

Ministry of Education and Science of Ukraine
**ODESSA NATIONAL ACADEMY OF
FOOD TECHNOLOGIES**

International Competition of
Student Scientific Works

BLACK SEA SCIENCE 2018 PROCEEDINGS



April, 4, 2018
ODESSA, ONAFT 2018

Ministry of Education and Science of Ukraine
Odessa National Academy of Food Technologies

International Competition of Student Scientific Works

BLACK SEA SCIENCE 2018

Proceedings

April 4, 2018

Odessa, ONAFT 2018

Міністерство освіти і науки України
Одеська національна академія харчових технологій

Міжнародний конкурс студентських наукових робіт

BLACK SEA SCIENCE 2018

Матеріали

4 квітня 2018 року

Одеса, ОНАХТ 2018

UDC 001(262.5):378.4.091.27(08)
BBC 421D221
B64

Editorial board:

Prof. B. Yegorov, D.Sc., Rector of the Odessa National Academy of Food Technologies, Editor-in-chief

Prof. M. Mardar, D.Sc., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work and International Relations, Editor-in-chief

Dr. I. Solonytska, Ph.D., Assoc. Professor, Director of the M. V. Lomonosov Technological Institute of Food Industry, Head of the jury of «Food Science and Technology»

Dr. O. Kalaman, Ph.D., Assoc. Professor, Director of the G. E. Weinstein Institute of Applied Economics and Management, Head of the jury of «Economics and Administration»

Prof. V. Volkov, D.Sc., Head of the Department of Applied Mathematics and Programming, Head of the jury of «Automation»

Prof. S. Artemenko, D.Sc., Head of the Department of Computer Engineering, Head of the jury of «IT Technologies and Cybersecurity»

Prof. B. Kosoy, D.Sc., Director of the V. S. Martynovsky Institute of Refrigeration, Cryotechnology and Ecoenergetics, Head of the jury of «Renewable Energy Sources and Environmental Protection»

Prof. L. Morozyuk, D.Sc., Professor of the Department of Cryogenic Engineering, Head of the jury of «Refrigerating Machines and Equipment»

Dr. V. Kozhevnikova, Ph.D., Assistant Professor of the Department of Hotel and Catering Business, ONAFT, Technical Editor

Black Sea Science 2018: Proceedings of the International Competition of Student Scientific Works, April 4, 2018, Odessa / Odessa National Academy of Food Technologies; B. Yegorov, M. Mardar (editors-in-chief.) [*et al.*]. – Odessa: ONAFT, 2018. – 827 p.

Proceedings of International Competition of Student Scientific Works «Black Sea Science 2018» contain the works of winners of the competition.

The author of the work is responsible for the accuracy of the information.

ISBN 978-966-289-181-2

Odessa National Academy of Food Technologies

УДК 001(262.5):378.4.091.27(08)
ББК 421D221
В64

Редакційна колегія:

Єгоров Б.В. – д.т.н., професор, ректор Одеської національної академії харчових технологій, відповідальний редактор

Мардар М.Р. – д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків, відповідальний редактор

Солоницька І.В. – к.т.н., доцент, директор технологічного інституту харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова, голова журі напрямку «Харчова наука і технологія»

Каламан О.Б. – к.е.н., доцент, директор інституту прикладної економіки та менеджменту ім. Г.Е. Вейнштейна, голова журі напрямку «Економіка і управління»

Волков В.Е. – д.т.н., професор, зав. кафедри прикладної математики і програмування, голова журі напрямку «Автоматизація»

Артеменко С.В. – д.т.н., професор, зав. кафедри комп'ютерної інженерії, голова журі напрямку «ІТ технології та кібербезпека»

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, голова журі напрямку «Відновлювані джерела енергії та охорона навколишнього середовища»

Морозюк Л.І. – д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки, голова журі напрямку «Холодильні машини і установки»

Кожевнікова В.О. – к.т.н., асистент кафедри готельно-ресторанного бізнесу, технічний редактор

Black Sea Science 2018: Матеріали Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт, 4 квітня 2018 р., Одеса / Одеська національна академія харчових технологій; Б. В. Єгоров, М. Р. Мардар (відп. ред.) [та ін.]. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – 827 с.

Збірник включає матеріали робіт переможців Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт «Black Sea Science 2018».

За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Organizing committee:

Prof. Bogdan Yegorov, D.Sc., Rector of Odessa National Academy of Food Technologies, Head of the Committee

Prof. Maryna Mardar, D.Sc., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work and International Relations of Odessa National Academy of Food Technologies, Deputy Head of the Committee

Prof. Stefan Dragoev, D.Sc., Vice-Rector on Research and Business Partnerships of University of Food Technologies (Bulgaria)

Prof. Baurzhan Nurakhmetov, D.Sc., First Vice-Rector of Almaty Technological University (Kazakhstan)

Prof. Andrzej Kowalski, Dr. habil., Director of Institute of Agricultural and Food Economics (Poland)

Dr. Olivera Djuragic, Ph.D., Director of Scientific Institute of Food Technology of University of Novi Sad (Serbia)

Prof. Mircea Bernic, Dr. habil., Vice-Rector on Research and Doctorate of Technical University of Moldova (Moldova)

Prof. Jacek Wrobel, Dr. habil., Rector of West Pomeranian University of Technology (Poland)

Prof. Michael Zinigrad, D.Sc., Rector of Ariel University (Israel)

Dr. Mei Lehe, PhD, Vice-President of Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University (China)

Prof. Plamen Kangalov, Ph.D., Vice-Rector on Education of “Angel Kanchev” University of Ruse (Bulgaria)

Dr. Alexander Sychev, Ph.D., Assoc. Professor of Sukhoi State Technical University of Gomel (Belarus)

Dr. Hanna Lilishentseva, Ph.D., Assoc. Professor, Head of the Department of Merchandise of Foodstuff of Belarus State Economic University (Belarus)

Prof. Heinz Leuenberger, Ph.D., University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland (Switzerland)

Організаційний комітет:

Сторов Богдан Вікторович – д.т.н., професор, ректор – Одеська національна академія харчових технологій – голова оргкомітету

Мардар Марина Ромиківна – д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків – Одеська національна академія харчових технологій – заступник голови оргкомітету

Драгоєв Стефан Георгієв – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи і бізнес партнерства – Університет харчових технологій (Болгарія)

Нурахметов Бауржан Кумаргалієвич – д.т.н., професор, перший проректор – Алматинський технологічний університет (Казахстан)

Ковальські Анджей – доктор-хабілітат, професор, директор інституту економіки сільськогосподарської та харчової промисловості – Інститут сільськогосподарської та продовольчої економіки (Польща)

Дюрагіц Олівера – доктор, директор інституту харчових технологій – Університет в м. Нові Сад (Сербія)

Бернік Мірча – доктор-хабілітат, професор, проректор з наукової роботи та докторантури – Технічний університет Молдови (Молдова)

Вробель Яцек – доктор-хабілітат, професор, ректор – Західнопоморський технологічний університет (Польща)

Зініград Михайл – доктор наук, професор, ректор – Аріельський університет (Ізраїль)

Лехе Мей – доктор, віце-президент – Технологічний інститут Нінбо Чжэцзянського університету (Китай)

Кангалов Пламен – професор, доктор, проректор з навчальної роботи – Русенський університет «Ангел Канчев» (Болгарія)

Сичев Олександр Васильович – к.т.н, доцент, проректор з навчальної роботи – Гомельський державний технічний університет ім. П. Й. Сухого (Білорусь)

Лілішенцева Анна Миколаївна – к.т.н, доцент, зав. кафедрою товарознавства продовольчих товарів – Білоруський державний економічний університет (Білорусь)

Леунбергер Хайнц – доктор, професор – Університет прикладних наук і мистецтв Північно-західної Швейцарії (Швейцарія)

ECOLOGICAL SAFETY OF FOOD PRODUCTS GROWN WITHIN THE URBOHEOSYSTEM

Author – Medvedeva Yu.

