	3	5	–	3	16	0.40	17
<i>Капро</i>	2016	5	3	2	3	4	4	21	0.49	11
<i>Любов F1</i>	2013	5	3	3	5	4	4	24	0.56	6
<i>Мазурка F1</i>	2010	5	5	5	5	4	4	28	0.68	1
<i>Мерседес</i>	2005	4	4	4	5	4	4	25	0.59	5
<i>Надія</i>	1998	4	2	2	5	4	4	21	0.48	12
<i>Прісіла</i>	2017	5	3	2	3	–	5	18	0.46	13
<i>Світозар</i>	2011	4	3	3	2	5	4	21	0.49	11
<i>Соломон</i>	2015	5	5	2	2	4	5	23	0.55	7
<i>Фавілла</i>	2015	4	4	4	5	5	3	25	0.59	5
<i>Фея</i>	2015	2	2	3	5	5	3	20	0.44	14
<i>Флексум F1</i>	2014	5	3	4	2	4	4	22	0.53	9
<i>Цитрина</i>	2017	5	3	2	1	–	5	16	0.41	16
Середньопізні										
<i>Сондела F1</i>	2011	3	5	4	5	4	3	24	0.57	1
<i>Сандра</i>	2008	2	3	3	2	5	1	16	0.36	2

Пропонуємо господарську й товарознавчу оцінку нових сортів і гібридів овочів передати науково-дослідним установам і не включати до Реєстру сорти, які не мають повної оцінки їхньої господарської та споживної цінності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Куракса Н. П. Параметри адаптивності перцю солодкого. Овочівництво і баштанництво. 2014. Вип. 60. С. 155–166.
2. Державна служба статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Колтунов В. А., Метельська Н. С., Бровенко Т. В. Господарська і товарознавча оцінка яблук зимових сортів. Харчова наука і технологія. 2014. № 4. С. 76–81. DOI 10.15673/2073-8684.29/2014.33603.

4. *Piic Z. S., Milenković L., Šunić L., Barać S., Mastilović J., Kevrešan Ž., Fallik E.* Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2017. N 104 (1). P. 53–62. DOI 10.13080/z-a.2017.104.008.
5. *Bayogan E. V., Lacap A. T., Ekman J. H.* Quality changes in sweet pepper (*Capsicum annuum L. 'Smooth Cayenne'*) under simulated retail conditions. *Acta Hort.* 2017. N 1179. P. 213–220. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1179.33.
6. *Прісс О. П.* Наукові основи зберігання плодів овочів з використанням обробки біологічно активними речовинами : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.13. Київ, 2017. 291 с.
7. *Колтунов В., Булах М., Орлов Д.* Вирощування конкурентоздатних гарбузів. *Плантатор*. 2016. № 2 (26). С. 69–73.
8. *Пузік Л. М., Гордієнко І. М., Романова Т. А.* Методологія управління якістю продукції : навч. посіб. Харків : Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2017. 218 с.
9. *Осика В. А., Бабіч О. В.* Якість та конкурентоспроможність винограду, що реалізується на ринку України. Сучасні проблеми товарознавства : зб. наук. пр. Київ : КНАУ, 2001. С. 18–26.
10. *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2016 році (чинний станом на 14.04.2016); Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України.* Київ : ТОВ "Алефа", 2016. 377 с.
11. *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2018 році (чинний станом на 18.07.2017); Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України.* Київ : ТОВ "Алефа", 2017. 407 с.
12. *Колтунов В. А.* Якість плодовоовочевої продукції та технологія її зберігання. У 2 ч. Ч. I. Якість і збереженість картоплі та овочів : монографія. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. 568 с.
13. *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2018 році (чинний станом на 24.01.2018); Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України.* Київ : ТОВ "Алефа", 2018. 415 с.
14. *Охорона прав на сорти рослин : Бюлетень. Український ін-т експертизи сортів рослин.* URL : <http://sops.gov.ua/publication/buletten>.

Стаття надійшла до редакції 19.04.2018.

Kalaida K., Zabolotna A., Pyrkalo V. Economic and commodity assessment of varieties of sweet pepper, cultivated in Ukraine.

Background. In Ukraine, about 160 thousand tons of sweet pepper are grown, with an average yield of 11.3 t/ha. However, it is one of the key crops in vegetable growing. One of the obstacles to the dynamic development of the vegetable market in Ukraine is the lack of high-quality products.

The aim of the study is to conduct a thorough analysis of 65 sorts and hybrids of sweet red pepper of various dates of ripening, registered in the State Register of Ukraine, and based on commodity and economic indicators, mathematical methods to determine the most competitive ones for saturation of the domestic market.

Material and methods. The competitiveness determination of sweet pepper varieties is carried out based on methods of Professor V. A. Koltunov [12, с. 138–145] by economic and functional indicators. These methods are not limited to a certain number of varieties and involve a comprehensive assessment of key indicators on a rank scale.

Results. The State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine is enlarged with new varieties each year. So, as of 2016, it numbered 112 varieties, in 2017 – 140, and in 2018 – 133 varieties.

Average yield of sweet pepper is in the range of 35.8–52.4 t/ha, the pepper weight is 114.4–130.1 g, the average thickness of the pericarp is 5.7–6.1 mm. Fluctuations in yield of early varieties occur in the range of 4.1 t/ha, medium-early – 4.3, middleripening and medium-late – 2.8 t/ha. By growing zones, the average yield in the Steppe is 46.2 t/ha, in the Forest-Steppe – 47.5, in Polissia – 46.5 t/ha, regardless of maturity stage.

According to the studies, most varieties are of good taste but none of the varieties meet the desired criteria. Breeders cannot achieve 100 % evaluation of all indicators but it is necessary to strive for 60–80 %. Thus, the competitiveness coefficient (*Cc*) is 0.8–0.6 and with lower indicators the varieties should not be included in the State Register.

From the group of early varieties (19 samples) of sweet pepper, only three of them have *Cc* 0.70–0.65.

Of the 19 early middleripening ones, four varieties stand out, which scored 26–27 points in the sum of a set of indicators in the calculation of competitiveness. Their *Cc* is 0.65–0.60.

Among the 25 middleripening varieties, there are three, for which *Cc* is 0.61–0.68, so, these varieties hold the first places in the ranking.

Conclusion. In assessing the competitiveness of vegetables, it is necessary to consider the basic economic, commodity and economic characteristics using the complex calculation methods of this indicator.

It is desirable to significantly reduce the list of varieties and hybrids of sweet pepper included in the State register, due to low value varieties, that will lead to an increase in planting areas and yield of competitive varieties.

Among 65 analyzed varieties, the highest coefficient of competitiveness obtained: from the group of early maturation varieties – *Skrivia*, *Denis F1* and *Krasnyi Rytsar F1*, medium-early – *Chervonyi dyvostvit*, *Tsenturi F1*, *Flaminho F1*, *Siaivo*, middleripening – *Mazurka F1*, *Antei*, *Aristotel*.

Keywords: sweet pepper, variety, quality, competitiveness.

REFERENCES

1. Kuraksa N. P. Parametry adaptyvnosti pereju solodkogo. Ovocivnyctvo i bashtan-nyctvo. 2014. Vyp. 60. S. 155–166.
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Koltunov V. A., Metel's'ka N. S., Brovenko T. V. Gospodars'ka i tovaro-znavcha ocinka jabluk zymovyh sortiv. Harchova nauka i tehnologija. 2014. № 4. S. 76–81. DOI 10.15673/2073-8684.29/2014.33603.
4. Ilić Z. S., Milenković L., Šunić L., Barać S., Mastilović J., Kevrešan Ž., Fallik E. Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. Zemdirbyste-Agriculture. 2017. N 104 (1). P. 53–62. DOI 10.13080/z-a.2017.104.008.
5. Bayogan E. V., Lacap A. T., Ekman J. H. Quality changes in sweet pepper (*Capsicum annum L.* 'Smooth Cayenne') under simulated retail conditions. Acta Hort. 2017. N 1179. P. 213–220. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1179.33.
6. Priss O. P. Naukovi osnovy zberigannja plodovyh ovciv z vykorystannjam obrobky biologichno aktyvnymy rehovynamy : dys. ... dokt. tehn. nauk : 05.18.13. Kyi'v : 2017. 291 s.

7. Koltunov V., Bulah M., Orlov D. Vyroshhuvannja konkurentozdatnyh gar-buziv. Plantator. 2016. № 2 (26). S. 69–73.
8. Puzik L. M., Gordijenko I. M., Romanova T. A. Metodologija upravlinnja jakistju produkcii' : navch. posib. Harkiv : Hark. nac. agrar. un-t im. V. V. Dokuchajeva, 2017. 218 s.
9. Osyka V. A., Babich O. V. Jakist' ta konkurentospromozhnist' vynogradu, shho realizujet'sja na rynku Ukrai'ny. Cuchasni problemy tovaroznavstva : zb. nauk. pr. Kyi'v : KNAU, 2001. S. 18–26.
10. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni u 2016 roci (chynnyj stanom na 14.04.2016); Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrai'ny. Kyi'v : TOV "Alefa", 2016. 377 s.
11. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni u 2018 roci (chynnyj stanom na 18.07.2017); Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrai'ny. Kyi'v : TOV "Alefa", 2017. 407 s.
12. Koltunov V. A. Jakist' plodoovochevoi' produkcii' ta tehnologija i'i' zberi-gannja. U 2 ch. Ch. I. Jakist' i zberezhenist' kartopli ta ovochiv : monografija. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2004. 568 s.
13. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni u 2018 roci (chynnyj stanom na 24.01.2018); Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrai'ny. Kyi'v : TOV "Alefa", 2018. 415 s.
14. Ohorona prav na sorty roslyn : Bjuleten'. Ukrai'ns'kyj in-t ekspertyzy sortiv roslyn. URL : <http://sops.gov.ua/publication/buleten>.

УДК 664.66.03

ЧОРНА Анастасія,*к. т. н., асистент кафедри експертизи харчових продуктів
Національного університету харчових технологій*

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ЇСТІВНОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ СВІЖОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Наведено результати впливу складу їстівного покриття на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості хлібобулочних виробів. За допомогою планування багатофакторного експерименту отримано рівняння регресії для функцій відгуку – свіжості хлібобулочних виробів. Установлено, що найбільшою мірою на свіжість хлібобулочних виробів впливає концентрація желатину, а найменшою – концентрація гліцерину.

Ключові слова: їстівне покриття, свіжість, хлібобулочні вироби, оптимізація, багатофакторний експеримент.

© Чорна Анастасія, 2018

Черная А. Оптимизация состава съедобного покрытия для сохранения свежести хлебобулочных изделий. Приведены результаты влияния состава съедобного покрытия на органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели качества хлебобулочных изделий. Посредством планирования многофакторного эксперимента получено уравнение регрессии для функций отклика – свежести хлебобулочных изделий. Установлено, что в наибольшей степени на свежесть хлебобулочных изделий влияет концентрация желатина, а наименьшей – концентрация глицерина.

Ключевые слова: съедобное покрытие, свежесть, хлебобулочные изделия, оптимизация, многофакторный эксперимент.

Постановка проблеми. Свіжість хлібобулочних виробів є пріоритетною споживною властивістю, яка впливає на вибір при його купівлі. Свіжість не є стандартизованим терміном, однак Великий тлумачний словник сучасної української мови характеризує її як "... властивість і якість за значенням свіжий, тобто який не втратив своєї якості" [1]. Щодо стандартизованих органолептичних показників, то нормується стан м'якушки (має бути пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу), а з фізико-хімічних – вологість і пористість м'якушки, які саме й характеризують свіжість виробів. Під час зберігання в хлібобулочних виробках відбуваються зміни реологічних і гідрофільних показників м'якушки, її мікроструктури, ретроградація крохмалю, перерозподіл вологи, розвиток мікрофлори та погіршення їх органолептичних властивостей. Такі зміни є наслідком складних фізико-хімічних і колоїдних процесів, які зумовлюють черствіння, а також втрату вологи, що є причиною усихання виробів і зменшення їхньої маси.

Відомі різні методи, які сприяють збереженню свіжості хлібобулочних виробів: введення до рецептури певних речовин, приготування тіста з подовженим процесом бродіння, підбір оптимального пакувального матеріалу тощо. Одним зі способів запобігання випаровуванню вологи через скоринку хлібобулочних виробів є створення бар'єра у вигляді тонкої плівки їстівного покриття. Кількість патентів на біодеградовані матеріали в усьому світі постійно зростає. Це свідчить про те, що створення нових видів біорозкладних пакувальних матеріалів є перспективним і необхідним [2; 3].

Концепція використання їстівних плівок як захисних покриттів харчових продуктів для подовження строку зберігання не нова. Для уповільнення висихання свіжих апельсинів і лимонів практикувалося воскове покриття в Китаї ще в XII ст. У XIX ст. сахароза застосовувалася як харчове захисне покриття для горіхів, щоб запобігти окисненню і згіркненню під час зберігання. У 1930 р. термоплавкі парафінові воски стали комерційно доступними як їстівні покриття для свіжих фруктів, таких як яблука й груші, а в 50-ті роки XX ст. розроблено карнаубський віск для покриття свіжих фруктів та овочів, щоб поліпшити їх зовнішній вигляд, полегшити контроль за їх дозріванням і сповільнити висихання [4–7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Пошуком способів створення біодеградованих полімерних матеріалів для харчових продуктів сьогодні займаються вітчизняні та зарубіжні науковці: С. В. Рябов [8], Г. М. Лисюк [9], М. Л. Шерієва [10], А. Г. Снежко [11], R. N. Tharanathan [12], O. Ramos [13] та ін.

Мета роботи – оптимізація складу їстівного покриття хлібобулочних виробів, що зберігає їхню свіжість і не змінює органолептичних властивостей певний термін зберігання.

Відповідно до поставленої мети сформульовано такі завдання: дослідити споживні властивості хлібобулочних виробів із розробленим покриттям, динаміку показників якості, структурно-механічних властивостей продукції під час зберігання та оптимізувати склад покриття.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – покриття на основі природних полімерів і хлібобулочні вироби з їх використанням. Як контроль обрано хлібобулочні вироби без покриття. Предмет дослідження – якість хлібобулочних виробів під час зберігання та вплив покриття на їхню свіжість.

Критерієм оптимізації обрано свіжість хлібобулочних виробів, що визначена за результатами структурно-механічних показників якості (пластичної, пружної та загальної деформації м'якушки) досліджуваних виробів під час зберігання. Попередньо встановлено збереження свіжості хлібобулочних виробів з їстівним покриттям відносно контрольного зразка (без покриття) 69 % [14].

Свіжість хлібобулочних виробів з їстівним покриттям (W) є функцією концентрації (%) трьох основних параметрів: C_k – крохмалю, $C_{ж}$ – желатину, C_z – гліцерину.

$$W = f(C_k, C_{ж}, C_z). \quad (1)$$

Дослідження впливу перерахованих вище факторів на свіжість хлібобулочних виробів з їстівним покриттям під час проведення однофакторних експериментів пов'язано із значними труднощами і обсягами робіт. Саме тому доцільно провести багатфакторний експеримент для отримання рівняння регресії для функцій відгуку – свіжості хлібобулочних виробів за допомогою планування багатфакторного експерименту виду 2^3 методом Бокса-Уілсона [15].

Вибір діапазонів варіювання факторів функції (1) проведено так, щоб будь-яка їх сукупність у передбачених планом експерименту діапазонах могла бути реалізована й не приводила до протиріч. Для цього проведено пошукові експерименти для визначення області, в якій сполучення рівнів зазначених факторів були б стійко реалізовані.

Усі відзначені фактори, що входять до функції (1), є величинами, які мають різну розмірність, а значення величин цих факторів мають різні порядки. Для отримання поверхні відгуку цієї функції

проведено операцію кодування факторів, що являє собою лінійне перетворення факторного простору [16] за формулою:

$$x_j = \frac{(\tilde{X}_j - \tilde{X}_{j0})}{I_j} . \quad (2)$$

За результатами проведених пошукових експериментів для кожного фактора встановлено такі значення: X_{j0} – основний рівень фактора; X_{jmax} , X_{jmin} – верхній та нижній рівні фактора відповідно; αX_{jmax} , αX_{jmin} – максимальний та мінімальний рівні фактора; α – зіркове плече; I_j – інтервал варіювання.

Установлено такі значення рівнів факторів в умовному масштабі: мінімальний -1 ; середній 0 ; максимальний $+1$; зіркові значення -1.681 та $+1.681$.

