

ПІДПРИЄМНИЦТВО ТА ТОРГІВЛЯ

УДК 635.62:[502.175:669.018.674](477.54)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕЧНОСТІ

Т.М. Летуґа, С.В. Сорокіна, В.О. Акмен, Л.В. Татар, А.І. Кудряшов

Споживчий ринок сьогодні перебуває в симбіозному зв'язку з безпечністю та якістю харчових продуктів. Гарбуз, як рослина, здатен накопичувати солі важких металів, що знижує якість продукту, а відповідно – споживну цінність на ринку. Унаслідок моніторингу токсикогенного стану тканин плодів гарбуза встановлено максимальне накопичення токсичних елементів у тканинах екзокарпію, мезокарпій визначено як «найчистіший» для всіх дослідних сортів. Відзначено доцільність здійснення процесів зниження токсичних речовин під час переробки гарбуза для забезпечення ринку конкурентоспроможними продуктами.

Ключові слова: *сорт гарбуза, споживчий ринок, конкурентоспроможність, якість, безпечність, солі важких металів, біоакмуляція, рослинні тканини.*

ENSURING PRODUCT COMPETITIVENESS BASED ON SAFETY INDICATOR MONITORING

T. Letuta, S. Sorokina, V. Akmen, L. Tatar, A. Kudriashov

The modern economy is increasingly focused on improving the quality of human life, which is intrinsically linked to the safety and consumer value of food products. During cultivation, plants are known to accumulate various substances, including nitrates, nitrites, toxins, and heavy metal salts, which significantly impair their quality. Among these, heavy metal salts (e.g., Rb, Sr, Ga, Pb, Cd) pose the greatest risk due to their potential to bioaccumulate in the human body, disrupt biological processes such as metabolism and tissue protein structure, and induce mutations. Environmental degradation further exacerbates this issue by increasing the concentration of toxic substances in soil and water, subsequently affecting crops and diminishing their market competitiveness.

Regular monitoring of heavy metal accumulation in plant products is therefore critical to ensuring their safety and suitability for a healthy diet, particularly those rich in biologically active substances. Pumpkin is a notable example due to its nutritional value and widespread use.

This study investigated the accumulation of heavy metals in various economically significant pumpkin varieties, including Chudovyi, Zhdana, Slavuta,

Stolovyi zymovyi, Khersonskiy, Khutoryanka, Marmurovyyi, Arabatskyyi, and Ukrainskiy mnohoplodnyi. The objective was to identify potential risks associated with heavy metal content and ensure the provision of safe, high-quality food. Atomic absorption spectroscopy, following state standard 30178-96, was used for quantitative measurements based on calibration graphs.

Analysis revealed the presence of heavy metals (e.g., cadmium, lead, copper, and zinc salts) in the selected pumpkin varieties. Notably, the maximum permissible concentration (MPC) for lead salts was exceeded in the fruits of Chudovyi and Zhdana varieties. The study also identified genotypic differences influencing the accumulation of specific heavy metals, varying according to metal type and fruit variety.

Regarding anatomical structure, the highest concentrations of toxic elements were found in the exocarp, while the mesocarp consistently demonstrated the lowest levels across all varieties. This pattern likely reflects the deposition of excess ions and unused metabolic ions in the exocarp.

The results emphasize the need for strategies to reduce toxic substances during pumpkin processing. Effective quality management in plant-based food production is essential for minimizing toxic substance content and ensuring the delivery of safe products to consumers. Such measures will enhance the financial performance and competitiveness of agricultural enterprises, promote sustainable practices, and reduce environmental pollution, aligning with the principles of sustainable development.