Supervisor – Nekos A.

V. N. Karazin Kharkiv National University

In the context of modern environmental studies, special attention needs to be paid to the analysis and evaluation of the pollution of plant products grown within the framework of urboheosystems. The urgency of the theme is due to the peculiarities of architectural planning of Ukrainian cities with widespread planting of fruit trees from the territories of private plots of residential complexes to industrial clusters. The country's population traditionally uses urban food products and processed products in its diet, neglecting the health risks associated with the accumulation of hazardous chemicals, in particular heavy metals, in fruits.

The purpose of the work is to determine the environmental safety of food products grown within the urboheosystem (for example, apple trees of the Nemyshliansky administrative district of Kharkiv).

In the course of the study samples of apple trees grown in different functional zones of the urboheosystem and the soil, as the habitat of their habitat, were selected. The analysis of samples of soil, apples and products of their processing on the content of heavy metals was carried out by atomic absorption spectrophotometry. The physical and chemical conditions of the soil cover, in particular pH, as a factor of mobility of heavy metals, are investigated. The estimation of the contamination of samples was carried out by comparing the established actual concentrations of heavy metals with their background and MPC. The risks of carcinogenic and non-carcinogenic effects from apple consumption by the population are calculated.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ХАРЧОВОЇ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИРОЩЕНОЇ У МЕЖАХ УРБОГЕОСИСТЕМИ

Автор – Медведєва Ю. В.

Керівник – Некос А.Н.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Вступ

У контексті сучасних екологічних досліджень особливої уваги потребує аналіз і оцінка забруднення рослинної продукції, вирощеної у межах урбогеосистем. Актуальність теми обумовлена особливостями архітектурного планування українських міст з повсюдним насадження плодкових дерев – від присадибних ділянок житлових комплексів до промислових кластерів. При цьому, плодів дерева виконують здебільшого не естетичну чи сануючу функції, як це поширене у країнах Заходу, а власне споживацьку. Населення країни традиційно використовує у своєму раціоні міську рослинну продукцію та продукти її переробки, нехтуючи ризиками для здоров'я, пов'язаними із акумуляцією у плодах забруднюючих речовин.

Передумовами для проведення досліджень є імплементація міжнародних угод, зокрема «Порядку денного на ХХІ століття» (1992 р.), «Орхуської конвенції» (1998 р.) у частині доступу громадськості до інформації про стан навколишнього середовища; а також реалізація ключових положень державної політики України: гарантування екологічно безпечного середовища, виявлення зон екологічного ризику, інформування населення щодо екологічних ризиків тощо.

Мета роботи – визначення екологічної безпеки харчової рослинної продукції, вирощеної у межах урбогеосистеми (на прикладі плодів яблунь Немишлянського адміністративного району м. Харкова).

Досягнення мети передбачає виконання наступних **завдань**:

- аналіз міжнародного і вітчизняного досвіду у сфері екологічної безпеки харчової рослинної продукції;
- відбір зразків плодів яблунь і ґрунту, як середовища їх місцезростання;
- лабораторний аналіз зразків плодів яблунь і продуктів їх переробки щодо вмісту важких металів; ґрунту – щодо вмісту важких металів і рівня рН, як визначального фактора поведінки важких металів у середовищі.
- оцінка канцерогенних і неканцерогенних ризиків для населення від споживання плодів яблунь, вирощених у межах урбогеосистеми.

• **Об'єкт дослідження** – плоди яблунь та ґрунт, як середовище їх місцезростання.

Предмет дослідження – рівень забруднення важкими металами плодів яблунь та ґрунту у межах плодкових насаджень урбогеосистеми.

Методи дослідження: польові і лабораторні, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, статистичні, аналітичний, порівняльно-географічний,

методи визначення канцерогенних і неканцерогенних ризиків для населення при споживанні харчової продукції.

Апробація результатів дослідження. Матеріали і результати дослідження були представлені на 5 міжнародних наукових конференціях. За темою роботи підготовлено 5 публікацій, у т. ч. 1 у виданні, що входить до Міжнародних наукометричних баз.

Практичне значення дослідження. Отримані результати можуть бути використані при створенні інформаційно-аналітичних матеріалів стосовно екологічного стану міста Харкова та прийнятті відповідних управлінських рішень у частині екологічної безпеки; у рамках просвітницької роботи серед населення щодо безпечності споживання рослинної продукції, вирощеної у межах міської території; при ландшафтно-архітектурному плануванні міст.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із збільшенням видів і зразків рослинної продукції, територіального охоплення – планується провести дослідження в урбогеосистемах Лівобережної України, оцінкою популяційних ризиків, розробкою науково-методичних рекомендацій щодо оптимізації екологічного стану міських помологоценозів

Розділ 1. Теоретичні і методичні засади дослідження екологічної безпеки харчової рослинної продукції

1.1 Стан вивчення екологічної безпеки харчової рослинної продукції в Україні і світі

Дослідження екологічної безпеки харчової рослинної продукції мають міждисциплінарний характер і розвиваються як складові різних галузей науки: медицини, географії, екології, геоекології, ландшафтознавства тощо. Історія досліджень бере свої витoki із стародавніх часів. Перші причинно-наслідкові зв'язки між складом їжі та здоров'ям людини були описані у працях Гіпократa (460-337 рр. до н. е.), Галена (130-200 рр. н. е.), Авіценни (980-1033 н.е) [9].

Крім вчених, увагу до якості харчової продукції приділяли посадовці і ремісники стародавніх держав. Так, у Греції була створена система контролю за якістю алкогольних напоїв, зокрема винних виробів. У середні віки в Європі діяла низка законів щодо безпеки і якості м'ясо-молочної продукції, вина тощо. З 1897 року в Австро-Угорщині розробляється низка стандартів на продовольчі продукти, що отримала назву Codex Alimentarius Austriacus [1]. В XX ст. розроблено основні міжнародні і національні стандарти, що регламентують вимоги до якості харчової продукції і діють дотепер – ISO, ГОСТ, ДСТУ тощо.