Істинні значення факторів, встановлені на основі проведення пошукових експериментів, наведено в *табл. 1*.

Кількість дослідів у багатофакторному експерименті для квадратичної регресії визначено за формулою:

$$N = 2^k + 2k + N_0(k), \quad (3)$$

де k – кількість факторів;

2 – кількість рівнів варіювання;

N_0 – кількість дослідів у центрі плану,

$N_0(k) = N_0(3) = 6$.

Для досліджуваного варіанта $N = 2^3 + 2 \times 3 + 6 = 20$ дослідів.

Таблиця 1

Рівні факторів та інтервали варіювання

Фактор		Рівні факторів					Інтервал варіювання
		-1.681	-1	0	+1	+1.681	
Концентрація, %	x_1 – крохмалю	1.50	4.23	8.25	12.27	15.00	4.02
	x_2 – желатину	5.0	7.0	10.0	13.0	15.0	3.00
	x_3 – гліцерину	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	0.30

Для проведення ротатбельного центрального композиційного планування другого порядку на основі повнофакторного експерименту виду 2^3 складено матрицю (*табл. 2*).

Заплановано отримати квадратичну регресійну модель з ефектами взаємодії 1-го порядку:

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + \dots + b_{33}x_3^2, \quad (4)$$

де y – цільова функція (свіжість хлібобулочних виробів);
 $b_0, b_1, \dots, b_3, b_{13}, \dots, b_{23}, b_{11}, \dots, b_{33}$ – коефіцієнти регресії.

Для визначення точкових оцінок $b_0, b_1, \dots, b_3, b_{13}, \dots, b_{23}, b_{11}, \dots, b_{33}$ використано метод найменших квадратів [16]:

$$B = Y \Phi^{-1}, \quad (5)$$

$$\text{де } B = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \dots \\ b_k \end{bmatrix} \quad \text{– матриця з коефіцієнтами регресії};$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_N \end{bmatrix} \quad \text{– матриця з результатами експериментів за матрицею планування (див. табл. 2);}$$

$\Phi = F^T F$ – інформаційна матриця Фішера;

$$F = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,1} & \dots & x_{1,k} \\ 1 & x_{2,1} & \dots & x_{2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{N,1} & \dots & x_{N,k} \end{bmatrix} \quad \text{– матриця, що містить значення факторів } x_{ij},$$

де i – номер дослідження за матрицею планування;

j – номер фактора;

k – кількість факторів;

N – кількість досліджень за матрицею планування (див. табл. 2).

Адекватність регресійної моделі перевірено за критерієм Фішера [17]:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{vidm}^2} \leq [F(f_1, f_2)], \quad (6)$$

де S_{ad}^2 – дисперсія адекватності; S_{vidm}^2 – дисперсія відтворюваності;

$[F(f_1, f_2)]$ – критичне значення критерію Фішера, яке дорівнює значенню розподілу Фішера;

$f_1 = N - d$ – кількість ступенів вільності дисперсії адекватності;

$f_2 = N_0 - 1$ – кількість ступенів вільності дисперсії відтворюваності;

d – кількість значимих коефіцієнтів регресії (4).

Розрахункове значення критерію F порівнювалося з критичним, і в разі $F > [F(f_1, f_2)]$ регресійна модель вважалася неадекватною.

Дисперсію адекватності визначено за формулою [15]:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{f_1} \sum_{i=1}^N (y_i - \tilde{y}_i)^2, \quad (7)$$

Таблиця 2

Матриця планування експерименту

Номер досліджу	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	X_1^2	X_2^2	X_3^2	Y
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	62.5
2	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	62.1
3	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	42.9
4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	43.8
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	57.2
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	67.4
7	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	42.9
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	44.9
9	+1	-1.681	0	0	0	0	0	+2.83	0	0	56.8
10	+1	+1.681	0	0	0	0	0	+2.83	0	0	54.4
11	+1	0	-1.681	0	0	0	0	0	+2.83	0	39.6
12	+1	0	+1.681	0	0	0	0	0	+2.83	0	66.2
13	+1	0	0	-1.681	0	0	0	0	0	+2.83	64.5
14	+1	0	0	+1.681	0	0	0	0	0	+2.83	55.3
15	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.4
16	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.6
17	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63.2
18	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63.8
19	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66.5
20	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62.7
b_i	64.85172	-1.22535	8.743932	-1.21296	-0.8625	1.4625	0.1375	-3.80668	-4.76037	-2.28783	
β_i	-107.038	1.141301	13.70105	89.25771	-0.07221	1.224496	0.155417	-0.23609	-0.53807	-25.8594	
t	105.0057	-2.99456	21.36883	-2.96428	-1.61325	2.735517	0.257185	-9.55269	-11.9459	-5.74121	$[t]=2.571$

де y_i – результат i -го дослідження, проведеного за матрицею планування;
 \tilde{y}_i – результат i -го значення дослідження, передбаченого за допомогою
 регресійної моделі (4).

Значимість коефіцієнтів регресії оцінено за t -критерієм Стьюдента [17]:

$$t_i = \frac{|b_i|}{S_{\text{відм}} \sqrt{c_{i,i}}} > [t(f_2)] \quad (8)$$

де $[t(f_2)]$ – критичне значення t -критерію Стьюдента, яке рівне значенню розподілу Стьюдента;
 $c_{i,i}$ – відповідний елемент матриці Φ^{-1} .

Розрахункове значення критерію t_i порівнювалося з критичним, і в разі $|t| \leq [t(f_2)]$ i -й коефіцієнт регресії вважався незначним.

Кількість повторних дослідів у кожній точці плану експерименту визначено за формулою [16]:

$$n \geq \frac{1 + \gamma + 2n_{\text{відк}}}{1 - \gamma} \quad (9)$$

де γ – довірна ймовірність того, що похибка вимірювання перебуває в допустимих межах;
 $n_{\text{відк}}$ – число вимірювань, що відкидається.

Згідно з рекомендацією авторів [17] довірна ймовірність під час нормування квантильної оцінки результуючої та випадкової похибок вимірювальної техніки вибирається в межах (0.8–0.9), тоді при $n_{\text{відк}} = 0$.

$$n \geq \frac{1+(0.8...0.9)}{1-(0.8...0.9)} = 9...19$$

Плівкоутворювальні розчини з концентрацією сухих речовин від 7 до 28 % наносили на хлібобулочні вироби відразу після випікання в кількості 10 ± 0.5 г розчину на поверхню формового виробу масою 250 ± 3 г. При цьому колоїдний розчин розподілявся по поверхні площею приблизно 430×10^{-4} м², утворюючи плівку товщиною 0.7 ± 0.01 мм.

Визначено основні органолептичні показники хлібобулочних виробів: форма, стан поверхні, колір, стан м'якучки, смак і запах, розжовуваність. Найбільшим коефіцієнтом вагомості обрано смак і запах (0.2), а також розжовуваність (0.4), оскільки їстівне покриття, нанесене на хлібобулочні вироби, не повинно змінювати органолептичних показників, а також не відчуватись під час розжовування. Контролем слугували хлібобулочні вироби без покриття (K_1) і в ПЕ пакеті (K_2).

Результати дослідження. Результати зведених дегустаційних оцінок і розрахунок загального показника якості їстівних покриттів наведено в табл. 3.

Органолептична оцінка хлібобулочних виробів
за 5-бальною шкалою [18]

Зразок	Форма	Поверхня	Колір	Стан м'якушки	Смак і запах	Розжовуваність	Узагальнений показник якості
	коефіцієнт вагомості						
	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	
К ₁ (без покриття)	4.8±0.1	4.8±0.1	4.9±0.2	5.0±0.2	5.0±0.1	5.0±0.1	4.95
К ₂ (в ПЕ пакеті)	4.9±0.1	4.8±0.1	4.9±0.2	5.0±0.2	5.0±0.2	5.0±0.1	4.96
Зразок 1 (з їстівним покриттям)	4.9±0.1	5.0±0.1	5.0±0.1	5.0±0.2	5.0±0.2	5.0±0.1	4.99

Хлібобулочні вироби з їстівним покриттям відзначалися високими смаковими та текстурними характеристиками. Отже, встановлено, що розроблене їстівне покриття не погіршує органолептичних властивостей хлібобулочних виробів.

Одним із процесів, що найбільш інтенсивно відбувається під час зберігання хлібобулочних виробів, є зміна структурно-механічних властивостей їхньої м'якушки. За рахунок нанесення їстівного покриття покращується загальна, пластична й пружна деформація м'якушки, що сприяє подовженню свіжості хліба, і його черствіння через 48 год зменшується на 10.2 %. Це можна пояснити тим, що покриття стримує втрату вологи під час зберігання хліба. Встановлено, що через 48 год зберігання зниження водопоглинальної здатності виробів з їстівним покриттям становить 9 % до початкового значення, тоді як в контрольному зразку (без покриття) 19.6 %, що свідчить про уповільнення старіння гідроколоїдів виробів. Результати значення вологості хліба свідчать про те, що нанесення їстівного покриття затримує процес втрати вологи і, як наслідок, усихання хліба під час зберігання [14].

У табл. 2 наведено матрицю планування експерименту для функції відгуку – свіжості хлібобулочних виробів, а відповідне рівняння регресії, згідно з проведеним багатofакторним експериментом для кодованих значень, має вигляд:

$$y = 64.85 - 1.225 x_1 + 8.744 x_2 - 1.213 x_3 - 0.8625 x_1 x_2 + 1.463 x_2 x_3 + 0.1375 x_2 x_3 - 3.807 x_1^2 - 4.76 x_2^2 - 2.288 x_3^2. \quad (10)$$

За критерієм Стьюдента виявилися значимими всі фактори, ефект взаємодії 1-го порядку x_1x_3 та квадратичні ефекти. Після відкидання факторів із незначимими коефіцієнтами регресії (-1.61325 ; 0.257185) рівняння регресії для функції відгуку – свіжості хлібобулочних виробів в кодованих значеннях має вигляд:

$$y = 64.85 - 1.225 x_1 + 8.744 x_2 - 1.213 x_3 + 1.463x_1x_3 - 3.807x_1^2 - 4.76x_2^2 - 2.288x_3^2. \quad (11)$$

Для дійсних значень факторів рівняння регресії для функції відгуку – свіжості хлібобулочних виробів, таке:

$$W = 1.141 C_k + 13.7 C_{жс} + 89.26 C_2 + 1.224 C_k C_2 - 0.2361 C_k^2 - 0.5381 C_{жс}^2 - 25.86 C_2^2 - 107. \quad (12)$$

При цьому $S_{відм}^2 = 2,29$; $S_{ад}^2 = 10,3$; $F = 4,502 < [F] = 4,542$.

Отже, за критерієм Фішера гіпотезу про адекватність регресійної моделі можна вважати правильною з 95 %-вою достовірністю. Коефіцієнт кореляції становить $R=0.9749$, що свідчить про високу точність одержаних результатів.

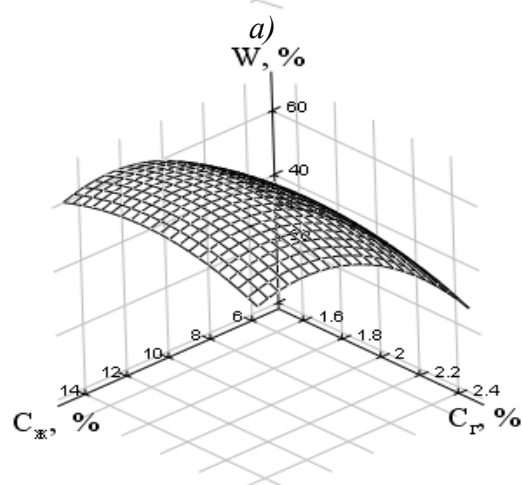
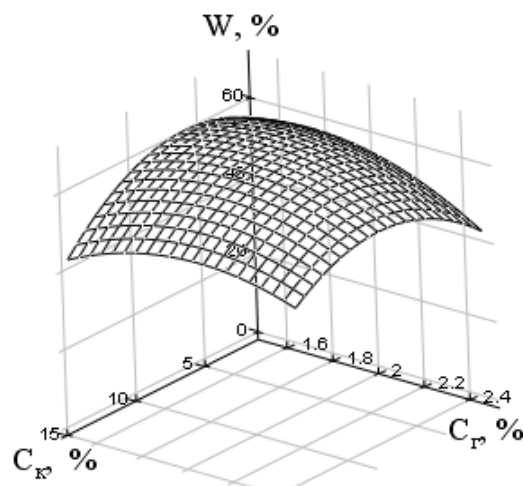
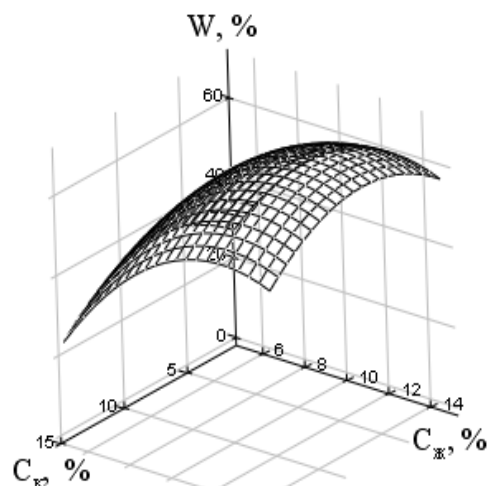
За критерієм Стьюдента (див. *табл. 1*) найбільшою мірою на свіжість хлібобулочних виробів впливає концентрація желатину, а найменшою – концентрація гліцерину.

Отримане рівняння регресії (12) уможливило провести оптимізацію складу покриття з максимальними значеннями функції відгуку – свіжості хлібобулочних виробів.

За допомогою пакету прикладних програм MathCAD проведено оптимізацію функції відгуку – свіжості хлібобулочних виробів – шляхом її максимізації.

Встановлено, що найбільша свіжість хлібобулочних виробів 69.17 % забезпечується для таких оптимальних концентрацій (%) складу покриття: крохмалю – 7.3; желатину – 12.7; гліцерину – 1.9. Решта становить вода – 78.1 %.

На *рисунку* показано поверхні відгуків цільової функції – свіжості хлібобулочних виробів та їх двомірні перерізи в площинах параметрів впливу, які наглядно ілюструють залежність цієї цільової функції від окремих параметрів впливу.



Поверхні відгуків цільової функції –
свіжості хлібобулочних виробів
та їх двомірні перерізи в площинах
параметрів впливу:

- а) $C_к - C_ж$;
б) $C_к - C_г$;
в) $C_ж - C_г$

Висновки. Проведено параметричну оптимізацію цільової функції – свіжості хлібобулочних виробів – на основі результатів структурно-механічних показників якості, яка уможливила отримати оптимальні значення складу покриття. При цьому найбільша свіжість хлібобулочних виробів – 69.17 % від початкової забезпечується за таких концентрацій складових покриття, %: крохмалю – 7.3; желатину – 12.7; гліцерину – 1.9. Решта становить вода – 78.1 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Великий тлумачний словник сучасної української мови*. Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Київ ; Ірпінь : ВТФ "Перун", 2001. С. 1107.
2. *Арсеньєва Л. Ю., Шульга О. С., Чорна А. І., Каржевська О. М.* Сучасні напрямки подовження зберігання хлібобулочних виробів : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. "Формування і оцінювання асортименту, властивостей та якості продовольчих товарів" (23 груд. 2014, м. Львів). Львів. 2014. С. 204–205.
3. *McHugh T. H., Senesi E.* Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf-life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*. 2000. Vol. 65. P. 480–485.