Keywords: *pumpkin varieties, consumer market, competitiveness, quality, safety, heavy metal salts, bioaccumulation, plant tissues, consumer value, sustainable development, quality management.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Підвищення безпеки харчових продуктів рослинного походження, що постачаються на ринок і мають забезпечувати якісне життя споживачам, є одним з пріоритетних напрямків розвитку економіки держави в умовах посилення глобалізації світової економіки. На сьогоднішній день з метою підвищення конкурентних переваг аграрного підприємства та забезпечення сталого розвитку економіки України виникає потреба в оптимізації поєднання економічної, екологічної та соціальної складових. Адже акцент програми Сталого розвитку має орієнтацію на звичайну людину і зміну на краще екологічного та соціально-економічного середовища та якості її життя у природному довіллі. У сучасних умовах екологічна безпека та якість виробленої аграрними товаровиробниками продукції є основними факторами внутрішньої та зовнішньої конкурентоспроможності [1, с. 95–96].

Розглядаючи проблему забезпечення торговельних підприємств конкурентоспроможними продуктами рослинного походження, слід приділяти увагу проблемам їх безпеки. Безпека продукту – це відсутність у ньому токсичного, канцерогенного, мутагенного та інших негативних впливів на організм людини при вживанні в

загальноприйнятих кількостях. До речовин, які визначають екологічну безпеку, відносять сполуки важких металів. Токсичність солей важких металів залежить від їх вмісту в продуктах харчування. У малих кількостях вони є необхідними для життєдіяльності мікроелементами, а у великих – токсикантами.

Серед великої кількості овочевих культур, які вирощують в Україні, помітне місце займає гарбуз. Гарбуз – справжня скарбниця корисних речовин, які мають захисні і лікувально-профілактичні властивості і добре засвоюються організмом людини. У ньому є цукри, каротин, вітаміни С, В₁, В₂, В₅, В₆, Е, РР і рідкісний вітамін Т, який сприяє прискоренню обмінних процесів в організмі, вітамін К, необхідний для згортання крові, пектинові речовини, мінерали, у тому калій, кальцій, залізо [2, 3].

Каротину в гарбузі в п'ять разів більше, ніж в моркві, і в три рази більше, ніж в яловичій печінці. З цієї причини офтальмологи рекомендують людям з порушеннями зору вживати гарбуз і гарбузовий сік. Пектинові речовини, виявлені в гарбузі у великій кількості, сприяють виведенню з організму токсичних речовин і холестерину. Блюда з гарбуза рекомендують включати в раціон для профілактики гострого і хронічного нефриту пієлонефритів. Завдяки солям калію, гарбуз має сечогінну дію [4, 5].

Однак, більшість сільськогосподарських товаровиробників застосовують переважно інтенсивну технологію вирощування культур, яка обумовлює використання значної кількості добрив, що може спровокувати явище деградації ґрунтів, зменшення вмісту гумусу, зниження їх родючості, і як наслідок порушення екологічної рівноваги в природі та незадоволення потреб споживачів щодо показників якості та безпеки отриманої продукції. Адже, плоди гарбуза здатні накопичувати різноманітні токсичні речовини, нітрати, солі важких металів, радіонукліди, пестициди та інші хімічні речовини, які потрапляють у продукт через коріння з ґрунту, води, всмоктуються при рості з повітря тощо і накопичуються в різних частинах рослин чинять негативний вплив на здоров'я людини. Деякі з зазначених елементів в природному середовищі не впливають на зростання рослин і не несуть корисний фізіологічний вплив для рослин, наприклад, кадмій або свинець [6]. Однак такі елементи можуть чинити токсигенний ефект на організм, при споживанні продукту людиною.

Саме намагання досягнути рівноважного вмісту токсичних елементів у продуктах рослинного походження, дотримуючись суворих стандартів безпечності, бачиться як рішення проблем і можливостей у

продовольчому секторі, включаючи покращення якості і підвищення рівня їх затребуваності на споживчому ринку.