Процесам сертифікації і стандартизації передували тривалі дослідження хімічного складу харчової продукції та умов його формування. У цьому контексті слід відзначити довідник Р. Макканса та Е. Уіддоусона [16], в якому подано інформацію про склад і харчову цінність більш ніж 1200 продуктів. Важливими є праці проф. В. С. Колодязної [6], яка описала вплив харчових добавок на організм людини, токсичну дію важких металів і нітратів, дослідила природні токсиканти і шляхи їх транслокації до рослин. Не можна не відзначити дослідження проф. А. Кабати-Пендіас [22] щодо транслокації елементів з ґрунтового розчину до рослини, впливу властивостей ґрунту на розподіл мікроелементів, використання фітоіндикації для оцінки забруднення ґрунту тощо.

Фундаментальними є дослідження В. В. Докучаєва у сфері класифікації і районування ґрунтів, зонального розподілу ґрунтів, засобів покращення землеробства, В. І. Вернадського [2] із біосфери як оболонки існування живої речовини, геохімічної енергії живої речовини, геохімічних циклів; Б.П. Полинова [12] щодо ролі ґрунту у формуванні ландшафту, динаміку ландшафту та його геохімічний розвиток, особливостей міграції хімічних елементів у різних природних умовах; А. І. Перельмана [11] з геохімії, встановлення закономірностей міграції хімічних елементів у довкіллі, процесах техногенезу, антропогенних факторах впливу на розподіл хімічних елементів.

Сучасні дослідження присвячені здебільшого питанням органічного землеробства, підходам до вирощування екологічно безпечної продукції [5, 21], ризикам вживання генетично-модифікованих організмів [18], забрудненню сільськогосподарської продукції при зрошуванні [25], накопиченню важких металів у продуктах переробки плодово-овочевої продукції [28, 18, 27]. Значна увага приділяється проблемі забруднення ґрунту, як середовища зростання харчової рослинної продукції. Поширеними є дослідження щодо небезпеки використання пестицидів [30, 26], акумуляції важких металів в промислових районах і на території сміттєзвалищ [29, 19].

Аналіз останніх публікацій свідчить про загальну пріоритетність досліджень забруднення рослинної продукції на території приватних чи колективних фермерських господарств. При цьому недостатня увага приділена проблемам формування хімічного складу рослинної продукції, вирощеної у межах міської території. Зокрема це стосується фруктових продукцій – плодів яблунь, груші, сливи, вишні, абрикоси тощо. На багатьох присадибних ділянках багатоповерхових будинків України можна зустріти насадження куштів смородини, агрусу і навіть полуниці. Ця про-

дукція традиційно входить до раціону значної частини населення. Але проростаючи у місцях найбільшого антропогенного впливу ніяк не перевіряється на предмет можливого перевищення гранично-допустимих концентрацій хімічних елементів і може становити потенційну небезпеку для здоров'я людей, що споживають її.

1.2 Методи і умови проведення досліджень

Для дослідження обрано Немишлянський адміністративний район міста Харкова, цікавий в екологічному відношенні як поєднання техногенного осередку із селітебною і рекреаційною територіями. Під час польового етапу відібрано 8 зразків яблук і 8 зразків ґрунту у різних функціональних зонах: на території приватного сектору – зразок № 1; школи – № 3; скверу – № 4; присадибних ділянок багатоповерхівок – № 5, 8; транспортної зони – № 2, 6; промислового кластеру – № 7 (додаток А).

Лабораторний етап дослідження проведено на базі навчально-дослідної лабораторії аналітичних екологічних досліджень Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Статистична і графічна обробка отриманих даних здійснювалась у програмному забезпеченні «Microsoft Office Excel».

Відбір зразків ґрунту проводився у місцях яблуневих насаджень методом конверту відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-1:2004. Вміст рухомих форм важких металів (ВМ)¹ визначено за допомогою буферної амонійно-ацетатної витяжки з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Рівень рН ґрунту встановлено за допомогою універсального іономіру І-160 МІ відповідно до вимог ДСТУ ISO 10390:2007.

Відбір зразків яблук проведено відповідно до вимог ДСТУ ISO 874-2002. Із сировини зразку № 8 виготовлено продукти переробки яблук: сік-фреш, компот, варення. Пробопідготовку проведено відповідно до ГОСТ 26929-94. З плодів вибрано неїстівну частину – насіння і плодоніжки. Сформовані зразки доведено до повітряно-сухого стану у сушильній шафі з терморегулятором. Визначення концентрації ВМ у зразках яблук і продуктах їх переробки проведено на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-115 ПК.

Важкі метали (ВМ) – група хімічних елементів з відносною атомною масою понад 40 [Ю. В. Алексєєв, 1987]. При надлишковому вмісті у середовищі та організмах поводять себе як токсиканти, здатні накопичуватись у рослинах і тваринах

Розділ 2. Результати дослідження забруднення ґрунту, рослинної продукції та продуктів її переробки

2.1 Особливості акумуляції важких металів у ґрунтовому покриві

Встановлені значення рухомих форм ВМ у зразках ґрунту (Додаток Б) порівняно з їх ГДК [4]: Cr – 6,0; Zn – 23,0; Cu – 3,0; Pb – 6,0; Cd – 0,7 (мг/кг). Коефіцієнт небезпечності елементів розраховано відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка [3] за формулою 2.1. Результати наведені у таблиці 2.1.

$$K_n = C_i / \text{ГДК}, \quad (2.1)$$

де K_n – коефіцієнт небезпечності елементу у компоненті; C_i – фактичний вміст речовини у компоненті (мг/кг); ГДК – гранично-допустима концентрація речовини у компоненті (мг/кг).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти небезпечності ВМ у зразках ґрунту

№ зразка	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
1	0,004	0,184	0,242	0,006	0,272
2	0,003	0,142	0,003	0,027	0,212
3	0,004	0,155	0,011	0,007	0,384
4	0,001	0,041	0,002	0,019	0,223
5	0,000	0,326	0,001	0,008	0,130
6	0,002	0,213	0,005	0,002	0,197
7	0,001	0,011	0,000	0,003	0,037
8	0,004	0,138	0,004	0,019	0,237

Як видно з таблиці 2.1, в усіх зразках значення фактичних концентрацій ВМ не перевищують ГДК і з позиції санітарно-гігієнічних нормативів є безпечними для здоров'я людини. Проте ГДК єдині для усіх типів ґрунту і природних зон, тому вони не дають об'єктивну оцінку забруднення з екологічної точки зору. Враховуючи зазначене, проведено порівняльний аналіз фактичних концентрацій ВМ з їх фоновими значеннями. За фонові приймалися середні значення вмісту рухомих форм ВМ у ґрунтах Харківської області (мг/кг):

Cr – 0,1; Zn – 0,95; Cu – 0,5; Cd – 0,05; Pb – 0,5 [15]. Відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка [3], сумарний показник забруднення ґрунту ВМ розраховано за формулою 2.2. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.2. Для наочного уявлення подаємо гістограми отриманих значень (рис. 2.1).

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1), \quad (2.2)$$

де n – число елементів з K_{ci} більше 1;

K_{ci} – коефіцієнт концентрації хімічного елементу, що визначається співвідношенням між фактичним та фоновим вмістом речовини у компоненті (мг/кг).