4. Пучкова Л. И., Поландова Р. Д., Матвеева И. В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. В 3-х ч. Ч. 1. Технология хлеба. СПб. : ГИОРД, 2005. 559 с.
5. *Palvath A. E., Orts W. Edible Films and Coatings: Why, What and How?* N-Y. : Springer, 2009. 237 p.
6. *Williams P. A., Philips G. O. Handbook of hydrocolloids.* N-Y. : Woodhead Publ. Ltd, 2000. P. 155–168.
7. *Park H. J., Zeuthen P., Bogh-Sorensen L. (Eds.) Edible coatings for fruits. Food Preservation Techniques.* Cambridge, England : Woodhead Publ. Ltd, 2003. 400 p.
8. Кобріна Л. В., Бойко В. В., Дмитрієва Т. В., Бортницький В. В., Прокопів Т. М., Рябов С. В., Гончар М. В. Вплив фізичних чинників і культур мікроорганізмів на деградацію сегментованого поліуретану. Полімерний журн. 2016. Т. 38, № 3. С. 236–243.
9. Лисюк Г. М., Самохвалова О. В., Неміріч О. В. Їстівні покриття як спосіб подовження терміну зберігання хлібобулочних виробів. Хлебопекарное и кондитерское дело : произв.-практический журн. 2011. № 5. С. 20–22.
10. Шериева М. Л., Шустов Г. Б., Шутов Р. А. Биоразлагаемые композиции на основе крахмала. Пластические массы. 2004. № 10. С. 29–32.
11. Снежко А. Г., Федотова А. В., Евстафьева Е. А. Новые упаковочные наноматериалы и перспективы их использования. Мясная индустрия. 2008. № 8. С. 20–21.
12. *Tharanathan R. N., Saroja N. Hydrocolloid-based packa-ging films – alternate to synthetic plastics.* Journal of Scientific and Industrial Research. 2001. N 60. P. 547–559.
13. *Ramos Ó L., Santos A. C., Leão M. V., Pereira J. O., Silva S. I., Fernandes J. C., Malcata F. X. Antimicrobial activity of edible coatings prepared from whey protein isolate and formulated with various antimicrobial agents.* International Dairy Journal. 2012. Vol. 25 (2). P. 132–141.
14. Чорна А. І., Шульга О. С., Арсеньєва Л. Ю. Оцінка якості полімерних пакувальних матеріалів для хлібобулочних виробів. Товарознавчий вісн. : зб. наук. пр. Вип. 9. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2016. С. 157–166.
15. Березюк О. В. Планування багатofакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів. Вібрації в техніці та технологіях. 2009. № 3 (55). С. 92–97.
16. Левшина Е. С., Новицкий П. В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи) : учеб. пособ. для вузов. Л. : Энергоатомиздат, 1983. 320 с.
17. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л. : Энергоатомиздат, 1985. 114 с.
18. Черная А. И., Шульга О. С., Арсеньева Л. Ю., Грегирчак Н. Н., Покоевец Е. Ю. Оценка органолептических и микробиологических показателей качества пшеничного хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотические микроорганизмы. Вопросы питания. 2017. Т. 86, № 3. С. 101–107.

Стаття надійшла до редакції 26.03.2018.

Chorna A. Optimization of the composition of the edible coating to preserve the freshness of bakery products.

Background. Various methods that contribute to the preservation of freshness of bakery products such as introduction of certain substances into the formulation; preparation of a dough with an extended process of fermentation, selection of optimal packing material, etc are known. One way to prevent the evaporation of moisture through the crust of bakery products is to create a barrier in the form of a thin film of edible coating [1–3].

Analysis of recent research and publications. Today, the following domestic and foreign scientists are studying ways to create biodegradable polymeric materials for food products: S. V. Ryabov [8], G. M. Lysyuk [9], M. L. Sherieva [10], A. G. Snezhko [11], R. N. Tharanathan [12], O. Ramos [13] and others.

The aim is to optimize the composition of the edible coating for bakery products, which preserves their freshness and does not alter the organoleptic properties for a certain shelf life.

Material and methods. The criterion of optimization of bakery products is the freshness, which is determined by the results of structural and mechanical indicators of quality (plastic, elastic and general deformation of the crumb) of the studied bakery products during storage. Preservation of freshness of bakery products with edible coating relative to the control sample (without coating) 69 % was pre-established [14]. A multivariate experiment was conducted to obtain a regression equation for the response functions – the freshness of bakery products through the planning of a multifactorial experiment of species 2^3 by the Boxes-Wilson method [15].

Results. It was established that the developed edible coating does not aggravate the organoleptic properties of bakery products. The results of the value of the moisture content of the bread indicate that the application of edible coating delayed the process of loss of moisture and, as a consequence, the loss of bread during storage.

According to Fisher's criterion, the hypothesis about the adequacy of a regression model can be considered correct with 95 % confidence. The correlation coefficient is $R = 0.9749$, which indicates the high accuracy of the results.

According to Student's criterion, the freshness of bakery products is most influenced by the gelatin concentration, and the least by the glycerin concentration.

Conclusion. The parametric optimization of the target function – the freshness of bakery products – was carried out on the basis of the results of structural and mechanical indicators of quality, which made it possible to obtain optimal values of the composition of the coating. The greatest freshness of bakery products – 69.17 % of the original, was provided with such concentrations of coating components, %: starch – 7.3; gelatin – 12.7; glycerin – 1.9. The rest is water – 78.1 %.

Keywords: edible coating, freshness, bakery products, optimization, multifactorial experiment

REFERENCES

1. *Velykyj tlumachnyj slovnyk suchasnoi' ukrai'ns'koi' movy.* Uklad. i golov. red. V. T. Busel. Kyi'v ; Irpin' : VTF "Perun", 2001. S. 1107.
2. *Arsen'jeva L. Ju., Shul'ga O. S., Chorna A. I., Karzhevs'ka O. M.* Suchasni naprjamky podovzhennja zberigannja hlibobulochnyh vyrobiv : materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Formuvannja i ocinjuvannja asortymentu, vlastyvošej ta jakosti prodovol'chyh tovariv" (23 grud. 2014, m. L'viv). L'viv. 2014. S. 204–205.
3. *McHugh T. H., Senesi E.* Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf-life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science.* 2000. Vol. 65. P. 480–485.

4. *Puchkova L. I., Polandova R. D., Matveeva I. V.* Tehnologija hleba, konditerskih i makaronnyh izdelij. V 3-h ch. Ch. 1. Tehnologija hleba. SPb. : GIORD, 2005. 559 s.
5. *Palvath A. E., Orts W.* Edible Films and Coatings: Why, What and How? N-Y. : Springer, 2009. 237 p.
6. *Williams P. A., Philips G. O.* Handbook of hydrocolloids. N-Y. : Woodhead Publ. Ltd, 2000. P. 155–168.
7. *Park H. J., Zeuthen P., Bogh-Sorensen L. (Eds.)* Edible coatings for fruits. Food Preservation Techniques. Cambridge, England : Woodhead Publ. Ltd, 2003. 400 p.
8. *Kobrina L. V., Bojko V. V., Dmytrijeva T. V., Bortnyč'kyj V. V., Prokopiv T. M., Rjabov S. V., Gonchar M. V.* Vplyv fizychnyh chynnykiv i kul'tur mikroorganizmiv na degradaciju segmentovanogo poliuretanu. Polimernyj zhurn. 2016. T. 38, № 3. S. 236–243.
9. *Lysjuk G. M., Samohvalova O. V., Njemirich O. V.* I'stivni pokryttja jak sposib podovzhennja terminu zberigannja hlibobulochnyh vyrobiv. Hlebopekarnoe y kondyterskoe delo : proyzv.-praktycheskyj zhurn. 2011. № 5. S. 20–22.
10. *Sherieva M. L., Shustov G. B., Shutov R. A.* Biorazlagaemye kompozicii na osnove krahmala. Plasticheskie massy. 2004. № 10. C. 29–32.
11. *Snezhko A. G., Fedotova A. V., Evstaf'eva E. A.* Novye upakovochnye nanomaterialy i perspektivy ih ispol'zovanja. Mjasnaja industrija. 2008. № 8. S. 20–21.
12. *Tharanathan R. N., Saroja N.* Hydrocolloid-based packa-ging films – alternate to synthetic plastics. Journal of Scientific and Industrial Research. 2001. N 60. P. 547–559.
13. *Ramos Ó L., Santos A. C., Leão M. V., Pereira J. O., Silva S. I., Fernandes J. C., Malcata F. X.* Antimicrobial activity of edible coatings prepared from whey protein isolate and formulated with various antimicrobial agents. International Dairy Journal. 2012. Vol. 25 (2). P. 132–141.
14. *Chorna A. I., Shul'ga O. S., Arsen'jeva L. Ju.* Ocinka jakosti polimernyh pakuval'nyh materialiv dlja hlibobulochnyh vyrobiv. Tovaroznavchyj visn. : zb. nauk. pr. Vyp. 9. Luc'k : RVV Luc'kogo NTU, 2016. S. 157–166.
15. *Berezjuk O. V.* Planuvannja bagatofaktornogo eksperymentu dlja doslidzhennja vibracijnogo gidropryvodu ushil'ennja tverdyh pobutovyh vidhodiv. Vibracii' v tehnici ta tehnologijah. 2009. № 3 (55). S. 92–97.
16. *Levshina E. S., Novickij P. V.* Jelektricheskie izmerenija fizicheskikh velichin: (Izmeritel'nye preobrazovateli) : ucheb. posob. dlja vuzov. L. : Jenergoatomizdat, 1983. 320 s.
17. *Novickij P. V., Zograf I. A.* Ocenka pogreshnostej rezul'tatov izmerenij. L. : Jenergoatomizdat, 1985. 114 s.
18. *Chernaja A. I., Shul'ga O. S., Arsen'eva L. Ju., Gregirchak N. N., Pokoevec E. Ju.* Ocenka organolepticheskikh i mikrobiologicheskikh pokazatelej kachestva pshenichnogo hleba so sjedobnym pokrytiem, soderzhashhim probioticheskie mikroorganizmy. Voprosy pitaniya. 2017. T. 86, № 3. S. 101–107.

УДК 641.87:613.2]:678.048

РУДАВСЬКА Ганна,

д. с.-г. н., професор кафедри товарознавства,

управління безпечністю та якістю

Київського національного торговельно-економічного університету

ХАХАЛЄВА Ірина,

аспірант кафедри товарознавства,

управління безпечністю та якістю

Київського національного торговельно-економічного університету

ПІДВИЩЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ НАПОЇВ АНТИСТРЕСОВОЇ ДІЇ

Проаналізовано взаємозв'язок антиоксидантної та антистресової систем захисту організму людини. Визначено роль екзогенних антиоксидантів у системі захисту організму людини від стресу. Доведено наявність антиоксидантної активності (АоА) сухого екстракту цикорію та обґрунтовано шляхи її підвищення в сухих сумішах для відновлених напоїв антистресової дії.

Ключові слова: стрес, вільнорадикальне окиснення, антиоксидантна активність, сухий екстракт цикорію, сухі суміші для відновлених напоїв антистресової дії.

Рудавакская А., Хахалева И. Повышение антиоксидантной активности восстановленных напитков антистрессового действия. Проанализирована взаимосвязь антиоксидантной и антистрессовой систем защиты организма человека. Определена роль экзогенных антиоксидантов в системе защиты организма человека от стресса. Доказано наличие антиоксидантной активности (АоА) в сухом экстракте цикория и обоснованы пути ее повышения в сухих смесях для восстановленных напитков антистрессового действия.

Ключевые слова: стресс, свободнорадикальное окисление, антиоксидантная активность, сухой экстракт цикория, сухие смеси для восстановленных напитков антистрессового действия.

Постановка проблеми. Стрес є особливим функціональним станом, що виникає унаслідок реакції організму на екстремальний вплив, який сприймається як загрозливий для життя і здоров'я людини. Стрес виникає як комплексна реакція організму із залученням біохімічних, гуморальних, вегетативних, поведінкових, емоційних та інших психічних процесів [1]. Поняття "стрес" увів у біологію канадський фізіолог Ганс Сельє, коли в 1936 р. у статті, опублікованій в журналі *Nature*, охарактеризував його як "загальний адаптаційний синдром",

або "загальну неспецифічну нейрогормональну реакцію організму на будь-яку пред'явлену йому вимогу" [2]. "Неспецифічною" є реакція, яка виявляється в адаптації до виниклої ситуації. Тобто, крім специфічної реакції (кожна пред'явлена організму вимога є своєрідною або специфічною), виникає неспецифічна потреба здійснити пристосувальні функції для відновлення гомеостазу, які і є сутністю стресу [3].

На фізіологічному рівні розрізняють еустрес (активізуються психічні процеси, емоції носять стеничний характер) та дистрес (такий, що виходить за межі адаптації, порушує гомеостаз і може стати причиною захворювань). Головну роль при цьому відіграє нейрогуморальна система організму, яка представлена стрес-реалізуючими та стрес-лімітуючими системами. Останні обмежують надмірні прояви стресу, що можуть посилити його негативні наслідки [4].

Невід'ємним супутником дистресу є зсув редокс-рівноваги в організмі в бік вільнорадикального окиснення (ВРО) і утворення пероксидів ліпідів, що в сучасній науці дістало назву "оксидативний стрес" [5]. У біологічних системах найактивнішими є вільні радикали та іон-радикали, що містять неспарені електрони в атомах Оксигену, Нітрогену, Сульфуру чи Хлору й утворюють так звані активні форми кисню (АФК), азоту (АФА), сірки (АФС) і хлору (АФХ).

Найбільш поширена реакція клітини на стресові події – це посилення продукування енергії електрон-транспортними системами мітохондрій і мікросом зі збільшенням споживання кисню. Унаслідок бурхливого посилення окисних реакцій утворюється велика кількість АФК, які потребують антиоксидантного обмеження. Вони виникають у разі прямого пошкодження клітинних мембран. Активація ВРО і ліпідної пероксидації є незмінним і обов'язковим компонентом клітинної відповіді на дію стресорів. Утворенню радикалів сприяють незадовільна екологія, низький рівень життя, шкідливі звички, воєнні конфлікти тощо. Якщо активація ВРО відіграє важливу роль у механізмі стресу, то *системи антиоксидантного захисту*, які є на всіх рівнях структури організму, *виступають як найважливіша внутрішня сила протидії стресовим ушкодженням* і порушенням. Водночас антиоксидантні механізми, безпосередньо задіяні у стрес-реакції, є її невід'ємною частиною, завдяки чому стрес, власне, і є адаптивною реакцією [1; 5; 6].

Введення антиоксидантів ззовні, з харчовими продуктами та фармпрепаратами, поповнює їх ендogenousні резерви, збільшує захисну активність системи, забезпечує утримання стресу у фізіологічних межах. Антиоксиданти містяться в організмі всюди, де є певна небезпека виникнення окисного вибуху. Проте, незважаючи на потужну ендogenousну систему організму людини, для підтримки адекватного антиоксидантного статусу й концентрації вільних радикалів на низькому рівні потрібно щодня вживати функціональні харчові продукти направленої фізіологічної дії, багаті на антиоксиданти [7; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Т. М. Лозова, І. В. Сирохман [9] у своїх роботах науково обґрунтували використання природної нетрадиційної сировини з антиоксидантними властивостями з метою поліпшення якості борошняних кондитерських виробів. Л. О. Павліш [10] досліджувала можливості розширення асортименту безалкогольних напоїв антистресового спрямування.

Авторами разом із фахівцями Інституту "Фітотерапії" Ужгородського національного університету, відповідно до Договору про співробітництво, поставлено за мету розробити рецептури сухих сумішей для відновлених напоїв антистресової дії на основі сухого екстракту цикорію (*Cichorium intybus* L.) та сухого молока. Таке поєднання складових уможливило отримати напої високої біологічної цінності (завдяки вмісту в сухому молоці повноцінних білків та інших біологічно активних речовин, а також низки речовин з високими антиоксидантними властивостями в сухих екстрактах цикорію) та створити напої з відмінними органолептичними властивостями [11].

Одним із важливих завдань для досягнення поставленої мети є підсилення природних антиоксидантних й антистресових властивостей основної сировини за рахунок збагачення сухих сумішей для відновлених напоїв екстрактами лікарської рослинної сировини (ЛРС) – меліси (*Melissa officinalis* L.), собачої кропиви трави (*Leonurus cardiaca* L.), а також вітамінами групи В (тіаміном і піридоксином) та аскорбіновою кислотою. Для розширення асортименту напоїв, відповідно до уподобань споживачів, розроблено рецептури сухих сумішей для відновлених напоїв з додаванням какао-порошку або натуральної розчинної кави, які також містять у своєму складі антиоксиданти.

За результатами досліджень і медико-клінічної апробації, отримано підтвердження щодо фізіологічної антистресової дії розроблених сухих сумішей для відновлених напоїв лінії "Цикорлакт" – "Звіт про результати медико-клінічних досліджень від 5 грудня 2017 р." згідно з договором про співробітництво між Науково-дослідним інститутом фітотерапії ДВНЗ "Ужгородський національний університет" та Київським національним торговельно-економічним університетом.