Тому дослідження вмісту токсичних речовин, а саме солей важких металів у різних ботанічних сортах гарбуза, є актуальним при рішенні проблеми продажу населенню безпечних харчових продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Безпечність, а відповідно і якість сільськогосподарської продукції виступає зараз на перший план як основний критерій конкурентоспроможності і як найголовніше завдання на всіх рівнях державного управління. Адже продукція вітчизняних аграріїв відноситься до економічно пріоритетних, оскільки надходить на експорт [7]. Проблема накопичення важких металів у продуктах рослинного походження, як чинник, що впливає а зниження якості, турбує фахівців різних напрямків і досліджується вченими як в Україні, так і в інших країнах з розвинутим сільським господарством. Відомі дослідження вчених з Польщі, які доводили, що не всі сорти гарбуза накопичують високі концентрації металів (Rb, B, Sr, Ga, Pb, Cd, As, Ba та інші), чим показували якість продукту та безпечність та цінність як інгредієнту у раціоні харчування людини [8, с. 94]. Також значний вклад у дослідження проблем накопичення високих концентрацій металів і фенотипу токсичності, у поєднанні із короткими термінами обробки рослин та екологічно і сільськогосподарчо нерелевантними умовами зростання, займались фахівці Біологічного центру Чеської академії наук [9, с. 270–271]. Авторами висловлено думку, що накопичення токсичних металів може призводити до складного фенотипу токсичності і як наслідок впливати на порушення функцій рослин.

Вивчення вмісту різних металів, у тому числі і важких, у шкірці, м'якоті і насінні гарбуза проводились і в Ефіопії. Вчені доказували, що індекс небезпечності споживання м'якоті та насіння у їжу не вказують на наявність канцерогенного ризику, але можуть залежати від сорту овочу [10, с. 534–535].

Також розглядалось накопичення Pb и Cd у насінні гарбуза, вирощеної в різних містах Ірану. Незважаючи на вміст металів у дозах нижчих за еталонну. Дослідниками зроблено висновок про необхідність постійного моніторингу накопичення важких металів у овочевих культурах для забезпечення безпеки населення [11, с. 238].

У роботах вчених представлено достатній досвід вивчення концентрації та ступеню накопичення важких металів в гарбузах, залежно від міста вирощування та сорту, однак вивченню анатомічного розподілу важких металів у різних рослинних тканинах присвячено недостатньо робіт.

Особливістю досліджуваних нами речовини є те, що вони знаходяться в ґрунтовому розчині в іонній формі і поглинаються кореневою системою по закономірностях мінерального харчування рослин, тобто іонного транспорту. У всіх рослинах процес мінерального харчування принципово не розрізняється і включає поглинання іонів, їх радіальний транспорт по корені, завантаження ксилеми, транспорт по ній у надземні органи [12, 13].

При загальних закономірностях мінерального харчування рослинам притаманні визначені особливості його протікання, які детерміновані генетично, тобто визначаються генетичними розходженнями між сортами однієї і тієї ж культури, між різними видами. Ці розходження виявляються в різній будівлі корневих систем, різній загальній адсорбуючій поверхні коренів, а також у різному типі й інтенсивності метаболічних процесів. Ці фактори значною мірою визначають кількість і швидкість поглинання і транспорту іонів [14]. Відзначається, що внутрішньовидові розходження по особливостям мінерального харчування в злакових і бобових культурах вивчені недостатньо, а у відношенні технічних, овочевих і кормових культур маються лише одиничні роботи [15]. Разом з цим зазначені процеси впливають на формування складу тканин та ріст овочів і, як наслідок, визначають їх якість і споживну цінність як майбутнього товару на ринку.

Тому така увага вчених до проблем накопичення токсичних елементів у овочах і плодах є закономірною, адже багато підприємств розглядають відповідність нормативним документам, за показниками якості у сукупності з біологічною повноцінністю продукту, як стратегічну зброю, що дає пріоритетну можливість обійти конкурентів завдяки пропозиції товарів, які характеризуються кращими споживчими властивостями, а відповідно здатні задовольнити потреби і отримати переваги покупців. Таким чином, ступінь накопичення важких металів розглядається як один з основних показників якості і навіть як конкурентна необхідність для таких товарів, як гарбузи.

Виходячи з вищесказаного актуальним завданням є дослідження ступеню накопичення солей важких металів у різних тканинах плодів гарбуза господарсько-ботанічних сортів, які районовані в Харківській області, з метою забезпечування споживачів продуктами рослинного походження, які є якісними, безпечними та конкурентоспроможними на вітчизняному та міжнародних ринках.