Таблиця 2.2 – Сумарний показник забруднення ВМ зразків ґрунту

№ зразка ґрунту	Коефіцієнти концентрації ВМ у ґрунтах					Z_c	Рівень небезпеки [14]
	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb		
1	0,21	4,462	1,454	0,088	3,258	7,17	допустимий
2	0,173	3,445	0,016	0,378	2,538	4,98	допустимий
3	0,253	3,758	0,065	0,099	4,608	10,94	допустимий
4	0,089	0,985	0,011	0,27	2,672	2,672	допустимий
5	0,006	7,894	0,003	0,112	1,562	8,46	допустимий
6	0,13	5,164	0,032	0,026	2,362	6,53	допустимий
7	0,043	0,261	0,000	0,036	0,448	–	–
8	0,214	3,333	0,021	0,268	2,838	5,17	допустимий

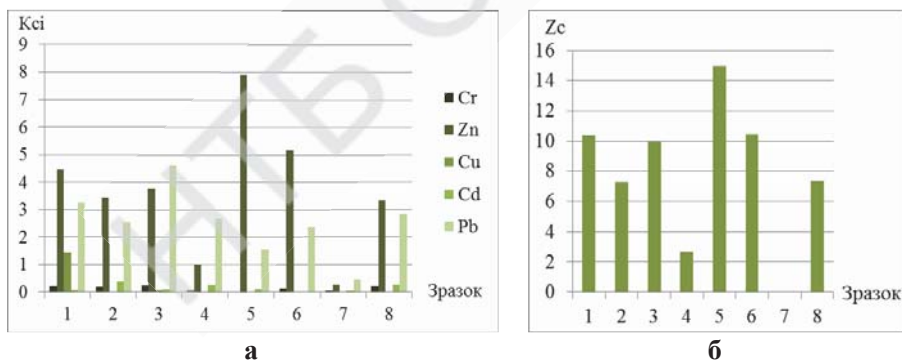


Рис. 2.1. Коефіцієнти концентрації ВМ (а) та сумарний показник забруднення ґрунту (б)

Перевищення фонових значень ВМ у більшості зразків спостерігається для Zn і Pb. У зразку № 1 зафіксовано перевищення фактичного вмісту Cu над його фоновим значенням у 1,45 раз. Найвищі значення коефіцієнтів концентрації характерні для Zn – від 0,26 до 7,89. Найбільш

забрудненими Zn є зразок № 5 – перевищення фону в 7,89 раз та зразок № 6 – у 5,16 раз. Найменші значення коефіцієнту концентрації Zn спостерігаються у зразку № 4 – 0,98 та зразку № 7 – 0,26. Найбільш забрудненими Pb є зразок № 3 – перевищення фону у 4,6 раз та зразок № 1 – у 3,26 раз. Найменші значення коефіцієнту концентрації Pb спостерігаються у зразку № 4 – 0,45.

Мінімальне значення сумарного показника забруднення ґрунту становить 2,67 – зразок № 4; максимальне 10,94 – зразок № 3. У зразку № 7 не спостерігається перевищення фонових значень для жодного з досліджуваних елементів, тому сумарний показник забруднення не розраховувався. Допустимим рівнем небезпеки для здоров'я населення вважається значення сумарного показника забруднення ґрунту від 0 до 16 [17]. Отже, всі зразки відповідають допустимому рівню забруднення.

Слід відзначити, що при дослідженні забруднення довкілля ВМ недостатньо провести лише аналіз вмісту хімічних елементів у певних компонентах середовища. Оскільки при зміні фізико-хімічних умов, суттєво змінюється міграційна здатність елементів та їх розподіл у середовищах. Одним з основних показників, що докорінним чином впливає на поведінку ВМ у ґрунті є кислотність. Рівень кислотності визначають за величиною водневого показника – рН, який відображає активність іонів водню у розчині. При зростанні кислотності рухливість більшості важких металів зростає. Наприклад, активність Cd у ґрунті безпосередньо залежить від ступеню кислотності. Найбільш рухомим Cd є при величині рН від 4,5 до 5,5. Підкислення ґрунту сприяє переходу Cd до ґрунтового розчину: за рН 6-8 у ґрунтовому розчині міститься 1-3 % металу від його валового вмісту у ґрунті, за рН 4-6 – до 10 %, а за рН 3-4 – до 70 % [9]. При цьому рухомість деяких важких металів навпаки підвищується із зростанням рН – наприклад, Mo і Cr.

Таким чином, значення рухомих форм ВМ у ґрунті в межах ГДК ще не засвідчує безпечність для довкілля і людини. Оскільки валовий вміст є значно вищим, при збільшенні рівня кислотності важкі метали можуть перейти до ґрунтового розчину з подальшою транслокацією до рослини.

Враховуючи наведене, нами проведено аналіз зразків ґрунту щодо рівня рН водного розчину, який характеризує актуальну кислотність та рН сольового розчину, який характеризує потенційно обмінну кислотність. Актуальна кислотність відображає міру активності іонів водню у ґрунтовому розчині; потенційна – кількість компонентів, які можуть у перспективі перейти з твердої фази до ґрунтового розчину. Саме актуальна кислотність впливає на рослини і мікрофауну ґрунтової товщі.

Методику проведення аналізу зразків ґрунту на рівень рН наведено у розділі 1, результати – у додатку Б та на рис. 2.2.

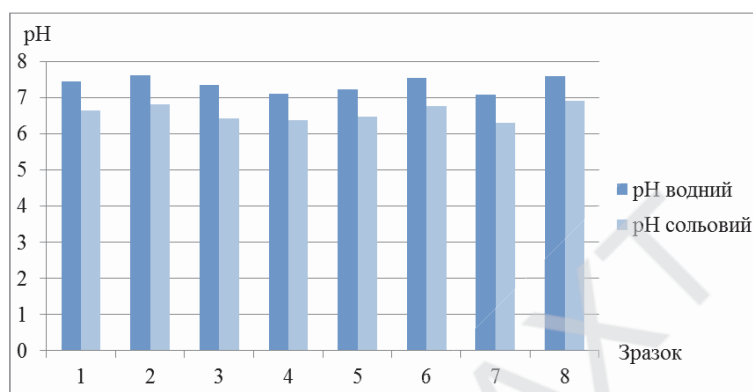


Рис. 2.2. Значення водного і сольового рН у зразках ґрунту

Аналіз гістограми на рис. 2.2 показав, що всі зразки ґрунту мають нейтральну реакцію середовища. Діапазон значень рН водного розчину варіюється від 7,1 у зразку № 7 до 7,62 у зразку № 2; рН сольового розчину – від 6,3 у зразку № 7 до 6,82 у зразку № 2. Таким чином, фізико-хімічна обстановка середовища не є сприятливою для зростання рухливості ВМ.