Мета роботи – обґрунтування використання сухих екстрактів ЛРС – меліси (*Melissa officinalis* L.) та собачої кропиви трави (*Leonurus cardiaca* L.), вітамінів групи В (тіаміну й піридоксину) та аскорбінової кислоти для підвищення антиоксидантних і антистресових властивостей розроблених сухих сумішей для відновлених напоїв.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – сухий екстракт цикорію та розроблені сухі суміші для відновлених напоїв антистресової дії: "Цикорлакт заспокійливий" (Цикорлакт № 1), "Цикорлакт заспокійливий з кавою" (Цикорлакт № 2), "Цикорлакт заспокійливий з какао" (Цикорлакт № 3), які виготовлено на базі ТДВ "Славутський цикорісушильний завод".

Антиоксидантну активність визначено за методом Семенова, Ярош [12–14], який базується на кінетиці окиснення відновленої форми 2,6-дихлорфеноліндофенолу (фарба Тільманса) киснем з повітря в присутності та відсутності (контроль) досліджуваного продукту, а також величини розрахунку константи інгібування (K_i) досліджуваним продуктом окиснення зазначеного реактиву як показника антиоксидантної активності. 2,6-дихлорфеноліндофенол використовується також як індикатор для визначення вмісту кислоти аскорбінової в рослинній сировині, яку використано в роботі як еталон для порівняння [15].

Досліджувані продукти з реагентами термостатували при $t = 37^\circ\text{C}$. Швидкість окиснення визначено за кількісним вимірюванням їх оптичної густини (D_t) кожні 30 с протягом 5 хв за довжини хвилі 510 нм на спектрофотометрі СФ-26. Результати АоА досліджуваних продуктів вираховано у відсотках відносно значення АоА аскорбінової кислоти.

Паралельно проведено вимірювання оптичної густини реакційного середовища D_∞ (води), яке не містить досліджуваних продуктів і FeSO_4 . Завдяки тому що в описаних умовах окиснена форма 2,6-дихлорфеноліндофенолу є єдиним продуктом окиснення його відновленої форми, константу швидкості цього окиснення визначено як тангенс кута нахилу прямої на графіку залежності натурального логарифму $\Delta D_t \approx D_\infty - D_t$ від часу.

Як показник АоА досліджуваних продуктів використано значення константи інгібування (K_i) окиснення 2,6-дихлорфеноліндофенолу, яку обчислено як різницю констант швидкості його окиснення в контрольному та дослідному варіанті ($\text{л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{хв}^{-1}$), поділену на концентрацію досліджуваних продуктів у кюветі, л/г. Тобто K_i досліджуваним продуктом реакції окиснення лінійно залежить від концентрації антиоксидантів. Фактично графік відображає залежність кількості поглинутого кисню при різних швидкостях ініціювання.

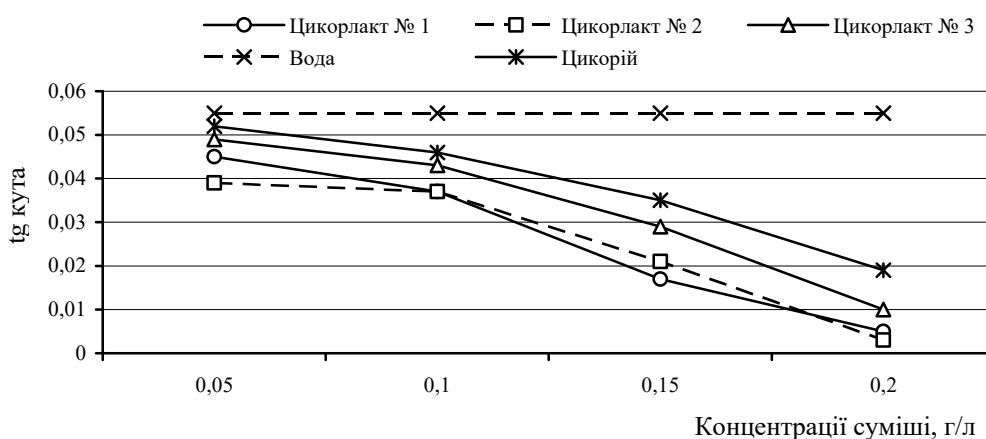
Результати дослідження. Вміст *сухого екстракту цикорію* залежно від рецептури складає 15–25 %. Основними діючими речовинами коренів цикорію є вуглеводи: фруктозани та їх біополімер інулін – 61 %. Окрім інуліну, цикорій містить глюкофруктозани; глікозид інтибін; органічні, фенолкарбонові кислоти та їх похідні: фенілоцтову, хлорогенову (до 5.5 %), неохлорогенову, ізохлорогенову та ін.; ефірну олію, до складу якої входять *n*-пентадеканова, лінолева, пальмітинова, олеїнова, ліноленова кислоти; стерини: α -амірин, тараксастерол, β -ситостерол; холін, конденсовані дубильні речовини; α - та β -каротини, аскорбінова кислота, тіамін, рибофлавін і ніацин [16; 17]. Інулін, хлорогенова кислота в синергії з каротинами та вітамінами і надають цикорію антиоксидантних властивостей.

Основною сировиною сухих сумішей є *сухе молоко* (майже 60 %). Амінокислоти, що ідентифікуються в сухому молоці, містять сульфгідрильні та гідроксильні групи, такі як цистеїн, фенілаланін,

пролін, які інактивують вільні радикали. При цьому відбувається конкуренція між білковими сполуками та ліпідами за високо-реакційноздатні радикали. Взаємні перетворення в системі "цистин – цистеїн" визначають активну участь цих амінокислот в окисно-відновних реакціях біохімічних процесів дихання, обміну речовин і нервової діяльності живих організмів [18].

При обробці результатів для отримання достовірних результатів АоА досліджуваного продукту окиснення проведено паралельно за декількома його концентраціями в кюветі. При цьому для кожного досліджуваного продукту на побудованому графіку знаходять лінійну ділянку залежності константи швидкості окиснення (*тангенс кута нахилу прямої на графіку*) досліджуваного продукту від його концентрації.

На *рисунку* зображено залежність констант швидкості окиснення досліджуваних продуктів, а саме – сухого екстракту цикорію та сухих сумішей для відновлених напоїв антистресової дії лінії "Цикорлакт" від швидкостей їх окиснення.



Кінетичні криві поглинання кисню сухим екстрактом цикорію та сумішами лінії "Цикорлакт"

Лінійна ділянка залежності константи швидкості окиснення досліджуваного продукту від його концентрації спостерігається при 0.10–0.15 г/дм³. Що менша концентрація сухої суміші у відновленому напої, то більше його константа окиснення наближена до води. Константа окиснення при концентрації 0.2 г сухої суміші на літр відновленого напою свідчить про його найвищу антиоксидантну активність, тобто найменшу швидкість окиснення. Ця залежність дає змогу вибрати раціональну концентрацію сухої суміші для подальших розрахунків і рекомендувати мінімальну концентрацію для споживання чи внесення сухого екстракту цикорію та сухих сумішей до складу рецептур.

Для обрахування відсоткових значень АоА цикорію і напоїв натуральні величини цього показника піддано співставленню з антиоксидантною активністю аскорбінової кислоти. Результати визначення АоА надано в *таблиці*.

Антиоксидантна активність цикорію та сухих сумішей для відновлених напоїв

Досліджуваний зразок	Антиоксидантна активність	
	%	л·г ⁻¹ ·хв ⁻¹
Аскорбінова кислота	100.00	0.82±0.02
"Цикорлакт заспокійливий"	28.05	0.23±0.02
"Цикорлакт заспокійливий з кавою"	26.83	0.22±0.02
"Цикорлакт заспокійливий з какао"	24.31	0.20±0.01
Сухий екстракт цикорію	14.52	0.12±0.01

На підставі досліджень можна констатувати, що збагачення розроблених сухих сумішей екстрактами ЛРС і вітамінами, зокрема аскорбіновою кислотою, уможливує значно підвищити АоА відновлених напоїв. Ці добавки є інгібіторами, що обривають ланцюги за реакцією з пероксидними радикалами. Найвищий ефект при цьому досягнуто в напої "Цикорлакт заспокійливий", АоА якого вдвічі вищий за сухий екстракт цикорію.

Антиоксидантна активність напоїв "Цикорлакт заспокійливий з кавою" та "Цикорлакт заспокійливий з какао" дещо нижча (містить менший вміст сухого екстракту цикорію в рецептурах), але також зросла в 1.84 і 1.67 раза відповідно.

Висновки. Експериментально доведено, що використання у складі рецептур розроблених сухих сумішей для відновлених напоїв анти-стресової дії сухих екстрактів ЛРС – меліси (*Melissa officinalis* L.) та собачої кропиви трави (*Leonurus cardiaca* L.), вітамінів групи В (тіаміну й піридоксину) та аскорбінової кислоти підвищує їх антиоксидантну активність. Найвищою вона є в напої "Цикорлакт заспокійливий" – 28.05 %, що вдвічі вище порівняно з АоА сухого екстракту цикорію. Для сухих сумішей з додаванням кави та какао-порошку підвищення антиоксидантної активності відбувається на 12.3 та 9.8 % відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Китаев-Смык Л. А.* Психология стресса. Психологическая антропология стресса. М. : Академический проект. 2009. 943 с.
2. *Селье Г.* Очерки об адаптационном синдроме : пер. с англ. ; вступ. ст. М. Г. Дурмишьяна. М. : Медгиз. 1960. 254 с.
3. *Барабой В. А., Резніков О. Г.* Фізіологія, біохімія і психологія стресу. Київ : Інтерсервіс. 2013. 314 с.
4. *Соколова Е. Д., Березин Ф. Б., Барлас Т. В.* Эмоциональный стресс: психологические механизмы, клинические проявления, терапия. *Materia Medica.* 1996. № 1 (9). С. 5–25. URL : http://berezinfb.su/emocionalnyj_stress_i_stressoustojchivost/emocionalnyj_stress.
5. *Резніков О. Г., Полумбрик О. М., Бальон Я. Г., Полумбрик М. О.* Про- та антиоксидантна системи і патологічні процеси в організмі людини. Вісн. НАН України. 2014. № 10. С. 17–29.

6. Fisher-Wellman K., Bell H. K., Bloomer R. J. Oxidative stress and antioxidant defense mechanisms linked to exercise during cardiopulmonary and metabolic disorder. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2009. Vol. 2. P. 43–51.
7. Рудавська Г. Б., Хахалева І. В. Вплив антиоксидантної активності харчових продуктів на антистресову резистентність організму людини. Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences: int.research and practice conference (27–28.12.2017). Radom, Poland. 2017. P. 196–200.
8. Рудавська Г. Б., Хахалева І. В., Чикун Н. Ю. Місце цикорних напоїв в умовах посиленних стресових навантажень. Стратегічні пріоритети розвитку внутрішньої торгівлі України на інноваційних засадах : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (02–03.11.2017). Львів : Вид-во ЛТЕУ, 2017. С. 311–312.
9. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукове обґрунтування поліпшення споживаних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини : монографія. Львів : Львів. торг.-екон. ун-т, 2017. 328 с.
10. Павліш Л. О. Формування асортименту нових безалкогольних напоїв оздоровчого призначення : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.15. Київ, 2012. 20 с.
11. Рудавська Г. Б., Хахалева І. В. Сенсорний аналіз відновлених напоїв із цикорію методом профілю флейвору. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2016. № 1 (21). С. 131–137.
12. Семенов В. Л., Ярош А. М. Метод определения антиокислительной активности биологического материала. *Укр. биохим. журн.* 1985. Т. 57, № 3. С. 50–52.
13. Антоненко Л. О., Кучма В. М., Крисюк Ю. С. Вплив джерел живлення на ріст грибів роду *Coriolus quel (trametes fr.)* і їх антиокиснювальну активність. *Наук. вісті НТУУ "КПІ"*. 2010. № 3. С. 10–15.
14. Кваско О. Ю., Матвеева Н. А., Шаховський А. М. Антиоксидантна активність трансгенних рослин цикорію *Cichorium intybus L.* з геном інтерферону- $\alpha 2b$ людини. *Вісн. Донецького нац. ун-ту*. 2012. № 1. С. 179–182. Серія А "Природничі науки".
15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Товарознавство харчових продуктів рослинного походження" для бакалаврів напряму підготовки 6.030510 денної форми навчання. Ч. 2. Уклад. М. Р. Мардар, С. Г. Когут. Одеса : ОНАХТ, 2015. 33 с.
16. Грінченко І. Г. Інулін – інгредієнт функціонального харчування. Київ : Знання України, 2003. 108 с.
17. Пат. 114276 Україна, МПК 2017.01. А61К 31/00, А61К 36/00, А61К 35/20, А61К 31/375, А61К 125/00. Спосіб отримання сухої молочно-цикорної суміші з антистресовими властивостями. Г. Б. Рудавська, І. В. Хахалева, Я. М. Залуцький; заявник Хахалева Ірина Вікторівна (Україна). № u201607436; заявл. 08.07.2016 ; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5. 2 с.
18. Горбатова К. К., Гунькова П. И. Биохимия молока и молочных продуктов ; под общ. ред. К. К. Горбатовой. 4-е изд., перераб. и доп. СПб. : ГИОРД, 2010. 336 с.

Стаття надійшла до редакції 07.05.2018.

Rudavskaya G., Khahaleva I. Antioxidant activity increasing of restored anti-stress action beverages.

Background. Stress is a special functional condition that occurs as a complex reaction of the organism with the involvement of biochemical, humoral, vegetative, behavioral, emotional and other psychic processes. The most common reaction of the organism to stress events is a redox-equilibrium shift in the body toward free radical oxidation, which is the result of increased energy production by the cells of the body with an increase in oxygen consumption. Due to the strengthening of oxidative reactions, a large number of active forms of oxygen are formed that require an antioxidant limitation. The introduction of antioxidants from the outside, with food products, replenishes their endogenous reserves, increases the protective activity of the system, provides maintenance of stress in the physiological framework.

The aim of the study is to substantiate the use of dry extracts of medicinal plant raw material – *Melissa officinalis* L. and *Leonurus cardiaca* L., B vitamins (thiamine and pyridoxine) and ascorbic acid to enhance the antioxidant and anti-stress properties of the developed dry mixtures for reconstituted beverages.

Material and methods. The research objects are dry extract of chicory and developed dry mixes for the restored anti stress action beverages: "Tsikorlakt soothing" (Tsikorlakt N 1), "Tsikorlakt soothing with coffee" (Tsikorlakt N 2), "Tsikorlakt soothing from cocoa" (Tsikorlakt N 3), which are made on the basis of the Slavuta Chicory-dried factory.

The antioxidant activity of objects is determined by the Semenov, Yarosh-method which is based on the oxidation kinetics of the reduced form of 2,6-dichlorophenolindophenol with oxygen from the air in the presence and absence of (control) the product under study, as well as the values of the inhibition constant (K_i) by the oxidation product of the specified reagent as an indicator of antioxidant activity.

Results. The content of dry extract of chicory, depending on the formulation of developed drinks, is 15–25 %. Chicory chemical composition, in particular, inulin, chlorogenic acid with synergy of carotene and vitamins provides it with antioxidant properties. Dry milk (about 60 %), which amino acids contain sulfhydryl and hydroxyl groups, inactivate free radicals. Mutual transformations in the system "cystine-cysteine" determine the active participation of amino acids in the oxidative-reduction reactions of the biochemical processes of respiration, metabolism and the nervous activity of living organisms. To calculate the percentages of antioxidant activity of chicory and beverages, the natural values of this indicator are compared to the antioxidant activity of ascorbic acid.

Investigated antioxidant activity of dry extract of chicory is 14.52 % or $0.12 \pm 0.01 \text{ l g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in natural quantities. Based on the research it can be stated that the enrichment of the developed dry mixtures with medicinal plant raw material extracts and vitamins, including ascorbic acid, can significantly increase the antioxidant activity of the reconstituted drinks. These supplements are inhibitors that break the chain by reaction with peroxide radicals. The highest effect in this case we achieved in the drink Tsikorlakt soothing, which AOA is 28.05 %.

In beverages with coffee and cocoa powder, antioxidant activity decreases by 1.22 % and 3.74 %, respectively, due to a decrease in the amount of chicory in the product formulation.

Conclusion. It has been experimentally proved that use in the formulation of the developed dry mixes for reconstituted drinks of anti-stress action of dry extracts of medicinal plant raw material – *Melissa officinalis* L. and *Leonurus cardiaca* L., B vitamins (thiamine and pyridoxine) and ascorbic acid increase their antioxidant activity. It is highest in the drink "Tsikorlakt soothing" – 28.05 %, which is twice as high as chicory dried extract antioxidant activity. For dry mixes with the addition of coffee and cocoa powder the antioxidant activity increases by 12.3 and 9.8 % respectively.