Мета статті – дослідження вмісту та локалізації солей важких металів у рослинних тканинах плодів гарбуза різних господарсько-

ботанічних сортів для забезпечення споживчого ринку якісними та конкурентоспроможними продуктами харчування.

Виклад основного матеріалу дослідження. В основу досліджень покладено моніторинг вмісту важких металів у різних сортах гарбуза.

Об'єктами досліджень були наступні господарсько-ботанічні сорти гарбуза: Чудовий, Ждана, Славута, Столовий зимовий, Херсонський, Хуторянка, Мармуровий, Арабатський, Український багатоплідний, які мають конкурентоспроможність серед інших сортів, оскільки дають плоди багаті на мікронутрієнти та біологічно активні сполуки.

Вміст важких металів визначали за Державним стандартом 30178-96 атомно-абсорбційним методом, який ґрунтується на розпиленні азотнокислого розчину мінералізату досліджуваної проби, отриманого сухим або мокрим озоленням, у ацетиленово-повітряному полум'ї. Кількісне вимірювання солей важких металів проводили методом градуувального графіку [16].

Результати досліджень вмісту солей важких металів у господарсько-ботанічних сортах гарбуза показано на рис. 1.

Для господарсько-ботанічних сортів гарбуза характерні розходження за рівнем накопичення солей важких металів у плодах. Однак загальним для досліджених зразків є те, що за рівнем накопичення важкі метали можна розташувати в наступному порядку: цинк > мідь > свинець > кадмій. Експериментальні дані показують, що вміст кадмію у всіх сортах гарбуза не перевищує рівня гранично допустимих концентрацій (0,009...0,019 мг/кг).

Мідь і цинк як полівалентні метали, що легко утворюють різні комплекси, у тканинах овочів дуже рухливі, і їхній вміст у зразках значно варіює. Як свідчать результати досліджень, концентрації міді і цинку також не перевищують рівнів гранично припустимих. Вміст міді знаходиться в межах 1,7...3,6 мг/кг, цинку – 4,8...8,4 мг/кг. За рівнем накопичення свинцю в плодах господарсько-ботанічні сорти розташовуються в такому порядку: Чудовий > Ждана > Славута > Столовий зимовий > Херсонський > Хуторянка > Мармуровий > Арабатський > Українська багатоплідна.

Відзначимо, що вміст свинцю в плодах сортів Чудовий і Ждана перевищує ГДК на 60%. Отже, для господарсько-ботанічних сортів гарбуза характерна сортова специфічність накопичення солей важких металів у плодах. Причому, вона виявляється у відношенні кожного металу, тобто при накопичення максимальної кількості цинку сорт Арабатська накопичує менше свинцю і кадмію, ніж інші сорти.