Особливості акумуляції важких металів у рослинній продукції

Встановлені значення ВМ у зразках яблук (Додаток Б) порівняно з їх ГДК [13]: Zn – 10,0; Cu – 5,0; Cd – 0,03; Pb – 0,4 (мг/кг); для Cr ГДК становить 0,1 мг/кг [8]. Коефіцієнт небезпечності елементів розраховано відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка [3] за формулою 2.1. Результати наведені у таблиці 2.3 та на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти небезпечності ВМ у зразках яблук

№ зразка	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
1	2,06	0,419	0,213	8,167	8,553
2	1,82	0,143	0,193	3,233	2,868
3	1,44	0,328	0,228	3,667	9,715
4	2,46	0,096	0,176	7	4,76
5	0,96	0,132	0,205	2,933	3,368
6	0,225	0,240	0,158	3,6	4,105
7	1,82	0,342	0,153	5,4	5,188
8	3,15	0,388	0,253	9,467	9,18

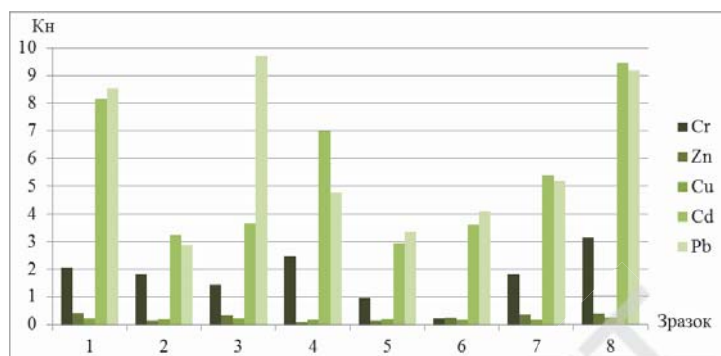


Рис. 2.3. Коефіцієнти небезпечності ВМ у зразках яблук

Аналіз отриманих даних показав, що перевищення ГДК у більшості зразків яблук спостерігається для елементів Cr, Cd, Pb. Найвищі значення коефіцієнтів небезпечності важких металів характерні для Pb – від 2,87 до 9,71. Найбільш забрудненими Pb є зразок № 3 – перевищення ГДК у 9,71 раз; зразок № 8 – у 9,18 раз; зразок № 1 – у 8,55 раз. Найменші значення коефіцієнту небезпечності Pb спостерігаються у зразку № 2 – 2,87. Найбільш забрудненими Cd є зразок № 8 – перевищення ГДК у 9,46 раз; зразок № 1 – у 8,17 раз. Найменші значення коефіцієнту небезпечності Cd спостерігаються у зразку № 5 – 2,93. Найбільш забрудненими Cr є зразок № 8 – перевищення ГДК у 3,15 раз; зразок № 4 – у 2,46 раз. Найменші значення коефіцієнту небезпечності Cd спостерігаються у зразку № 5 – 0,96.

Отримані результати свідчать про небезпеку споживання даної рослинної продукції для здоров'я людини внаслідок значних перевищень ГДК за Cr, Cd, Pb. Високі значення вмісту Pb у компонентах середовища є типовим явищем для урбогеосистеми. Накопичення відбувається за рахунок атмосферних опадів над промисловою зоною і впливу транспортної мережі. Надземні частини рослин акумулюють свинцевий пил із забрудненого атмосферного повітря. Перевищення ГДК за Cd пояснюється впливом промислових металургійних і машинобудівних підприємств Немишлянського району і міста Харкова, міської ТЕС. Аномалії Cr у місті, як правило, пов'язані із роботою металургійних підприємств та забрудненням ґрунту комунальними стоками. Перевищення ГДК за Cd, Pb та Cr у зразках селітебної зони, імовірно, пов'язані із транслокацією ВМ із засміченого побутовими і промисловими відходами ґрунту. Відзначимо, що на території сміттєзвалищ світу концентрація ВМ у ґрунті перевищує ГДК у сотні разів.

Додатково проведено порівняльний аналіз фактичних концентрацій ВМ у зразках яблук з їх фоновими. За фонові приймалися середні значення вмісту ВМ у яблуках Харківського регіону (мг/кг): Cr – 0,26; Zn – 2,62; Cu – 1,31; Cd – 0,11; Pb – 0,59 [9]. Коефіцієнти концентрації ВМ і сумарний показник забруднення розраховані відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка за формулою 2.2. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.4 та на рис. 2.3.

Результати дослідження показали, що перевищення фонових значень у більшості зразків яблук спостерігається для Pb і Cd. Найвищі значення Kci характерні для Pb – від 1,94 до 6,22; Cd – від 0,8 до 2,58; Zn – від 0,37 до 1,6.

Таблиця 2.4 – Сумарний показник забруднення зразків яблук

№ зразка	Коефіцієнти концентрації важких металів в яблуках					Zc
	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb	
1	0,792	1,6	0,815	2,227	5,798	7,63
2	0,7	0,546	0,737	0,882	1,944	1,94
3	0,554	1,252	0,872	1	6,586	6,84
4	0,946	0,368	0,673	1,909	3,227	4,14
5	0,369	0,505	0,782	0,8	2,283	2,28
6	0,087	0,918	0,602	0,982	2,783	2,78
7	0,7	1,304	0,585	1,473	3,517	4,29
8	1,212	1,481	0,965	2,582	6,224	8,50

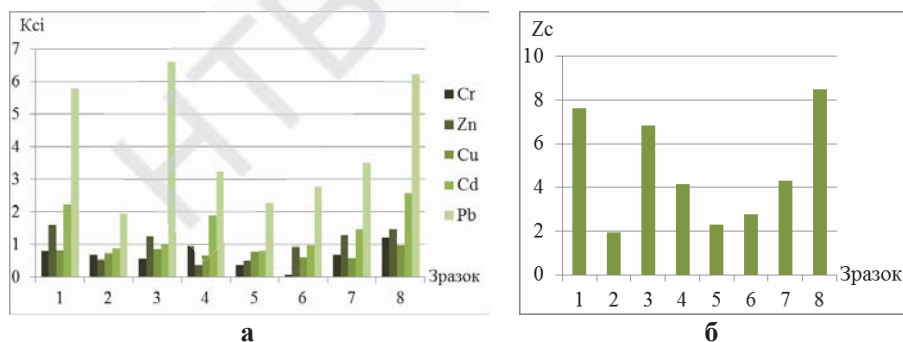


Рис. 2.3. Коефіцієнти концентрації ВМ (а) і сумарний показник забруднення яблук (б)

Мінімальне значення сумарного показника забруднення зразків яблук становить 1,94 – зразок № 2; максимальне 8,5 – зразок № 8. Допустимим рівнем небезпеки для здоров'я населення вважається значення сумарного

показника забруднення ґрунту від 0 до 16 [17]. Отже, всі зразки відповідають допустимому рівню забруднення.

Співставляючи результати оцінки безпеки зразків яблук за критеріями санітарно-гігієнічних нормативів і методикою проф. В. М. Гуцуляка, зауважимо на їх антагоністичному характері. Так, порівняння фактичних концентрацій ВМ у зразках з їх ГДК засвідчило небезпечність споживання рослинної продукції. Порівняння із фоновими, навпаки, вказало на допустимий рівень забруднення.

Суперечність отриманих даних можна пояснити вразливою ланкою методики проф. В. М. Гуцуляка при оцінці рослинної продукції. Зазвичай фонові значення встановлюються у рекреаційних зонах, об'єктах ПЗФ – територіях, які характеризуються відносною відсутністю техногенного впливу. В таких зонах рідко можна знайти плодові чи тим паче овочеві насадження. Тому встановлення фонових значень ВМ [9] відбувалось за зразками рослинної продукції, вирощеної на ділянках приватного сектору населених пунктів Харківської області. А отже, мав місце антропогенний фактор – внесення мінеральних добрив, вплив промислових підприємств тощо.