Keywords: stress, free radical oxidation, antioxidant activity, dry extract of chicory, dry mix for restored drinks of anti-stress action.

REFERENCES

1. *Kitaev-Smyk L. A.* Psihologija stressa. Psihologicheskaja antropologija stressa. M. : Akademicheskij proekt. 2009. 943 s.
2. *Sel'e G.* Ocherki ob adaptacionnom syndrome : per. s angl. ; vstup. st. M. G. Durmi-sh'jana. M. : Medgiz. 1960. 254 s.
3. *Baraboj V. A., Reznikov O. G.* Fiziologija, biohimija i psihologija stresu. Kyi'v : Interservis. 2013. 314 s.
4. *Sokolova E. D., Berezin F. B., Barlas T. V.* Jemocional'nyj stress: psihologicheskie mehanizmy, klinicheskie projavlenija, terapija. *Materia Medica*. 1996. № 1 (9). S. 5–25. URL : http://berezinfb.su/emocionalnyj_stress_i_stressoustojchivost/emocionalnyj_stress.
5. *Reznikov O. G., Polumbryk O. M., Bal'on Ja. G., Polumbryk M. O.* Pro- ta antyoksydantna systemy i patologichni procesy v organizmi ljudyny. *Visn. NAN Ukrainy*. 2014. № 10. S. 17–29.
6. *Fisher-Wellman K., Bell H. K., Bloomer R. J.* Oxidative stress and antioxidant defense mechanisms linked to exercise during cardiopulmonary and metabolic disorde. *Oxid. Med. Cell. Longev*. 2009. Vol. 2. P. 43–51.
7. *Rudavs'ka G. B., Hahaljeva I. V.* Vplyv antyoksydantnoi' aktyvnosti harchovyh produktiv na antystresovu rezystentnist' organizmu ljudyny. *Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences: int.research and practice conference (27–28.12.2017)*. Radom, Poland. 2017. P. 196–200.
8. *Rudavs'ka G. B., Hahaljeva I. V., Chykun N. Ju.* Misce cykornyh napoi'v v umovah posylenyh stresovyh navantazhen'. *Strategichni priorytety rozvytku vnutrishn'oi' torgivli Ukrainy na innovacijnyh zasadah : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. (02–03.11.2017)*. L'viv : Vyd-vo LTEU, 2017. C. 311–312.
9. *Lozova T. M., Syrohman I. V.* Naukove obg'runtuvannja polipshennja spozhyvnyh vlastyvostej boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv z vykorystannjam pryrodnoi' netradycijnoi' syrovyny : monografija. L'viv : L'viv. torg.-ekon. un-t, 2017. 328 s.
10. *Pavlish L. O.* Formuvannja asortymentu novyh bezalkogol'nyh napoi'v ozdorovchogo pryznachennja : avtoref. dys. kand. tehn. nauk : 05.18.15. Kyi'v, 2012. 20 c.
11. *Rudavs'ka G. B., Hahaljeva I. V.* Sensornyj analiz vidnovlenyh napoi'v iz cykoriju metodom profilju flejvoru. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. 2016. № 1 (21). S. 131–137.
12. *Semenov V. L., Jarosh A. M.* Metod opredelenija antiokislitel'noj aktivnosti biologicheskogo materiala. *Ukr. biohim. zhurn.* 1985. T. 57, № 3. S. 50–52.
13. *Antonenko L. O., Kuchma V. M., Krysjuk Ju. S.* Vplyv dzherel zhyvlennja na rist grybiv rodu *Soriolus quel* (trametes fr.) i i'h antyokysnjuval'nu aktyvnist'. *Nauk. visti NTUU "KPI"*. 2010. № 3. S. 10–15.
14. *Kvasko O. Ju., Matvjejeva N. A., Shahovs'kyj A. M.* Antyoksydantna aktyvnist' transgennyh roslyn cykoriju *Cichorium intybus* L. z genom ynterferonu- $\alpha 2b$ ljudyny. *Visn. Donec'kogo nac. un-tu*. 2012. № 1. S. 179–182. Serija A "Pryrodnychi nauky".

15. *Metodychni vказivky do vykonannja laboratornyh robit z kursu "Tovaroznavstvo harchovyh produktiv roslynnogo pohodzhennja"* dlja bakalavriv naprjama pidgotovky 6.030510 dennoi' formy navchannja. Ch. 2/ Uklad. M. R. Mardar, S. G. Kogut. Odesa : ONAHT, 2015. 33 s.
16. *Grinenko I. G.* Inulin – ingredijent funkcional'nogo harchuvannja. Kyi'v : Znannja Ukrai'ny, 2003. 108 s.
17. Pat. 114276 Ukrai'na, MPK 2017.01. A61K 31/00, A61K 36/00, A61K 35/20, A61K 31/375, A61K 125/00. Sposib otrymannja suhoi' molochno-cykornoj' sumishi z antystresovymy vlastyvostjamy/ G. B. Rudavs'ka, I. V. Hahaljeva, Ja. M. Zaluc'kyj; zajavnyk Hahaljeva Iryna Viktorivna (Ukrai'na). № u201607436; zajavl. 08.07.2016 ; opubl. 10.03.2017, Bjul. № 5. 2 s.
18. *Gorbatova K. K., Gun'kova P. I.* Biohimija moloka i molochnyh produktov ; pod obshh. red. K. K. Gorbatovoj. 4-e izd., pererab. i dop. SPb. : GIOR, 2010. 336 s.

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 641.85:641.1

АНТОНЮК Ірина,

к. т. н., доцент, доцент кафедри технології

і організації ресторанного господарства

Київського національного торговельно-економічного університету

ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИТИХ СОЛОДКИХ СТРАВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

Розроблено технологію збитих солодких страв підвищеної біологічної цінності на основі гарбузового пюре, в яких визначено вміст мінеральних речовин: Кальцію, Калію, Йоду, Селену та Феруму. Доведено: таку продукцію доцільно включати до раціонів харчування населення з метою профілактики дефіциту есенційних нутрієнтів, особливо Йоду та Селену.

Ключові слова: солодкі страви, мус, суфле, гарбуз, цистозіра, мікроелементози.

Антонюк И. Технология взбитых сладких блюд повышенной биологической ценности. Разработана технология взбитых сладких блюд повышенной биологической ценности на основе тыквенного пюре, в которых установлено содержание минеральных веществ: кальция, калия, йода, селена, железа. Доказано: такую продукцию целесообразно включать в рационы питания населения с целью профилактики дефицита эссенциальных нутриентов, особенно йода и селена.

Ключевые слова: сладкие блюда, мусс, суфле, тыква, цистозира, микроэлементозы.

Постановка проблеми. Одним із найважливіших факторів, що впливає на стан здоров'я людини є харчування. У ХХІ столітті гостро постала проблема якості природних сировинних ресурсів, які вихолощені внаслідок промислової індустрії від цінних для здоров'я складових [1–3].

Повноцінне харчування визначається не тільки енергетичною цінністю їжі, збалансованістю за білками, жирами, вуглеводами, а й забезпеченістю вітамінами та мікроелементами. Дефіцит навіть одного з мікро-нутрієнтів здатен запустити каскад порушень обміну речовин [4; 5].

Структура харчування населення України має низку порушень: дефіцит тваринних білків, ПНЖК (на тлі надлишку тваринних), виражений дефіцит більшості вітамінів і мікроелементів, зокрема Феруму, Йоду (важливих для вагітних і дітей), Селену, Цинку. Це проявляється в різкому зниженні опірності організму до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища, що супроводжується порушенням функціонування систем антиоксидантного захисту й розвитком імунодефіцитних станів [6].

Дефіцит йоду безпосередньо пов'язаний з харчуванням, недостатнім вмістом йодовмісних продуктів і білка. Водночас із проблемою "ендемичних районів" за останні десятиріччя нераціональна сільськогосподарська діяльність призвела до інтенсивного вимивання йоду та інших розчинних мікроелементів із ґрунту більшості території України, а використання неорганічних (мінеральних) добрив із високим вмістом солей важких металів і мало контрольоване внесення до ґрунту пестицидів, гербіцидів й інших хімічних речовин "захисту рослин" сприяє зв'язуванню йоду в ґрунті з утворенням недоступних для кореневої системи рослин сполук [7; 8].

Також несприятливу роль у розвитку йододефіцитних захворювань за останні роки відіграли значні зміни в харчуванні: в 3 рази знижено споживання морської риби та морепродуктів, багатих йодом, а також м'яса та молочних продуктів, в яких вміст йоду порівняно високий. У населення сільської місцевості та невеликих міст у харчуванні присутня велика частка локальних продуктів, які в умовах природного йодного дефіциту містять мало йоду, або не містять його загалом [6; 8; 9].

Складні біохімічні процеси обміну йоду в організмі з подальшим синтезом гормонів щитовидної залози (при достатньому вживанні йоду) можуть бути порушені при нестачі інших мікроелементів (зокрема, Селену, Феруму, Кобальту, Міді, Цинку та ін.), а також білків та деяких амінокислот, і призводити до розвитку йододефіцитної патології, навіть при достатній кількості йоду в раціоні. Сьогодні йододефіцитні захворювання мають змішаний генез і є результатом складної взаємодії ендо- та екзогенних факторів [10].

Отже, найрозповсюдженішим струмогенним фактором є дефіцит Йоду та дисбаланс низки мікроелементів – Селену, Феруму, Цинку, Кобальту, Міді, Мангану, Плюмбуму, Кадмію тощо. Вони можуть мати потенційний вплив на дефіцит Йоду або перешкоджати його засвоєнню щитоподібною залозою навіть в умовах його нормального вживання [4; 5; 11].

Мала ефективність йодотерапії в умовах дефіциту заліза пояснюється участю заліза в перетворенні L-фенілаланіну в L-тирозин. Селен – складова частина йодтироніндейодинази – ензиму, що відповідає за периферійне перетворення T4 у T3, знижує титр антитіл до тиреопероксидази. В умовах нестачі селену в населення розвивається

селенодефіцитний зоб. Низький рівень споживання селену спостерігається у регіонах з дефіцитом йоду. Нестача вітаміну А призводить до порушення структури тиреоглобуліну та, відповідно, синтезу тиреоїдних гормонів. Цинк впливає на секрецію тиреоїдстимулюючого гормону. Його дефіцит може призвести до посиленого накопичення в організмі Кадмію, Свинцю та Міді [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світовий і вітчизняний досвід свідчить, що найбільш ефективним і доцільним (з економічного, соціального, гігієнічного й технологічного боку) заходом кардинального вирішення проблеми є розробка та налагодження виробництва різноманітних спеціальних харчових продуктів, додатково збагачених дефіцитними (в раціонах харчування) нутрієнтами. Збагачення має бути лише на основі чітко сформульованих, науково обґрунтованих і перевірених практикою медико-біологічних і технологічних принципів [12–14].

Наразі особливого значення набуває проблема розроблення нових видів солодких страв, якою займаються багато вчених. При виробництві різних десертів К. Ю. Левкун і В. В. Польовик запропоновано нові види структуроутворювачів [15], М. М. Калакурою та О. В. Щирською – використання апіпродуктів [16], І. В. Мгебришвілі – концентратів бахчевих культур [17]; Л. Я. Родіоною та С. А. Дудий – рослинної сировини [18; 19]; М. С. Белозеровою – морквяної клітковини [20].

Однак пріоритетними будуть технології страв, які передбачають підвищення їх харчової цінності, збагачення складу біологічно активними компонентами, поліпшення органолептичних показників [21].

У морях України є великі запаси бурої водорості – цистозіри. Не вдаючись детально в аналіз хімічного складу, відзначимо, що 1 г (на суху речовину) її забезпечує добову потребу в Йоді, Мангані, Селені, Кобальті. Вміст, мг/100 г: Йоду (75–175), Селену (65–95), Феруму (15–30), кобальту (3.3–3.5) та інших мікроелементів ставить цистозіру за цими показниками на перше місце серед харчових продуктів України. У її складі багато полісахаридів – альгінової кислоти, фукоїдину, йодовмісних амінокислот і вітамінів [22].

Мета роботи – обґрунтування рецептури та розроблення технології збитих солодких страв (мусу та суфле) підвищеної біологічної цінності на основі гарбузового пюре.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – вдосконалення технології збитих солодких страв – гарбузового мусу та гарбузового суфле з використанням сушеної цистозіри (дрібний порошок сірого кольору, солонуватого смаку, з легким ароматом водоростей) підвищеної біологічної цінності з високим вмістом макро- й мікроелементів, зокрема Йоду та Селену за ТУ У 21663408.001–2006.

За контрольний зразок обрано традиційні страви: гарбузове суфле, гарбузовий мус [23].

Органолептичну оцінку страв проведено за 5-баловою шкалою з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих показників, побудовану на основі розробленої шкали (табл. 1).

Вміст мінеральних речовин визначено атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі Techtron-AA-4 (Австрія), Йоду – методом інверсійної вольтамперометрії (прилад АВА-3, РФ) [24]. Повторюваність дослідів – п'ятикратна.

Результати дослідження. *Мус* (від фр. *mousse* – піна). Солодка десертна страва, яка готується з будь-якої ароматичної основи (фруктового або ягідного соку, пюре, шоколаду, кави, какао тощо), які дають смак і назву мусу, та із допоміжних харчових речовин, що сприяють піноутворенню та фіксації пінистого стану мусу (желатин, агар-агар, яєчні білки), а також із цукру (меду, патоки), що надає страві солодкого смаку або підсилює його.

Поряд із цими компонентами в мусі можуть бути наявні й інші, які надають страві додатковий ароматичний чи смаковий акцент або підсилюють смакові властивості мусу. До них належать: молоко, яєчні жовтки, вершки, вершкове масло, різноманітні прянощі, коньяк, ром, варення.

Технологія виробництва мусів постійно змінювалася протягом століть. Це було пов'язано як зі змінами фіксаторів піноутворення (агар-агар, яєчний білок, тваринний желатин), так і з використанням їх поєднань, а також унаслідок зміни техніки отримання пінистого стану. На технологію виробництва мусів впливає й характер основної сировини – фруктового пюре, ягідного соку або плиткового шоколаду [25].

Суфле (від фр. *suffle* – пухкий, повітряний пиріг). Збиті в піну напіврідкі або тонко розтерті в пудру харчові продукти. Суфле частіше за все готують з яєць з різними ароматичними добавками. Існує три основних види суфле: запечене, охолоджене та заморожене.

Запечені суфле. Під час нагрівання суфле збільшується в об'ємі, оскільки повітря, яким насичена суміш для суфле, розширюється. Яєчні білки тримають форму суміші. Якщо посипати форму цукром, суфле "приклеїться" до неї та підніметься ще вище. Найбільш популярні види запеченого суфле: ванільне, яблучне, шоколадне.

Заморожені суфле – десерт, приготовлений без випікання, в якому не використовується желатин. Готовий заморожений десерт зберігає легку пухку консистенцію, яка чудово поєднується зі смаком і ароматом фруктів. Якщо суфле готують з використанням желатину, то його слід охолоджувати в холодильнику впродовж декількох годин. Легкою консистенцією охолоджені суфле зобов'язані збитим яєчним білком і вершкам. Найбільш популярні види охолодженого суфле: апельсинове, кавове, шоколадне, праліне [26].

Для подальших досліджень обрано охолоджене суфле, оскільки запікання при температурі вище 180 °С негативно впливає на вміст вітамінів і мінеральних речовин, особливо Йоду та Селену.