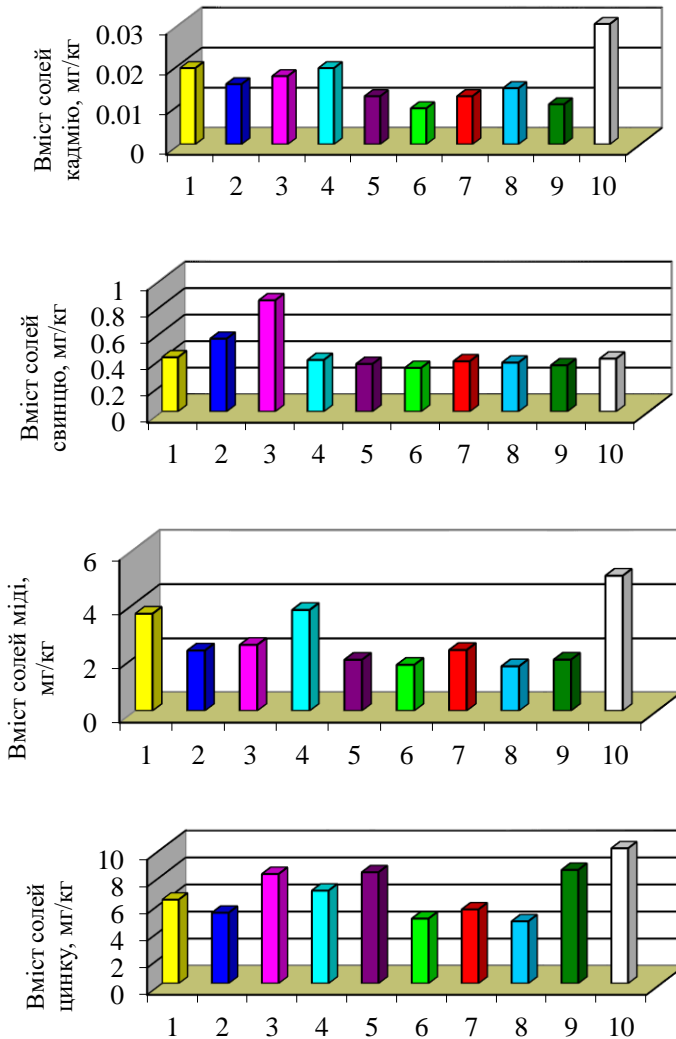


Рис. 1. Вміст солей важких металів у різних господарсько-ботанічних сортах гарбуза: 1 – Славуґа, 2 – Ждана, 3 – Чудовий, 4 – Столовий зимовий, 5 – Мармуровий, 6 – Український багатоплідний, 7 – Херсонський, 8 – Хуторянка, 9 – Арабатський, 10 – Гранично допустимі концентрації, побудовано авторами на основі отриманих експериментальних даних

Нами досліджувався анатомічний розподіл важких металів у різних рослинних тканинах досліджуваних сортів, тому що значимість їх, з погляду використання на харчові цілі споживачам неоднакова, а питома вага різна. У плодах гарбуза вміст токсичних речовин визначали в екзокарпії, мезокарпії і насіннях із насінняножками.

Специфічність у накопиченні іонів різними тканинами плоду гарбуза пов'язана з їхньою функціональною значимістю. Однією з функцій екзокарпії плодів гарбуза є те, що в цю тканину виводяться ті іони, що не є необхідними для метаболізму (свинець, кадмій), а також надлишкові кількості тих, котрі є важливими для фізіолого-біохімічних процесів (цинк, мідь). Така рециркуляція іонів між тканинами характерна для рослин. Так, вміст кадмію в екзокарпії перевищував його середній вміст у плоді в 1,6...2,4 разу; свинцю – 1,4...3,3 разу; міді – 1,2...1,8 разу; цинку – 1,6...1,8 разу (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл важких металів в анатомічних частинах гарбуза

Найменування зразка	Вміст, мг/кг			
	кадмію	свинцю	міді	цинку
1	2	3	4	5
Сорт Славута				
середній вміст	0,019	0,410	3,602	6,203
Екзокарпій	0,030	0,779	5,764	10,541
Мезокарпій	0,012	0,377	2,628	4,960
насіння з насінняножками	0,008	0,278	2,167	8,246
Сорт Ждана				
середній вміст	0,015	0,550	2,240	5,230
Екзокарпій	0,025	1,600	3,282	9,205
Мезокарпій	0,011	0,570	1,478	4,330
насіння з насінняножками	0,005	0,375	3,256	6,860
Сорт Чудовий				
середній вміст	0,017	0,840	2,450	8,100
Екзокарпій	0,037	1,680	4,312	12,636
Мезокарпій	0,011	0,739	1,764	5,022
насіння з насінняножками	0,008	0,588	3,922	11,692
Сорт Столовий зимовий				
середній вміст	0,019	0,390	3,740	6,870
Екзокарпій	0,028	0,710	5,910	10,670
Мезокарпій	0,011	0,480	2,360	4,690
насіння з насінняножками	0,007	0,340	3,215	8,483