Враховуюче наведене, автор для цілей оцінки безпеки рослинної продукції вважає більш достовірним порівняння фактичних концентрацій ВМ у зразках яблук з їх ГДК відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів.

2.2 Особливості акумуляції важких металів у продуктах переробки рослинної продукції

При дослідженні екологічної безпеки харчової рослинної продукції важливо аналізувати хімічний склад не тільки сирової продукції, а й різних видів її обробки. Оскільки при впливі температури, солоності, кислотності чи при взаємодії із різними домішками вміст і поведінка хімічних елементів у кінцевому продукті можуть суттєво змінитись. Враховуючи наведене, із зразків яблук з дослідницької ділянки № 8 виготовлено сік-фреш, компот і варення. Технологічні особливості приготування наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технологічні особливості приготування продуктів переробки зразків яблук

№	Продукт	Інгредієнти	Засіб приготування
1	Сік-фреш	немає	Прямий віджим
2	Компот	1 кг. очищених яблук, 1 л. води.	Термічна обробка – 10 хв. кипіння
3	Варення	1 кг очищених яблук, 1 кг цукру, 200 мл. води	Термічна обробка – 30 хв. кипіння

Встановлені значення вмісту ВМ порівняно з їх ГДК [13]: Zn – 10,0; Cu – 5,0; Cd – 0,03, Pb – 0,4 (мг/кг), для Cr ГДК не встановлені. Результати вмісту ВМ у долях ГДК наведені у таблиці 2.6 та на рис. 2.4.

Таблиця 2.6 – Вміст ВМ у продуктах переробки яблук (у долях ГДК)

№ зразка	Продукт переробки	Zn	Cu	Cd	Pb
1	Сік-фреш	0,146	0,169	4,5	5,83
2	Компот	0,133	0,066	3,133	3,863
3	Яблука з компоту	0,203	0,143	3,7	4,3
4	Варення	0,111	0,186	7,233	5,403

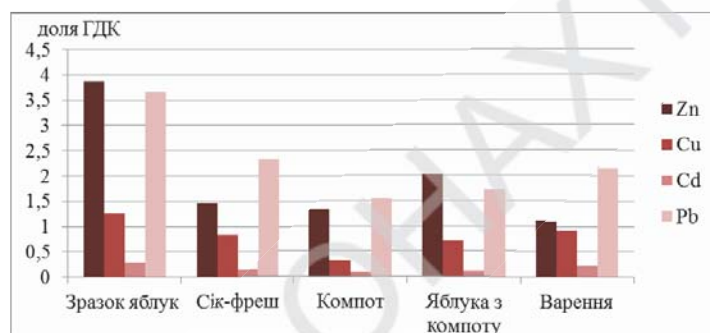


Рис. 2.4. Вміст ВМ у зразку яблук і продуктах його переробки

Результати аналізу показали, що у продуктах переробки яблук наявна тенденція до зменшення вмісту ВМ у порівнянні із сировиною. Найбільші перевищення ГДК характерні для Cd – від 3,13 (компот) до 7,23 (варення); Pb – від 3,86 (компот) до 5,83 (сік-фреш). Зниження вмісту ВМ пояснюється тим, що для приготування компоту до сировини було додано воду у пропорції 1:1, для приготування варення – цукор у порції 1:1 і воду у пропорції 1:5. Тобто, відбулось розбавлення розчину. Крім того, частина ВМ розподілилась між твердою і рідкою фазами компоту – яблуками і рідиною. Зниження вмісту ВМ у соку-фреш, імовірно, пов'язано з розподілом між соком і макухою.

Попри зниження вмісту ВМ у продуктах переробки, фактичні концентрації Cd і Pb суттєво перевищують ГДК. Отже, така продукція становить потенційну небезпеку для споживання людиною.

2.1 Оцінка канцерогенного і неканцерогенного ризиків від споживання рослинної продукції

З метою детальнішого аналізу небезпеки споживання досліджуваної рослинної продукції проведено оцінку канцерогенного і неканцерогенного індивідуального ризиків. Індивідуальний неканцерогенний ризик відповідно до методико [10] за формулами 2.3, 2.4; канцерогенний – відповідно до методики [14] за формулами 2.5, 2.6.

При оцінці ризиків використано медіанне значення та 90-й проценти вмісту ВМ у 8-ми зразках яблук (додаток Б). Оцінка неканцерогенного ризику проводилась для населення різних вагових категорій – від 20 (діти) до 80 кг (дорослі); канцерогенного – лише для середньої ваги у 70 кг відповідно до методики [14], яка передбачає для канцерогенів розрахунок позитивного ризику з періодом експозиції у 70 років. Оцінку ризиків проведено для різної кількості споживання – від 10 до 50 кг яблук на рік або сезон (близько 120 днів для м. Харкова). Результати розрахунків наведено у таблицях 2.7 та 2.8

$$Exp = \frac{\sum_{i=1}^N (Ci \cdot Mi)}{BW}, \text{ де} \quad (2.3)$$

$Exp_{med/90\%}$ – значення експозиції контамінантом, мг/кг маси тіла/добу або тиждень; Ci – вміст контамінанта в i -му продукті, мг/кг;

Mi – споживання i -го продукту, кг/добу або тиждень тощо; BW – маса тіла людини, кг (стандартне значення – 70 кг);

N – загальна кількість продуктів, включених у дослідження.

$$HQ_{med/90\%} = \frac{Exp_{med}}{ДДД} \text{ та } \frac{Exp_{med}}{УПТН}, \text{ де} \quad (2.4)$$

$HQ_{med/90\%}$ – коефіцієнт небезпеки виникнення неканцерогенних ефектів; $ДДД$ – допустима добова доза, мг/кг маси тіла/добу;

$УПТН$ – умовно переносне тижневе надходження, мг/кг маси тіла/тиждень

$$LADD = \frac{C \cdot CR \cdot ED \cdot EF}{BW \cdot AT \cdot 365}, \text{ де} \quad (2.5)$$

$LADD$ – середня добова доза або надходження (мг/(кг · день)); C – концентрація речовини у забрудненому середовищі, мг/кг; CR – швидкість надходження до організму, кг/день;

ED – тривалість впливу, років (стандартне значення – 70 років); EF – частота впливу, днів/рік;

BW – маса тіла людини, кг (стандартне значення – 70 кг);

AT – період усереднення експозиції (для канцерогенів – 70 років).

$CR = LADD \cdot SF$, де (2.6)

CR – індивідуальний канцерогенний ризик протягом життя; SF – фактор канцерогенного потенціалу ($мг/(кг \cdot доба)^{-1}$).