Таблиця 1

Шкала органолептичної оцінки збитих солодких страв із цистозірою

Показник (коефіцієнт вагомості)	Бали та характеристика показників				
	5	4	3	2	1
	<i>Мус гарбузовий "Сонячний бриз"</i>				
Зовнішній вигляд (0.15)	Желеподібна, збита в піну маса, викладена в креманки	Мус оформлений недостатньо акуратно	Форма мусу має незначні порушення	Мус деформований, не тримає форму	Наявність залишків непротертого гарбуза, грудочок завареного лляного борошна
Консистенція (0.2)	Піноподібна, пухка, ніжна, мус зберігає форму	Менш пружна	Зі зміцненням у нижній частині	Неоднорідна (з грудочками непровареного лляного борошна) або без пружності	Неоднорідна, міцна
Колір (0.15)	Світло-оранжевий		Невиражений, неоднорідний	Неоднорідний, місцями взагалі без кольору	Ненатуральний
Запах (0.2)	Приємний, гарбузовий			Сторонній, злегка неприємний	Гнилісний гарбузовий або затхлий, з вираженим ароматом водоростей
Смак (0.3)	Помірно солодкий, смак водорості не відчувається		Кислуватий	Несолодкий, теплий, із присмаком водоростей	Прокислої страви, сторонній, з вираженим ароматом водоростей

Закінчення табл. 1

Показник (коефіцієнт вагомості)	Бали та характеристика показників				
	5	4	3	2	1
	<i>Суфле гарбузове "Золотавий промінь"</i>				
Зовнішній вигляд (0.15)	Желеподібна пухка маса, без шматочків нерозчиненого желатину, викладена в креманки	Суфле оформлено недостатньо акуратно	Форма суфле має незначні порушення	Суфле деформоване, не тримає форму	Наявність залишків непротертого гарбуза, шматочків нерозчиненого желатину
Консистенція (0.2)	Легка, піноподібна, однорідна	Пружна	Пружна, неоднорідна	Неоднорідна (зі шматочками нерозчиненого желатину) або без пружності	Неоднорідна, міцна
Колір (0.15)	Світло-оранжева		Невиражений, неоднорідний	Неоднорідний, місцями взагалі без кольору	Ненатуральний
Запах (0.2)	Гарбузовий, молочний, з ароматом кориці			Сторонній, злегка неприємний	Гнилісний гарбузовий або затхлий, з вираженим ароматом водоростей
Смак (0.3)	Солодкий, ніжний, присмак водоростей не відчувається		Кислуватий	Несолодкий, теплий, з присмаком водоростей	Прокислі страви, сторонній, з вираженим ароматом водоростей

Гарбуз – цінний овоч для дієтичного харчування через високий вміст пектинових речовин (2.6–3.9 %), каротиноїдів (3.2–17.3 мг/100 г), зокрема таких як лютеїн, лікопін, β -каротин, β -криптоксантин. Гарбуз багатий харчовими волокнами – пектиновими речовинами, клітковиною, геміцелюлозами, які адсорбують і виводять з організму ксенобіотики, особливо важкі метали та радіонукліди. Найбільшу цінність гарбузові надає β -каротин та інші каротиноїди, обумовлюючи його жовтий чи жовтогарячий колір м'якоти. За вмістом β -каротину він перевищує інші овочі (14.0–35.0 мг/100 г) і має невелику енергетичну цінність (28 ккал/100 г), тому його включають до більшості дієт [27].

Для надання відповідної консистенції мусу використано лляне борошно, яке сьогодні набуває популярності саме як загусник. Його виробляють помелом насіння льону з подальшим знежирюванням. Склад лляного борошна: клітковина (до 30 %) – забезпечує повноцінну роботу шлунково-кишкового тракту, попереджає закрепи та виводить з організму небезпечні речовини; рослинний білок (до 50 %) – легко засвоюється організмом; поліненасичені жирні кислоти (омега-3, омега-6) – вважаються відмінними антиоксидантами, знижують рівень "поганого" холестерину, регулюють жировий обмін; вітаміни В₁, В₂, В₆, фолієва кислота, мінеральні речовини – Калій, Магній, Цинк. Лляне борошно має м'який горіховий смак, зовсім не різкий, без гіркоти та інших сторонніх присмаків і запахів. Воно володіє відмінними зв'язуючими властивостями і може використовуватися як заміник яєць або масла в будь-якій рецептурі, має високу вологопоглинальну здатність, що позитивно впливає на термін зберігання виробів [28].

Вміст цистозіри в розроблених стравах визначено виходячи з того, що запропонована кількість добавки не повинна погіршувати органолептичні властивості готових страв, і водночас забезпечувати від 30 до 60 % добової потреби в Йоді та Селені. На підставі проведених досліджень визначено раціональну кількість добавки, яка становить 0.7 % маси готової страви або 1 г на 150 г солодкої страви (стандартний вихід порції).

Загальну органолептичну оцінку розробленої страви визначено як суму п'яти зазначених органолептичних показників у балах із урахуванням коефіцієнтів вагомості кожного показника в загальній якості. При проведенні дегустації визначено, що оцінки досліджуваних солодких страв перебувають у межах контролю (мус: контроль – 4.85, дослід – 4.88; суфле: контроль – 4.83, дослід – 4.87), тобто їхні органолептичні властивості не змінюються.

За результатами експериментальних досліджень розроблено технологію виробництва збитих гарбузових солодких страв із використанням цистозіри: мус "Сонячний бриз" і суфле "Золотавий промінь" (рис. 1).

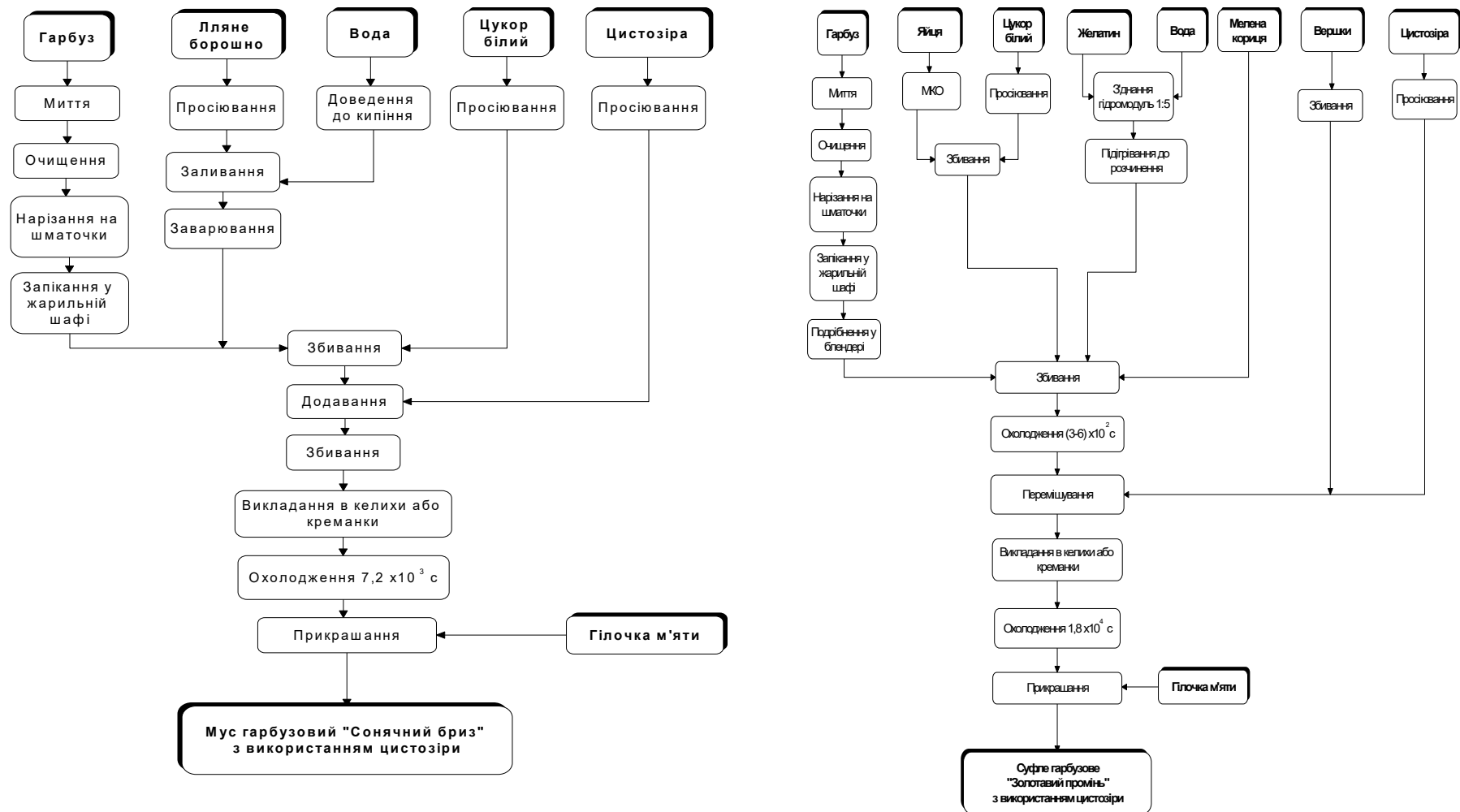


Рис. 1. Технологічні схеми виробництва мусу та суфле гарбузових із використанням цистозіри

Мінеральний склад розроблених збитих солодких страв наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Мінеральний склад збитих солодких страв (на 150 г)

Речовина	Одиниця виміру	Мус гарбузовий			Суфле гарбузове		
		контроль	дослід	різниця з контролем, %	контроль	дослід	різниця з контролем, %
Калій	мг	157.0±5.0	180.0±10.0	14.65	260.0±8.0	283.0±10.0	8.84
Кальцій		26.0±2.0	63.0±5.0	у 2.4 раза	58.0±3.0	67.0±5.0	15.5
Магній		23.0±1.0	39.0±2.0	69.6	19.0±1.0	27.0±1.0	42.1
Фосфор		50.0 ±2.0	54.0± 2.0	8.0	80.0 ±3.0	83.0± 3.0	3.75
Ферум	мкг	773.0±50.0	907.0±86.0	17.33	950.0±80.0	987.0±80.0	3.9
Йод		1.6±0.10	103.0±3.0	у 64.4 раза	9.0±0.10	109.0±4.0	у 12.1 раза
Цинк		480.0±10.0	492.0±10.0	2.5	527.0±10.0	541.0±10.0	2.7
Селен		3.3±0.10	65.0±2.0	у 19.7 раза	2.0±0.10	60.0±1.0	у 30 разів

Як видно з наведених даних, біологічна цінність мусу та суфле гарбузових суттєво зросла щодо Кальцію, Калію, Магнію, Феруму, Йоду та Селену.

Забезпечення добової потреби при споживанні збитих солодких страв підвищеної біологічної цінності наведено в *табл. 3*.

Таблиця 3

Забезпечення добової потреби мінеральних речовин при споживанні людиною збитих солодких страв (150 г)

Речовина	Одиниця виміру	Добова потреба	Мус		Суфле	
			контроль	"Сонячний бриз"	контроль	"Золотавий промінь"
Калій	мг	2750	5.7	6.5	9.5	10.3
Кальцій		1200	2.2	5.25	4.8	5.6
Магній		400	5.75	9.75	4.75	6.75
Фосфор		1200	4.2	4.5	6.7	6.9
Йод	мкг	150	1.1	68.7	6.0	72.7
Селен		70	4.7	92.3	2.9	85.7
Ферум		15 000	5.2	6.1	6.3	6.58
Цинк		15 000	3.2	3.3	3.5	3.6

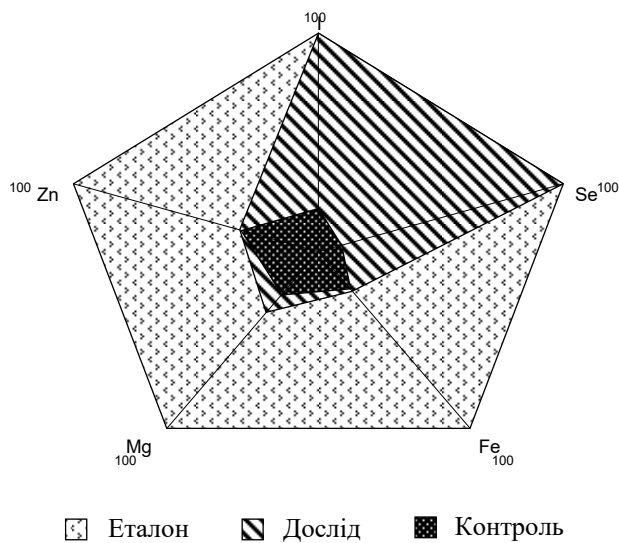


Рис. 2. Профіль мінерального складу гарбузового суфле "Золотавий промінь"

мають більшу площу поверхні порівняно з контрольним зразком, а за вмістом Йоду та Селену перевищують еталон, оскільки задовольняють добову потребу в цих речовинах на 68.7–72.7 та 85.7–92.3 % відповідно.

Профілограма мінерального складу гарбузового мусу "Сонячний бриз" подібна до профілографи гарбузового суфле "Золотавий промінь".

Висновки. Використання цистозіри, гарбуза, лляного борошна сприяє поліпшенню органолептичних властивостей, підвищенню харчової, біологічної, зокрема, мінеральної цінності та якості розроблених збитих солодких страв – мусу "Сонячний бриз" та суфле "Золотавий промінь".

Соціальний ефект полягає у розширенні асортименту конкурентопридатних збитих солодких страв, які можна рекомендувати всім віковим групам (за винятком немовлят) населення України в межах фізіологічних норм замість їхніх традиційних аналогів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Батурич А. К., Мендельсон Г. И. Питание и здоровье: проблемы XXI века. Пищевая пром-сть. 2005. № 5. С. 105–107.
2. Парахонский А. П. Актуальные проблемы рационального питания населения. Современные наукоемкие технологии. 2005. № 6. С. 43–44.
3. Дымань Т. Н., Шевченко С. И. Питание человека в XXI веке. Киев : Либра, 2008. 110 с.
4. Бабенко Г. А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение. Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2 (1). С. 2–5.

5. Кудрин А. В., Скальный А. В., Жаворонков А. А. и др. Иммунофармакология микроэлементов. М. : Изд-во КМК, 2000. 537 с.
6. *Причины* изменений в структуре питания современного человека. Здоровье и организм: полезные советы. URL : <http://opportunity.com.ua/teoriya/prichiny-izmenenij-v-strukture-pitaniya-sovremennogo-cheloveka.html>.
7. Андрейчук В. П., Драчева Л. В. Органический йод и питание человека. Пищевая пром-сть. 2004. № 10. С. 90–92.
8. Маменко М. Є. Нераціональне харчування як передумова формування дефіциту йоду та заліза у дітей. Перинатологія та педіатрія. 2008. № 3 (35). С. 86–90.
9. Аметов А. С., Рустамбекова С. А., Плиашинова А. М. Элементный дисбаланс при патологии щитовидной железы. Рос. мед. журн. 2008. № 16. С. 8–13.
10. Корзун В. Н., Козьрін І. П., Парац А. М. та ін. Проблема мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи їх вирішення. Проблеми харчування. 2007. № 1. С. 5–11.
11. Казьмин В. Д. Йод и железо для вашего здоровья. Ростов н/Д : БАРО-ПРЕСС, 2005. 130 с.
12. Корзун В. Н., Парац А. М., Бруслова К. М. та ін. Нові підходи у вирішенні проблеми ліквідації йоддефіцитних захворювань. Проблеми харчування. 2004. № 3. С. 21–25.
13. Капрельянци Л. В., Йоргачова К. Г. Функціональні продукти. Одеса : Друк, 2003. 312 с.
14. Рудавська Г. Б., Тищенко Є. В., Прикульська Н. В. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення : монографія. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. 371 с.
15. Левкун К. Ю., Польовик В. В., Бондар Н. П., Корецька І. Л. Дослідження структури нових десертів. Молодий вчений. 2017. № 6 (46). С. 359–363.
16. Калакура М. М., Щирська О. В. Нові технології десертних виробів з апіпродуктами. Наук. пр. ОНАХТ. Вип. 46. Т. 1. С. 183–187.
17. Мгебришвили И. В., Селунева Е. А., Короткова А. А., Горлов И. Ф. Эффективность применения концентратов бахчевых культур в рецептуре поликомпонентного молочного десерта. Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 8. С. 44–45.
18. Родионова Л. Я., Дудий С. А. Разработка растительного десерта функционального назначения. Молодой ученый. 2015. № 23. С. 425–428.
19. Кондранина Т. А., Родионова Л. Я. Разработка технологии плодово-овощного мусса функционального назначения. Молодой ученый. 2015. № 23. С. 420–423.
20. Белозерова М. С., Евстигнеева Т. М., Григорьева А. А. Разработка состава и технологии молочного десерта с морковной клетчаткой. Вестн. ВГУИТ. 2016. № 2. С. 140–147.
21. Корзун В. Н. Теоретичні основи створення та вживання продуктів спеціального призначення. Довкілля та здоров'я. 2009. № 1 (48). С. 63–68.
22. Цистозира бородатая. URL : <http://e-znabar.ru/category/travy/tsistozira-borodataya>.
23. Сайдакова Р. Вкусная жизнь. Готовим дома конфеты, мороженое, сорбет, халву и другие сладости. Харків : Виват, 2017. 224 с.