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
Сорт Мармуровий				
середній вміст	0,012	0,360	1,896	8,230
екзокарпій	0,018	0,735	3,120	12,950
мезокарпій	0,009	0,355	1,250	6,430
насіння з насінняножками	0,007	0,340	2,750	10,870
Сорт Український багатоплідний				
середній вміст	0,009	0,330	1,709	4,800
екзокарпій	0,020	1,056	3,061	7,776
мезокарпій	0,005	0,244	1,275	3,792
насіння з насінняножками	0,040	0,207	2,742	6,480
Сорт Херсонський				
середній вміст	0,012	0,380	2,260	5,480
екзокарпій	0,024	1,060	3,670	8,750
мезокарпій	0,015	0,356	0,868	4,915
насіння з насінняножками	0,008	0,510	3,487	6,592
Сорт Хугорянка				
середній вміст	0,014	0,370	1,655	4,600
екзокарпій	0,017	1,050	2,785	7,430
мезокарпій	0,010	0,240	1,330	3,590
насіння з насінняножками	0,009	0,260	2,665	5,950
Сорт Арабатський				
середній вміст	0,010	0,350	1,901	8,401
екзокарпій	0,025	0,711	3,231	13,441
мезокарпій	0,007	0,255	1,140	6,720
насіння з насінняножками	0,006	0,234	2,984	10,920

Джерело: побудовано авторами на основі отриманих експериментальних даних

Разом з цим екзокарпій є частиною, яка не використовується споживачами і може мати лише технічне значення для певних галузей промисловості. Найбільшу споживну цінність, промислове значення і економічну цінність має мезокарпій гарбуза.

Високий вміст цинку і міді в насіннях із насінняножками пояснюється тим, що в них у процесі формування і дозрівання протікають інтенсивні біохімічні процеси, а цинк і мідь, як кофактори багатьох ферментів, необхідні для їхньої регуляції.

Викладене вище дає підставу вважати, що встановлені нами розходження між господарсько-ботанічними сортами за рівнем вмісту важких металів обумовлені їх генотиповими особливостями. Саме генотип визначає сортові розходження в характері морфогенезу,

фізіолого-біохімічних процесах, у тому числі і мінеральному харчуванні рослини.

Виходячи з досліджень, вітчизняним аграріям у процесі регулювання вмісту токсичних елементів, які були досліджені вище, доцільно спиратись на досвід країн із розвиненим ринком екологічно чистої продукції, де застосовуються канали прямого збуту: продаж споживачам через мережу Інтернет або мережеві кооперативні магазини; заключення договорів із ресторанами, спеціалізованими підприємствами роздрібною торгівлі, переробними підприємствами; продаж через представників оптової торгівлі.

Висновки. Правильний підбір сортів дозволить знизити рівень токсичних речовин, а отже, забезпечити харчову безпечність, високу якість, а відповідно конкурентоспроможну перевагу готової продукції серед споживачів.

Проведені дослідження дозволили також встановити особливості локалізації токсичних речовин у рослинних тканинах гарбуза:

– за локалізацією солей важких металів тканини плодів гарбуза розподіляються в такий спосіб: екзокарпій > насіння із насінняножками > мезокарпій;

– «найчистішим» компартаментом у плодах гарбуза є мезокарпій.

Проведені дослідження свідчать про необхідність запровадження ефективного управління якістю в системі загального менеджменту підприємств по переробці продуктів рослинного походження, які забезпечать введення операцій по зниженню вмісту токсичних речовин у всіх тканинах рослинної сировини при її переробці. Це прямим чином впливатиме на задоволення потреб споживачів у якісних та безпечних продуктах і закономірний ріст результативності фінансових й економічних показників підприємства.

Отже, вирішення комплексу проблем, пов'язаних з екологізацією вирощування і виробництва продуктів з гарбуза дозволить посилить конкурентні позиції аграрних підприємств на міжнародному ринку та сприятиме обмеженню забруднення навколишнього середовища в рамках розвитку програми Сталого розвитку.