Таблиця 2.7 – Оцінка індивідуального неканцерогенного ризику від споживання яблук

Вага людини (кг)	ΣHQ^1	Кількість та період споживання яблук на 1 людину ($кг/дів$) ²									
		10 кг		20 кг		30 кг		40 кг		50 кг	
		365	120	365	120	365	120	365	120	365	120
20	Expm	0,995	2,88	1,989	5,76	2,984	8,641	3,979	11,521	4,974	14,401
	Exp90	1,844	5,335	3,687	10,669	5,531	16,004	7,375	21,338	9,219	26,673
30	Expm	0,663	1,92	1,326	3,84	1,989	5,76	2,653	7,681	3,316	9,601
	Exp90	1,229	3,556	2,458	7,113	3,687	10,669	4,917	14,225	6,146	17,782
40	Expm	0,497	1,44	0,995	2,88	1,492	4,32	1,989	5,76	2,487	7,201
	Exp90	0,922	2,667	1,844	5,335	2,766	8,002	3,687	10,669	4,609	13,336
50	Expm	0,398	1,152	0,796	2,304	1,194	3,456	1,592	4,608	1,989	5,76
	Exp90	0,737	2,134	1,475	4,268	2,212	6,401	2,95	8,535	3,687	10,669
60	Expm	0,332	0,96	0,663	1,92	0,995	2,88	1,326	3,84	1,658	4,8
	Exp90	0,615	1,778	1,229	3,556	1,844	5,335	2,458	7,113	3,073	8,891
70	Expm	0,284	0,823	0,568	1,646	0,853	2,469	1,137	3,292	1,421	4,115
	Exp90	0,527	1,524	1,054	3,048	1,58	4,572	2,107	6,097	2,634	7,621
80	Expm	0,249	0,72	0,497	1,44	0,746	2,16	0,995	2,88	1,243	3,6
	Exp90	0,461	1,334	0,922	2,667	1,383	4,001	1,844	5,335	2,305	6,668
Оцінка рівня індивідуального неканцерогенного ризику [10]											
	Допустимий вплив				Необхідно посилення контролю					Недопустимий вплив	

1. Expm – коефіцієнт небезпеки для медіанного значення вмісту ВМ у зразках яблук; Exp90 – коефіцієнт небезпеки для 90-го перцентилу значення вмісту ВМ у зразках яблук.

2. Річна норма споживання яблук для дитини – 30 кг [за даними Мінсоцполітики, 2017], для дорослого – 50 кг [7].

Таблиця 2.8 – Оцінка індивідуального канцерогенного ризику від споживання яблук

Хімічний елемент	CR	Кількість та період споживання яблук на 1 людину (кг/діб)									
		10 кг		20 кг		30 кг		40 кг		50 кг	
		365	120	365	120	365	120	365	120	365	120
Cr	Expm	$2 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$9,3 \cdot 10^{-2}$	$6,1 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$3,7 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$4,7 \cdot 10^{-1}$
Cd	Expm	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
Pb	Expm	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$5,9 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$7,3 \cdot 10^{-2}$
Σ CR	Expm	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$9,7 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$9,2 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$7,6 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$5,8 \cdot 10^{-1}$
Оцінка рівня індивідуального канцерогенного ризику [14]											
		Прийнятний для проф. контингентів і неприйнятний для населення					Неприйнятний для проф. контингентів і населення				

Проведення оцінки екологічних ризиків підтвердило результати попередніх досліджень щодо небезпечності споживання яблук, вирощених у межах урбогеосистеми. Безпечним, з огляду на можливість виникнення неканцерогенних ефектів, можна вважати споживання лише 10 кг яблук на рік при вазі людини від 40 кг – діти від 13-ти років та дорослі; що еквівалентно 1/6 частині середнього яблука за рік або його половині при споживанні лише у період сезону. При цьому, навіть ця кількість рослинної продукції є небезпечною при її позиттивному споживанні з періодом експозиції у 70 років внаслідок неприйнятного для населення ризику розвитку раку.

Відзначимо, що до неканцерогенних ефектів досліджуваних ВМ (Cr, Zn, Cu, Pb, Cd) відносять [9, 24, 27,]: зміну морфологічного складу крові, анемію, серцево-судинні захворювання, нефротоксичний синдром, остеопороз, пригнічення імунітету та метаболізму кальцію, захворювання очей, руйнування тканин печінки, нирок і мозку тощо.

Враховуючи отримані результати, доцільними є розробка і проведення просвітницьких заходів серед населення, поширення листівок та інформації у ЗМІ щодо безпеки споживання міської рослинної продукції.

Висновки

1. В усіх зразках ґрунту значення фактичних концентрацій ВМ не перевищують ГДК. Проте у більшості зразків спостерігається перевищення фонових концентрацій ВМ за Zn – від 3,3 до 7,89 раз; Pb – від 1,56 до 4,6. Мінімальне значення сумарного показника забруднення ґрунту становить 2,67 – зразок № 4; максимальне 10,94 – зразок № 3. Всі зразки ґрунту відповідають допустимому рівню забруднення.

2. Всі зразки ґрунту мають нейтральну реакцію середовища. Діапазон значень рН водного розчину варіюється від 7,1 до 7,62; рН сольового розчину – від 6,3 до 6,82. Таким чином, фізико-хімічна обстановка середовища не є сприятливою для зростання рухливості ВМ.

3. Перевищення ГДК у більшості зразків яблук спостерігається для таких елементів: Cr – від 1,44 до 3,15; Cd – від 2,93 до 9,47; Pb – від 2,87 до 9,71. Перевищення фонових значень у більшості зразків яблук спостерігається для Pb – від 1,94 до 6,22; Cd – від 0,8 до 2,58; Zn – від 0,37 до 1,6. Мінімальне значення сумарного показника забруднення зразків яблук становить 1,94 – зразок № 2; максимальне 8,5 – зразок № 8. З позиції санітарно-гігієнічних нормативів споживання продукції є небезпечним для здоров'я людини; згідно методики В. М. Гуцуляка зразки відповідають допустимому забрудненню.

4. У продуктах переробки яблук наявна тенденція до зменшення вмісту ВМ у порівнянні із сировиною. Перевищення ГДК характерні для Cd – від 3,13 (компот) до 7,23 (варення); Pb – від 3,86 (компот) до 5,83 (сік-фреш).

5. Оцінка рівня індивідуальних канцерогенних ефектів від споживання яблук, вирощених у межах урбогеосистеми характеризується як неприйнятна для населення; неканцерогенних – для дорослого населення недопустима при споживанні від 20 кг/люд і більше у сезон та 40 кг/люд і більше за рік. Враховуючи отримані результати, доцільними є розробка і проведення просвітницьких заходів серед населення, поширення листівок та інформації у ЗМІ щодо безпеки споживання міської рослинної продукції.

Список використаних джерел

1. Аянбаев Е. С. Режим пестицидов в современном международном праве : дисс. доктора философии (PhD) : 6D030200 / Е. С. Аянбаев – Алматы, 2017. – 198 с.
2. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М.: Айрис-пресс, 2012. – 576 с.

3. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / В. М. Гуцуляк, Н. В. Максименко, Т. В. Дудар. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 284 с.
4. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. – М.: Минздрав России, 2006. – 68 с.
5. Дудар Т. Г. Розвиток органічного агровиробництва як основа забезпечення якості і безпечності сільськогосподарської продукції в / Т. Г. Дудар, О. Т. Дудар // Науковий вісник Мукачівського державного університету. Сер. : Економіка. – 2014. – Вип. 1. – С. 11-15.
6. Колодязная В. С. Пищевая химия: Учебное пособие / В. С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.
7. Костюк Л. А. Динаміка світового виробництва плодів і ягід / Л. А. Костюк // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки. – 2012. – Вип. 3, № 69. – С. 106-111.
8. Лесникова В. А. Нормирование и управление качеством окружающей среды: учебное пособие / В. А. Лесникова. – Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 173 с.
9. Некос А. Н. Трофогеографія: теорія і практика : монографія / А. Н. Некос, Ю. В. Холін. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 296 с.
10. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.
11. Перельман А. И. Геохимия / А. И. Перельман. – М. : Высшая школа, 1989. – 598 с.
12. Польшов Б. Б. Избранные труды / Б. Б. Польшов. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
13. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах: СанПиН 42-123-4089-86. – М.: Минздрав СССР, 1986. – 15 с.
14. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
15. Самохвалова В. Л. Еколого-геохімічна оцінка фонових рівнів вмісту різних форм мікроелементів ґрунту / В. Л. Самохвалова, А. І. Фатеев, Є. В. Лучникова // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол., 2011. – Вип. 55. – С. 125-133.

16. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина. – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с.

17. Челноков А. А. Экология городской среды: учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, Е. Е. Григорьева [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 368 с.

18. Bawa A. S. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns – a review / A. S. Bawa, K. R. Anilakumar // *Journal of Food Science and Technology*. – 2013. – Vol. 50, № 6. – P. 1035–1046.

19. Chabukdhara M. Heavy metals assessment in urban soil around industrial clusters in Ghaziabad, India: Probabilistic health risk approach / M. Chabukdhara, A. K. Nema // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2013. – Vol. 87. – P. 57–64.

20. Dehelean A. Analysis and Detection of Heavy Metals Present in Fruit Juices of Lahore / A. Dehelean, D. A. Magdas // *The Scientific World Journal*. – 2013. – Vol. 6., № 4. – P. 3536–3539.

21. Henneron L. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life / [L. Henneron, L. Bernard at all] // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2015. – Vol. 35, № 1. – P. 169–181.

22. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. Fourth Edition / A. Kabata-Pendias. – Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. – 548 p.

23. Li N. Concentration and transportation of heavy metals in vegetables and risk assessment of human exposure to bioaccessible heavy metals in soil near a waste-incinerator site, South China / [N. Li, Y. Kang, W. Pan at all] // *Science of The Total Environment*. – 2015. – Vol. 521–522. – P. 144–151.

24. Martin S. Human Health Effects of Heavy Metals / S. Martin, W. Griswold // *Environmental Science and Technology Briefs for Citizens*. – 2009. – № 15. – P. 1–6.

25. Pandey B. Accumulation and health risk of heavy metals in sugarcane irrigated with industrial effluent in some rural areas of Uttarakhand, India / A. Pandey, S. Suthar, V. Singh // *Process Safety and Environmental Protection*. – 2016. – Vol. 102. – P. 655–666.

26. Riah W. Effects of pesticides on soil enzymes: a review / [W. Riah, K. Laval, E. Laroche-Ajzenberg at all] // *Environmental Chemistry Letters*. – 2014. – Vol. 12, № 2. – P. 257–273.

27. Uriu-Adams J. Y. Copper, oxidative stress, and human health / J. Y. Uriu-Adams, C. L. Keen // *Molecular Aspects of Medicine*. – 2005. – Vol. 26, № 4–5. – P. 268–298.

28. Wang Z. Factors Affecting the Levels of Heavy Metals in Juices Processed with Filter Aids / Z. Wang, L. S. Jackson, J. E. Jablonski // Journal of Food Protection. – 2017. – Vol. 80, № 6. – P. 892-902.

29. Wu Q. Heavy metal contamination of soil and water in the vicinity of an abandoned e-waste recycling site: Implications for dissemination of heavy metals /

Q. Wu, J. Y.S. Leung, X. Geng // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 506-507. – P. 217-225.

30. Yadava I. C. Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on neighboring countries: A comprehensive review of India / I. C. Yadava, N. L. Devib, J. H. Syed // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 511. – P. 123-137.

DEVELOPMENT OF A GRAPHICAL USER INTERFACE FOR EGG QUALITY ASSESSMENT BASED ON A COMPUTER VISION SYSTEM Author – Zhelezarova P., Paskova N., Supervisor – Georgieva T.....	567
DYNAMIC PROPERTIES OF PROVIDING CYBERSECURITY PROCESSES AT THE EXAMPLE OF CYBERSECURITY'S AUDIT Author – Kozlova O., Supervisor – Kononovych V.	573
5. RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION.....	598
MODELLING OF PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS BY MODIFYING FINS CONFIGURATION OF THE AIR-COOLED HEAT SINKS FOR POWER GENERATION Author – Siarova A., Supervisor – Shixue Wang	598
THE PROSPECTS OF APPLICATION THE GENERATORS WITH PERMANENT MAGNETS FOR SMALL WIND POWER PLANTS Author – Sergienko I., Supervisor – Shevchenko V.	614
COMPARISON OF VARIOUS METHODS FOR REDUCING GASOLINE LOSSES DURING STORAGE USING ECOLOGICAL AND ENERGY CRITERIA Author – Oleksenko O., Supervisor – Volhusheva N.	636
DEVICE FOR CLEANING OF FLUE GASES FROM SULFUR OXIDES AND CARCINOGENIC RESIN Author – Mukminov I., Supervisor –Kogut V., Boshkova I.....	654
THE IDENTIFICATION OF PLANTS-INDICATORS OF POLLUTION OF TERRITORIES BY HEAVY METALS IN THE ZONE OF EFFECTS OF HEAT-ELECTRICAL POWER STATIONS Author – Konopelko O., Supervisor – Pozniak A.....	663
INTENSIFICATION OF THE MATERIAL DRYING PROCESS WITH USE OF THE MICROWAVE FIELD ENERGY Author – Mykhailova O., Supervisor – Boshkova I.....	676
ECOLOGICAL SAFETY OF FOOD PRODUCTS GROWN WITHIN THE URBOHEOSYSTEM Author – Medvedeva Yu., Supervisor – Nekos A.	690
OBTAINING OF Cu_2ZnSnS_4 THIN FILMS AS AN ACTIVE LAYER OF SOLAR CELL Author – Musharovskiy O., Supervisor – Hilchuk A.....	710
ELECTRIC PASSENGER TRANSPORT VEHICLES: TECHNICAL CHARACTERISTICS AND ENERGY EFFICIENCY Author – Ivanov R., Supervisor – Koev K.....	725

Наукове видання

Міжнародний конкурс студентських наукових робіт

BLACK SEA SCIENCE 2018

Матеріали

Верстка – Н.М. Ковальчук

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman.
Умовно-друк. арк. 48,07. Тираж 300. Замовлення № 0518-105.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а, офіс 105
Телефон +38 (0552) 39 95 80
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4392 від 20.08.2012 р.