24. Tomcik P., Bustin D. Voltammetric determination of iodide by use of an investigated microelectrode array. *Fresenius J. Anal. Chem.* 2001. Vol. 371. P. 362–364.
25. *Мусс*. Большая энциклопедия кулинарного искусства. URL : <https://sladкое.menu/vkusnye-istorii/muss-istoriya-sozdaniya>.
26. *Суфле*: история двух видов одного десерта. URL : <https://sladкое.menu/vkusnye-istorii/sufle-istoriya-dvuh-vidov-odnogo-deserta>.
27. *Полезные* и лечебные свойства тыквы для здоровья. URL : <http://opolze.net/svoistva/ovoshhi/tykva.html>.
28. Костина Д. Готовим из льняной, рисовой, гречневой и других видов муки. Донецк : ООО "Агентство-Мультипресс", 2015. 288 с.
29. Мазараки А. А., Пересічний М. І., Шаповал С. Л., Бай С. І., Чаюн І. О., Расулов Р. А., Григоренко О. М., Литвиненко Т. Є., Антонюк І. Ю., Тарасенко І. І. Проектування закладів ресторанного господарства : навч. посіб. 2-ге вид., переробл. та доповн. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010. 339 с.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2018.

Antonyuk I. Technology of the whipped sweet dishes of enhanced biological value.

Background. Adequate nutrition is determined not only by the energy value of meal, balanced in proteins, fats, carbohydrates, but also by vitamins and microelements. Deficit even of one of micronutrient is able to start the chain of metabolic disturbances. World and domestic experience shows that development and production of the various special food products, additionally enriched with scarce (in the dietary structure) nutrients is the most effective and expedient from the economic, social, hygienically and technological points of view measure of solving the problem. But it's inappropriate to enrich a product with only one most scarce nutrient.

Consequently, our researches are directed on development of new technologies of the whipped sweet foods with enhanced maintenance of mineral substances which can be used in the nutrition of adults and children in order to prevent lack of microelements, particular to the deficit of iodine and selenium.

The aim of work is substantiating compounding and development of technology of the whipped sweet foods of enhanced biological value based on pumpkin puree, namely mousse and soufflé.

Material and methods. A research object is technology of the whipped sweet dishes (pumpkin mousse and pumpkin soufflé) of enhanced biological value, developed based on pumpkin puree with the use of cistozir (TU 21663408.001–2006). Traditional dishes such as pumpkin soufflé and pumpkin mousse were selected for a control sample [23].

The organoleptic estimation of dishes is conducted by developed 5-score scale taking into account the coefficients of importance of separate indexes. Content of mineral substances was defined by an atomn-absorbtion method with the spectrophotometer *Techtron-AA-4* (Austria), Iodine by the method of inversion voltamperometry (device AVA-3, Russia) [24]. Experiments were repeated is five times.

Results. Linen flour, which today is becoming a popular stiffener, was used for the proper consistency of the mousse.

Content of cistozira was determined, so that the offered amount of addition must not worsen the organoleptic indexes of the prepared food, and at the same time to provide 30–60 % day's requirement in iodine and selenium. Rational amount of additions which makes 0.7 % from mass of the prepared food or 1 gram on 150 grams of sweet food (standard output of portion) was defined.

Based on experimental researches the substantial increase of content of iodine and selenium is identified in the developed desserts. Biological value of the whipped sweet food on the basis of pumpkin puree, namely pumpkin mousse *Soniachnyi bryz* and pumpkin soufflé *Zoloty promin* grew in relation to Calcium 2.42 times and by 15.5 %, to Potassium by 14.7 % and by 8.8 %, to Magnesium by 69.6 and by 42.1 %, Ferum by 17.3 and 3.9 %, to Iodine by 64.4 and 12.1 times and to Selenium by 19.7 and 30 times accordingly.

The types of quality of the developed food have a greater area of surface by comparison to a control sample, and content of Iodine and Selenium exceeds a standard, as it satisfies day's requirement in these substances by 68.7–72.7 and 85.7–92.3 % accordingly.

Conclusion. The use of cistozira, pumpkin, linen flour improves organoleptic indexes, increase of nutritional, biological, in particular mineral, values and quality of the developed whipped sweet food such as *Soniachnyi bryz* mousse and *Zoloty promin* soufflé.

Social effect consists in expansion of assortment of competitive sweet food that can be recommended to all age groups (except for babies) of population of Ukraine within the limits of physiology norms instead of their traditional analogues.

Keywords: sweet dishes, mousse, soufflé, pumpkin, cistozira, microelementosis.

REFERENCES

1. *Baturin A. K., Mendel'son G. I.* Pitanie i zdorov'e: problemy HHI veka. Pishhevaja prom-st'. 2005. № 5. S. 105–107.
2. *Parahonskij A. P.* Aktual'nye problemy racional'nogo pitaniya naselenija. Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2005. № 6. S. 43–44.
3. *Dyman' T. N., Shevchenko S. I.* Pitanie cheloveka v HHI veke. Kiev : Libra, 2008. 110 s.
4. *Babenko G. A.* Mikrojelementozy cheloveka: patogenezy, profilaktika, lechenie. Mikrojelementy v medicine. 2001. T. 2 (1). S. 2–5.
5. *Kudrin A. V., Skal'nyj A. V., Zhavoronkov A. A. i dr.* Immunofarmakologija mikroelementov. M. : Izd-vo KMK, 2000. 537 s.
6. *Prichiny izmenenij v strukture pitaniya sovremennogo cheloveka. Zdorov'e i organizm: poleznye sovety.* URL : <http://opportunity.com.ua/teoriya/prichiny-izmenenij-v-strukture-pitaniya-sovremennogo-cheloveka.html>.
7. *Andrejchuk V. P., Dracheva L. V.* Organichnyj jod i pitanie cheloveka. Pishhevaja prom-st'. 2004. № 10. S. 90–92.
8. *Mamenko M. Je.* Neracional'ne harchuvannja jak peredumova formuvannja deficytu jodu ta zaliza u ditej. Perynatologija ta pediatrija. 2008. № 3 (35). S. 86–90.
9. *Ametov A. S., Rustambekova S. A., Pliashinova A. M.* Jelementnyj disbalans pri patologii shhitovidnoj zhelezy. Ros. med. zhurn. 2008. № 16. S. 8–13.
10. *Korzun V. N., Kozjarin I. P., Parac A. M. ta in.* Problema mikroelementiv u harchuvanni naseleennja Ukrai'ny ta shljahy i'h vyrishennja. Problemy harchuvannja. 2007. № 1. S. 5–11.
11. *Kaz'min V. D.* Jod i zhelezo dlja vashego zdorov'ja. Rostov n/D : BARO-PRESS, 2005. 130 s.
12. *Korzun V. N., Parac A. M., Bruslova K. M. ta in.* Novi pidhody u vyrishenni problemy likvidacii' joddeficytnyh zahvorjuvan'. Problemy harchuvannja. 2004. № 3. S. 21–25.
13. *Kaprel'janc L. V., Iorgachova K. G.* Funkcional'ni produkty. Odesa : Druk, 2003. 312 s.
14. *Rudavs'ka G. B., Tyshhenko Je. V., Prytul'ska N. V.* Naukovi pidhody ta praktychni aspekty optymizacii' asortymentu produktiv special'nogo pryznachennja : monografija. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2002. 371 s.
15. *Levkun K. Ju., Pol'ovyk V. V., Bondar N. P., Korec'ka I. L.* Doslidzhennja struktury novyh desertiv. Molodyj vchenyj. 2017. № 6 (46). S. 359–363.

16. *Kalakura M. M., Shhyrs'ka O. V.* Novi tehnologii' desertnyh vyrobiv z apiproduktamy. Nauk. pr. ONAHT. Vyp. 46. T. 1. S. 183–187.
17. *Mgebrishvili I. V., Seluneva E. A., Korotkova A. A., Gorlov I. F.* Jeftektivnost' primenenija koncentratov bahchevyh kul'tur v recepture polikomponentnogo molochnogo deserta. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. 2013. № 8. S. 44–45.
18. *Rodionova L. Ja., Dudij S. A.* Razrabotka rastitel'nogo deserta funkcional'nogo naznachenija. Molodoj uchenyj. 2015. № 23. S. 425–428.
19. *Kondranina T. A., Rodionova L. Ja.* Razrabotka tehnologii plodoovoshhnogo mussa funkcional'nogo naznachenija. Molodoj uchenyj. 2015. № 23. S. 420–423.
20. *Belozeroва M. S., Evstigneeva T. M., Grigor'eva A. A.* Razrabotka sostava i tehnologii molochnogo deserta s morkovnoj kletchatkoj. Vestn. VGUIT. 2016. № 2. S. 140–147.
21. *Korzun V. N.* Teoretychni osnovy stvorennja ta vzhyvannja produktiv special'nogo pryznachennja. Dovkillja ta zdorov'ja. 2009. № 1 (48). S. 63–68.
22. *Cistozira borodataja.* URL : <http://e-znabar.ru/category/travy/tsistozira-borodataja>.
23. *Sajdakova R.* Vkusnaja zhizn'. Gotovim doma konfety, morozhenoe, sor-bet, halvu i drugie sladosti. Harkiv : Vivat, 2017. 224 s.
24. *Tomcik P., Bustin D.* Voltammetric determination of iodide by use of an investigated microelectrode array. Fresenius J. Anal. Chem. 2001. Vol. 371. P. 362–364.
25. *Muss.* Bol'shaja jenciklopedija kulinar'nogo iskusstva. URL : <https://sladkoe.menu/vkusnye-istorii/muss-istoriya-sozdaniya>.
26. *Sufle:* istorija dvuh vidov odnogo deserta. URL : <https://sladkoe.menu/vkusnye-istorii/sufle-istoriya-dvuh-vidov-odnogo-deserta>.
27. *Poleznye i lecebnye svojstva tykvy dlja zdorov'ja.* URL : <http://opolze.net/svoistva/ovoshhi/tykva.html>.
28. *Kostina D.* Gotovim iz l'njanov, risovov, grechnevoj i drugih vidov muki. Doneck : OOO "Agentstvo-Mul'tipress", 2015. 288 s.
29. *Mazaraki A. A., Peresichnyj M. I., Shapoval S. L., Baj S. I., Chajun I. O., Rasulov R. A., Grygorenko O. M., Lytvynenko T. Je., Antonjuk I. Ju., Tarasenko I. I.* Proektuvannja zakladiv restorannogo gospodarstva : navch. posib. 2-ge vyd., pererobl. ta dopovn. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2010. 339 s.

ЛАНИЦЯ Ірина,
асистент кафедри харчових технологій
Львівського торговельно-економічного університету

ГІРНЯК Лілія,
к. т. н., доцент, доцент кафедри туризму
та готельно-ресторанної справи
Львівського торговельно-економічного університету

ЯКІСТЬ ПОСІЧЕНИХ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

Розроблено нові посічені м'ясні напівфабрикати з додаванням горохового борошна та шроту і борошна із зерен амаранту. Запропоновано використання кваліметричного методу оцінювання якості продукції. Доведено, що заміна частини м'ясної сировини продуктами переробки зерна амаранту позитивно впливає на комплексні показники якості та органолептичні властивості напівфабрикатів і готових виробів після обсмажування.

Ключові слова: м'ясні посічені напівфабрикати, якість, математична модель оцінювання якості.

Ланиця И., Гирняк Л. Качество рубленых мясных изделий. Разработаны новые мясные рубленые полуфабрикаты с добавлением гороховой муки и шрота и муки из зерен амаранта. Предложено использование кваліметрического метода оценивания качества продукции. Доказано, что замена части мясного сырья продуктами переработки зерна амаранта положительно влияет на комплексные показатели качества и органолептические свойства полуфабрикатов и готовых изделий после обжаривания.

Ключевые слова: мясные рубленые полуфабрикаты, качество, математическая модель оценки качества.

Постановка проблеми. М'ясні вироби з добавками й наповнювачами – специфічний продукт харчування. Під час їх виготовлення частину основної м'ясної сировини (яловичини, свинини, баранини та ін.) замінюють добавками, замінниками або наповнювачами рослинного чи тваринного походження з метою надання готовій продукції певних показників якості, поліпшення біологічної цінності або ж покращення засвоюваності. Важливо, що використання харчових добавок і наповнювачів можливе за умови безпечності для здоров'я людини, нешкідливості й технологічної потреби, а також за умови, що застосування добавок не створюватиме хибної думки споживача щодо типу й складу харчового продукту.

Зазвичай внесення добавок впливає на широкий спектр характеристик і параметрів нових виробів: органолептичні, фізико-хімічні,

технологічні, харчову цінність тощо. Ці показники в сукупності є вирішальним фактором, що визначає конкурентоспроможність розроблених виробів на ринку. Саме тому виникає об'єктивна потреба застосування таких підходів оцінювання якості, які б ураховували всі характеристики продукту. Таким є кваліметричний метод, при якому відбувається поєднання окремих властивостей продукту з урахуванням їх важливості й вагомості. Це уможливило комплексно оцінити якість нових посічених напівфабрикатів і провести їх порівняльну оцінку [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню та дослідженню питання оцінювання якості продукції кваліметричними методами присвячено наукові праці багатьох авторів. Комплексні показники якості на принципах кваліметрії розроблено для ковбасних виробів О. П. Фурсік, І. М. Страшинським [4], бубличних виробів – Н. З. Петришин [5], макаронних – внесено до спеціальної Інструкції ПАТ "Макаронна фабрика" (м. Київ) [6]. Фахівцями НУХТ Г. Ф. Іванченко, Є. Н. Півень, Д. І. Скобло запропонована математична модель оцінювання якості хліба [7]. Проте оцінюванню якості посічених м'ясних напівфабрикатів кваліметричним методом у науковій літературі приділено недостатньо уваги.

Метою статті є порівняння якості посічених напівфабрикатів (котлет і біфштексів), збагачених гороховим борошном і продуктами переробки зерна амаранту, кваліметричним методом.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – посічені напівфабрикати (котлети й біфштекси), в яких 10 % м'ясної сировини замінено гороховим борошном або продуктами переробки зерна амаранту (шротом і борошном). За контроль узяті посічені напівфабрикати, виготовлені на основі лише м'ясної сировини.

Оцінювання якості досліджуваних виробів проведено кваліметричним методом, який включає оцінку фізико-хімічних показників і органолептичних властивостей [2]. Кінцевий результат кваліметричного оцінювання продукції отримано за підсумком відносних значень окремих показників з урахуванням коефіцієнтів вагомості. Серед основних характеристик обрано *харчову* (вміст вологи, білка, жирів, вуглеводів і золи), *біологічну* цінність (амінокислотний скор, біологічна цінність білка, біологічна ефективність жиру, вміст вітамінів і мінеральних речовин) та *органолептичні* властивості. Сенсорні характеристики визначено профільним методом [8; 9], харчову та біологічну цінність досліджено за стандартними методами [10].

Результати дослідження. На першому етапі роботи визначено показники харчової та біологічної цінності посічених напівфабрикатів, а також проведено органолептичну оцінку досліджуваних виробів. На основі отриманих результатів окреслено пріоритетні показники та їх вагомість при оцінюванні якості продуктів, а також сформовано бази

порівняння для кожного показника. Показник якості v_i описано двома основними параметрами: відносним значенням окремих показників a_i і коефіцієнтом вагомості цього показника k_i (рис. 1).