Список джерел інформації / References

1. Курман Т.В. Сталый розвиток сільськогосподарського виробництва: проблеми правового забезпечення: монографія. Харків: Юрайт, 2018. 376 с. URL: https://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/18665/1/Kurman_2018_mon.pdf

Kurman, T.V. (2018). *Stalyi rozvytok silskohospodarskoho vyrobnytstva: problemy pravovoho zabezpechennia: monohrafiia* [Sustainable development of agricultural production: problems of legal support]. Kharkiv: Yurait, 376. Retrieved

from https://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/18665/1/Kurman_2018_mon.pdf [in Ukrainian].

2. Rezig, L., Chouaibi, M., Msaada, K., Hamdi, S. (2012). Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 82-87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.12.004>

3. Kim, M.Y., Kim, E.J., Kim, Y.N., Choi, C., Lee, B.H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. *Nutrition research and practice*, 6(1), 21–27. DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2012.6.1.21>

4. Sarah Jane Monica, Sheila John, Madhanagopal R., et al. (2022). Chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seeds and its supplemental effect on Indian women with metabolic syndrome. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(8), 103985. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.103985>

5. Gohari, A.A., Farhoosh, R., Haddad Khodaparast, M.H. (2011). Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) Grown in Iran. *JAST*, 13(7), 1053-1063. URL: <http://jast.modares.ac.ir/article-23-9897-en.html>

6. Ugulu Ilker, Khan Zafar, Kafeel Ahmad, Mehmood Naunain, Dogan Yunus. (2022). Determination of heavy metal accumulation in wastewater irrigated pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) by spectroscopic method. *Arabian Journal of Geosciences*, 15, 1238. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10519-2>

7. Томашук І.В., Борболук Є.А. Значення аграрного сектора економіки у забезпеченні продовольчої безпеки України. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-26>

Tomashuk, I.V., Borboliuk, Ye.A. (2023). Znachennia ahrarnoho sektora ekonomiky u zabezpechenni prodovolchoi bezpeky Ukrainy [The importance of the agricultural sector of the economy in ensuring food security in Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, 58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-26> [in Ukrainian].

8. Stępniewska, A., Czech, A., Sujak, A., Matusiewicz, P., Chałabis-Mazurek, Ag. (2020). The effect of pumpkin varieties on the content of selected toxic elements from south-eastern Poland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103632>

9. Hendrik Küpper, Elisa Andresen. (2016). Mechanisms of metal toxicity in plants. *Metallomics*, 8(3), 269–285. DOI: <https://doi.org/10.1039/c5mt00244c>.

10. Abeb Yetesha, Bhagwan Singh Chandravanshi, Weldegebriel Yohannes. (2023). Major and heavy metals contents and health risk assessment of pumpkin peel, flesh and seed by microwave plasma-atomic emission spectroscopy. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 37(3), 533-551. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/bcese.v37i3.1>

11. Toriki Z., Mehrasebi M.R., Nazari F., Kamali K., Hosseini M.-J. (2018). Concentration and exposure assessments of cadmium and lead in pumpkin, sunflower, watermelon, and jabooni seeds collected in Iran. *International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture*, 73(4), 236-242. DOI: <https://doi.org/10.17660/th2018/73.4.5>

12. Kathpalia, R., Bhatla, S.C. (2018). Plant Mineral Nutrition. *Plant Physiology, Development and Metabolism*. Springer: Singapore, 37-81. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1_2

13. Rengel, Z., Cakmak, I., White, P.J. (2023). *Marschner's Mineral Nutrition of Plants (Fourth Edition)*. London: Academic Press, 775-795. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819773-8.00031-9>

14. Petra Marschner. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants Third Edition*. London: Academic Press, 649. Retrieved from: https://home.czu.cz/storage/737/65060_Mineral-Nutrition-of-higher-plants-Marschner-2012.pdf

15. Rengel, Z., Cakmak, I., White, P.J. (2022). *Marschner's Mineral Nutrition of Plants*. San Diego: Academic Press, 795. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819773-8.00031-9>

16. ГОСТ 30178-96. Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. [Чинний від 2002-01-01]. Вид. офіц. Міждержавний стандарт: Стандартиформ, 2001. 18 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76401

HOST 30178-96. (2002). Сыровына і продукты харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів [Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76401 [in Ukrainian].