Рис. 1. Ієрархічна схема показників якості посічених напівфабрикатів

Математична модель комплексного показника якості напівфабрикатів м'ясних посічених мала вигляд:

$$A = K_1(a_{1k_1} + a_{2k_1} + a_{3k_1} + a_{4k_1}) + K_2(a_{5k_5} + a_{6k_6} + a_{7k_7} + a_{8k_8} + a_{9k_9}) + K_3 [k_{10}(a^1_{10k^1_{10}} + a^2_{10k^2_{10}} + a^3_{10k^3_{10}} + a^4_{10k^4_{10}} + a^5_{10k^5_{10}} + a^6_{10k^6_{10}} + a^7_{10k^7_{10}}) + a_{11k_{11}} + a_{12k_{12}}(a^1_{12k^1_{12}} + a^2_{12k^2_{12}} + a^3_{12k^3_{12}}) + a_{13k_{13}} + a_{14k_{14}}], \quad (1)$$

де K_1, K_2, K_3 – відповідно коефіцієнти вагомості органолептичних показників, харчової та біологічної цінності посічених напівфабрикатів і дорівнюють 0.30; 0.45; 0.45;

k_1, k_2, k_3, k_4 – коефіцієнти вагомості показників: зовнішній вигляд; вигляд на розрізі; консистенція; смак і запах – відповідно 0.2; 0.2; 0.3; 0.3;

a_1, a_2, a_3, a_4 – відповідні їхні значення в балах;
 $\kappa_5, \kappa_6, \kappa_7, \kappa_8, \kappa_9$ – коефіцієнти вагомості показників: масова частка вологи; білка; жирів; золи; вуглеводів – відповідно 0.2; 0.4; 0.2; 0.1; 0.1;
 a_5, a_6, a_7, a_8, a_9 – відповідні їхні значення в балах;
 $\kappa_{10}, \kappa_{11}, \kappa_{12}, \kappa_{13}, \kappa_{14}$ – коефіцієнти вагомості показників: амінокислотний скор; біологічна цінність білка; біологічна ефективність жиру; вміст вітамінів; вміст мінеральних речовин – відповідно 0.3; 0.3; 0.2; 0.1; 0.1;
 $a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}$ – відповідні їхні значення в балах;
 $\kappa^1_{10}, \kappa^2_{10}, \kappa^3_{10}, \kappa^4_{10}, \kappa^5_{10}, \kappa^6_{10}, \kappa^7_{10}$ – коефіцієнти вагомості амінокислотного скору: ізолейцин; лейцин; лізин; фенілаланін+тирозин; треонін; валін; метіонін – відповідно 0.1; 0.1; 0.1; 0.2; 0.1; 0.1; 0.1; 0.2;
 $a^1_{10}, a^2_{10}, a^3_{10}, a^4_{10}, a^5_{10}, a^6_{10}, a^7_{10}, a^8_{10}$ – відповідні їхні значення в балах;
 $\kappa^1_{12}, \kappa^2_{12}, \kappa^3_{12}$ – коефіцієнти вагомості показників: співвідношення жирних кислот лінолевої (18:2) : олеїнової (18:1); лінолевої (18:2) : лінолевої (18:3); $\omega_6 : \omega_3$ – відповідно 0.3; 0.3; 0.4;
 $a^1_{12}, a^2_{12}, a^3_{12}$ – відповідні їхні значення в балах.

Врахувавши всі коефіцієнти вагомості K_i і κ_i , математична модель комплексного показника якості м'ясних посічених напівфабрикатів мала вигляд:

$$A = 0.3 (0.2a_1 + 0.2a_2 + 0.3a_3 + 0.3a_4) + 0.45 (0.2a_5 + 0.4a_6 + 0.2a_7 + 0.1a_8 + 0.1a_9) + 0.45 [0.3 (0.1a^1_{10} + 0.1a^2_{10} + 0.2a^3_{10} + 0.2a^4_{10} + 0.1a^5_{10} + 0.1a^6_{10} + 0.2a^7_{10}) + 0.3a_{11} + 0.2 (0.3a^1_{12} + 0.3a^2_{12} + 0.4a^3_{12}) + 0.1a_{13} + 0.1a_{14}]. \quad (2)$$

При оцінюванні харчової цінності, вмісту вітамінів, мінеральних речовин мінімальну кількість балів надавали напівфабрикатам з найнижчим значенням відповідних показників, а максимальну – з найвищим.

Значення комплексного показника якості контрольних і досліджуваних напівфабрикатів наведено на рис. 2.

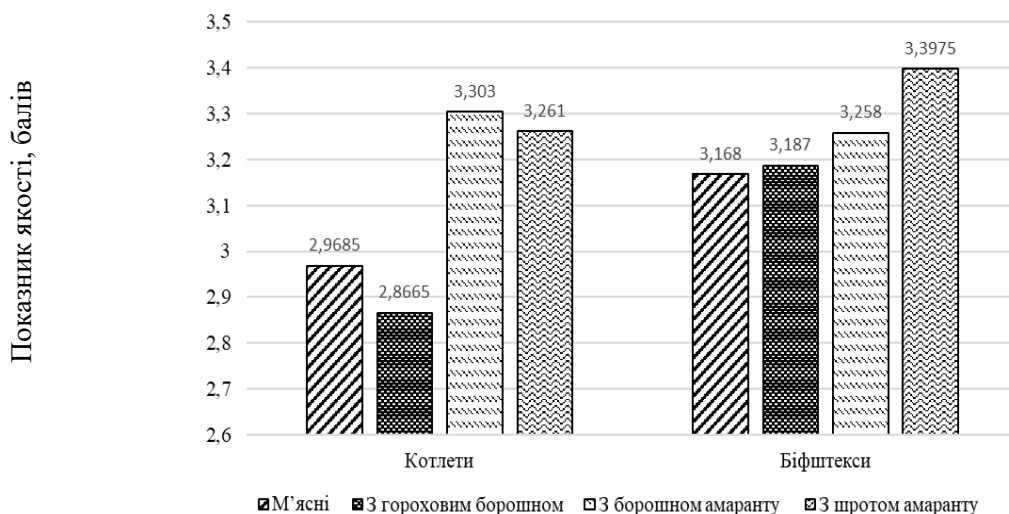


Рис. 2. Комплексний показник якості посічених напівфабрикатів

Відповідно, серед котлет найвищим комплексним показником якості характеризувалися вироби з борошном амаранту (на 0.3345 бала більше, ніж у контролі, й на 0.042 бала більше, ніж у котлетах зі шротом амаранту) (див. *рис. 2*). Щодо біфштексів картина дещо інша – найвищий показник якості у виробів зі шротом амаранту (3.39), а порівняно з виробами з борошном амаранту цей показник виявився на 0.1395 та на 0.2295 бала вищим, ніж у контрольних виробих.

На другому етапі дослідження напівфабрикати оцінювали експерти-дегустатори за п'ятибальною шкалою. Результати дегустаційної оцінки наведено у вигляді профілограм на *рис. 3* та *4*.

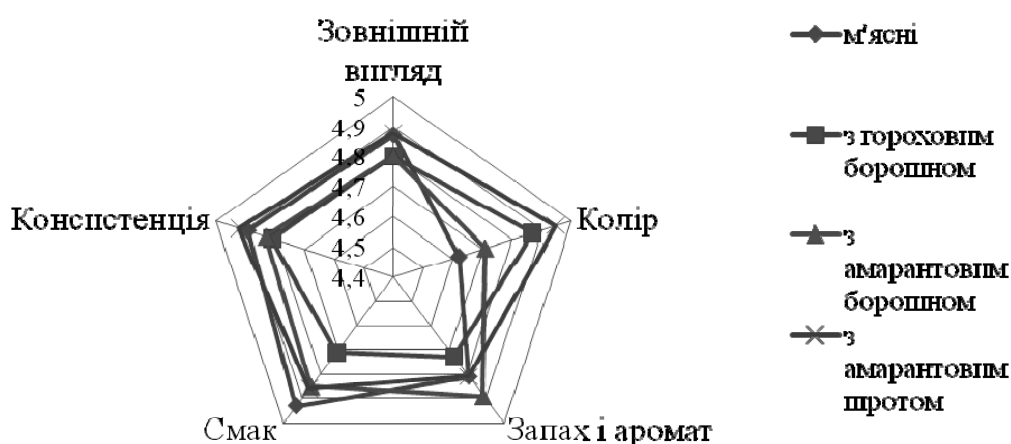


Рис. 3. Органолептичні профілі біфштексів

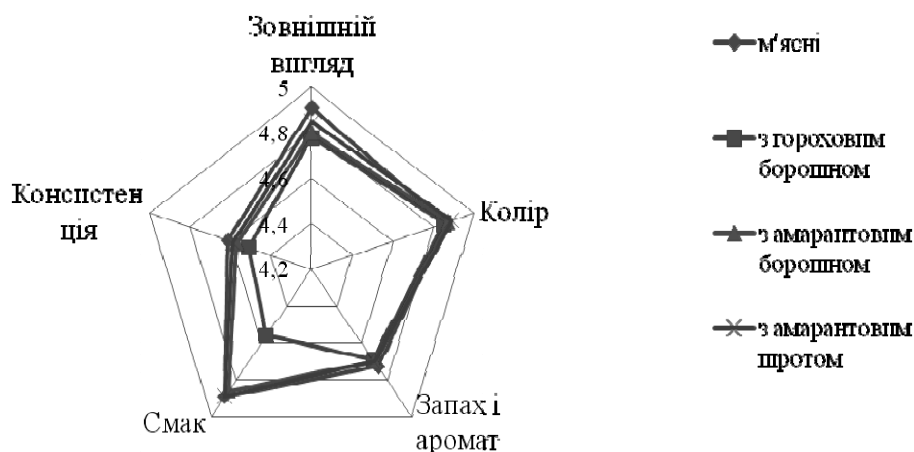


Рис. 4. Органолептичні профілі котлет

І контрольні, і дослідні напівфабрикати мали овальну форму з рівномірною поверхнею, без поламаних країв. На розрізі консистенція рівномірно перемішана, однорідна, запах і колір притаманні доброякісній сировині. Внесення рослинної добавки (гороху, амаранту) суттєво не впливає на колір напівфабрикату.

Консистенція смажених виробів соковита, некрихка, смак і аромат приємний. У котлетах і біфштексах із гороховим борошном був відчутний легкий присмак гороху, а з продуктами переробки зерна амаранту смак домішок не відчувався.

Органолептичні показники напівфабрикатів із борошном і шротом амаранту отримали високі бали. Причому, загальна органолептична оцінка біфштексів і котлет із борошном амаранту була близькою до контролю, а зі шротом – навіть дещо вищою. Різниця в загальній оцінці з м'ясними виробами становила лише 0.04–0.03 бала, що, на нашу думку, не є суттєвою. Найнижчу оцінку отримали вироби з гороховим борошном через сторонній бобовий присмак і запах.

Висновки. Математична модель оцінювання якості посічених напівфабрикатів, яку проведено за кваліметричним методом, уможливорює комплексно оцінити якість цих виробів, урахувавши харчову, біологічну цінність та органолептичні показники.

Заміна частини м'ясної сировини продуктами переробки зерна амаранту більш позитивно впливає на комплексний показник якості, зокрема, органолептичні характеристики напівфабрикатів і готових виробів після обсмажування, порівняно з гороховим борошном, а тому рекомендується до впровадження у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ISO 9000–2001. Системи управління якістю. Основні положення і словник. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 29 с.
2. *Бойко Т. Г.* Забезпечення єдності і точності кваліметричного оцінювання продукції. Автоматика, вимірювання та керування : Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". 2009. № 639. С. 175–179.
3. *Циба В. Т.* Кваліметрія – теорія вимірювання в гуманітарних і природничих науках. Соціальна психологія. 2005. № 4. С. 3–20.
4. *Фурсік О. П., Страшинський І. М.* Кваліметрична оцінка органолептичних показників варених ковбас. Наук. вісн. ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 75. С. 72–75.
5. *Петришин Н. З.* Удосконалення технології бубличних виробів підвищеної біологічної цінності : дис. ...канд. техн. наук : 05.18.01. Київ, 2005. 190 с.
6. *Інструкція до визначення комплексного показника якості макаронних виробів.* ВАТ "Макаронна фабрика". Київ, 2000. 8 с.
7. *Иванченко Г. Ф., Пивень Е. Н., Скобло Д. И.* Комплексный показатель качества хлебопекарной продукции. Хлебопекарная и кондитерская пром-сть. 1974. № 6. С. 17–19.
8. ДСТУ ISO 6658:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 17 с.

9. ДСТУ ISO 4121:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Ранжування харчових продуктів за допомогою методів із використанням шкал та категорій. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 15 с.
10. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов : учеб. пособ. для студентов ВУЗов. М. : Колос, 2001. 376 с.

Стаття надійшла до редакції 04.04.2018.

Lanytsia I., Hirniak L. Quality of cut meat products.

Background. Meat products with additives and fillers is a specific food product. Usually addition of additives affects a wide range of characteristics and parameters of new products: organoleptic, physico-chemical, technological, nutritional value, etc. These indicators together are a decisive factor that determines the competitiveness of the developed products on the market.

That is why there is an objective need for the application of the qualimetric method, which involves the combination of individual properties of the product, taking into account their importance. This makes it possible to assess the complexity of the newly-selected semi-finished products and to estimate them [1–3].

Analysis of the research and publications. Comprehensive indicators of quality on the principles of qualimetry were developed: for sausage products by O. P. Fursik, I. M. Strashinsky [4], bakery products by N. Z. Petryshyn [5], macaroni products were introduced in the special instructions of PJSC "Macaronna fabryka" (Kiev) [6]. Specialists from National University of Food Technologies H. F. Ivanchenko, E. N. Piven, D. I. Skobol proposed a mathematical model for assessing the quality of the bread [7]. Not enough attention was paid to evaluate the quality of the cut meat semifinished products by a qualimetric method in scientific literature.

The aim of the article is to compare the quality of the cut semi-finished products (cutlets and steaks) enriched with pea flour and amaranth grain processing products, using the qualimetric method.

Material and methods. The objects of the study were cut semis (cutlets and steaks), in which part of meat raw material (10 %) was replaced with pea flour and products of amaranth grain processing (meal and flour). For control was taken cut semi-finished products, made based on only meat raw materials.

To study the quality of products, a qualimetric method for assessing the quality of semi-finished products was used. Among the main characteristics were selected nutritional (moisture content, protein, fats, carbohydrates and ash) and biological value (amino acid score, biological value of protein, biological efficiency of fat, content of vitamins and minerals), as well as organoleptic characteristics. Food and biological value was investigated using standard methods, and sensory characteristics were determined using the profile method.

Results. Taking into account weighting factors, a mathematical model of a complex index of quality of cut meat half-finished products was developed and these indices for the studied products were determined.

Among the cutlets products with amaranth flour had the highest complex quality index, and steaks with amaranth oil cake.

Conclusion. The developed qualimetric mathematical model of quality estimation of cutmeat semi-finished products allows to comprehensively evaluate the quality of these products, taking into account nutritional, biological value and organoleptic parameters.

The replacement of a part of the meat raw material by amaranth grain processing products more positively affects the complex quality indices and organoleptic parameters of the semi-finished products and finished products after roasting than with pea flour. That is why it's recommended to introduce it into production.

Keywords: cut meat semi-finished products, quality, mathematical model of quality estimation.

REFERENCES

1. DSTU ISO 9000–2001. Systemy upravlinnja jakistju. Osnovni polozhennja i slovnyk. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2001. 29 s.
2. *Bojko T. G.* Zabezpechennja jednosti i tochnosti kvalimetrychnogo ocinjuvannja produkcii'. Avtomatyka, vymirjuvannja ta keruvannja : Visn. Nac. un-tu "L'vivs'ka politehnika". 2009. № 639. S. 175–179.
3. *Cyba V. T.* Kvalimetrija – teorija vymirjuvannja v gumanitarnyh i pryrodnychych naukah. Social'na psihologija. 2005. № 4. S. 3–20.
4. *Fursik O. P., Strashyns'kyj I. M.* Kvalimetrychna ocinka organoleptychnyh pokaznykiv varenyh kovbas. Nauk. visn. LNUVMBT im. S. Z. G'zhyc'kogo. 2017. T. 19. № 75. S. 72–75.
5. *Petryshyn N. Z.* Udoskonalennja tehnologii' bublychnyh vyrobiv pidvyshhenoi' biologichnoi' cinnosti : dys. ...kand. tehn. nauk : 05.18.01. Kyi'v, 2005. 190 s.
6. *Instrukcija do vyznachennja kompleksnogo pokaznyka jakosti makaronnyh vyrobiv.* VAT "Makaronna fabryka". Kyi'v, 2000. 8 s.
7. *Ivanchenko G. F., Piven' E. N., Skoblo D. I.* Kompleksnyj pokazatel' kachestva hlebopekarnoj produkcii. Hlebopekarnaja i konditerskaja prom-st'. 1974. № 6. S. 17–19.
8. DSTU ISO 6658:2005. Doslidzhennja sensorne. Metodologija. Zagal'ni nastanovy. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. 17 s.
9. DSTU ISO 4121:2005. Doslidzhennja sensorne. Metodologija. Ranzhuvannja harchovyh produktiv za dopomogoj metodiv iz vykorystannjam shkal ta kategorij. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. 15 s.
10. *Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A.* Metody issledovanija mjasa i mjasnyh produktov : ucheb. posob. dlja studentov VUZov. M. : Kolos, 2001. 376 s.