Летуга Тетяна Миколаївна, канд. техн. наук, доц., професор, кафедра торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи, Державний біотехнологічний університет; e-mail: lettanya@ukr.net

Letuta Tetiana, PhD, Associate Professor, Professor, Department of Trade, Hotel and Restaurant and Customs affairs, State Biotechnological University; e-mail: lettanya@ukr.net

Сорокіна Світлана Вікторівна, канд. техн. наук, доц., кафедра торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи, Державний біотехнологічний університет; e-mail: sorokinasvetlana0508@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-2137-5077.

Сорокіна Світлана, PhD, Associate Professor, Department of Trade, Hotel and Restaurant and Customs affairs, State Biotechnological University; e-mail: sorokinasvetlana0508@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-2137-5077.

Акмен Вікторія Олександрівна, канд. техн. наук, доц., кафедра торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи, Державний біотехнологічний університет; e-mail: viktoriaakmen@gmail.com; ORCID ID: orcid.org/0000-0001-5938-6161.

Акмен Вікторія, PhD, Associate Professor, Department of Trade, Hotel and Restaurant and Customs affairs, State Biotechnological University; e-mail: viktoriaakmen@gmail.com; ORCID ID: orcid.org/0000-0001-5938-6161.

Татар Лариса Василівна, канд. техн. наук, старший викладач, кафедра торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи, Державний біотехнологічний університет; e-mail: tornago1972@gmail.com.

Tatar Larysa, PhD, Senior Lecturer Department of Trade, Hotel and Restaurant and Customs affairs, State Biotechnological University; e-mail: tornago1972@gmail.com

Кудряшов Андрій Ігорович, канд. техн. наук, кафедра торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи, Державний біотехнологічний університет; e-mail: futpmd5@ukr.net

Kudriashov Andrii, PhD, Department of Trade, Hotel and Restaurant and Customs affairs State Biotechnological University; e-mail: futpmd5@ukr.net

DOI 10.5281/zenodo.14634340

UDK 664.7+339.5

RESEARCH OF CONSUMER PROPERTIES OF BUCKWHEAT PORRIDGE AT THE CUSTOMS EXAMINATION

V. Chobitok, A. Pak, A. Pak, M. Sofronova

The aim of the article is to expand the limits of the application of physico-mathematical methods of evaluating the quality of cereals during their customs examination and to develop the possibilities of exporting buckwheat groats based on the commodity evaluation of its quality. The object of the study is buckwheat groats of different manufacturers.

Keywords: buckwheat groats, commodity examination, hygroscopic properties, porosity, swelling kinetics

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАШ ГРЕЧАНИХ ПІД ЧАС МИТНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

В.І. Чобіток, А.В. Пак, А.О. Пак, М.С. Софронова

Об'єктом дослідження є гречана крупа першого татунку різних виробників: ТМ «Розумний вибір», ТМ «Хуторок», ТМ «Сквирянка», ТМ «Своя лінія», ТМ «Терра». Метою роботи є розширення меж застосування фізико-математичних методів оцінки якості круп під час їх митної експертизи та розвиток можливостей експорту крупи гречаної на основі товарознавчої оцінки її якості.

Дослідженнями гігроскопічних властивостей крупи гречаної встановлені значення відносної вологості повітря, за яких можливе тривале зберігання даної продукції у паропроникному упакуванні, %: ТМ «Розумний вибір» – 69; ТМ «Хуторок» – 68; ТМ «Сквирянка» – 69; ТМ «Своя лінія» – 63; ТМ «Терра» – 72. У разі необхідності зберігання крупи гречаної за більшої відносної вологості повітря зберігання необхідно проводити у паронепроникному упакуванні. Дослідженнями пористості круп встановлені