

ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ

УДК 504.75.05

ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ВІД СПОЖИВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИРОЩЕНОЇ У МЕЖАХ УРБОГЕОСИСТЕМИ

Некос А.Н., Медведєва Ю.В.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

У статті розглядається проблема екологічної безпеки рослинної продукції, вирощеної у межах урбогеосистеми. У ході дослідження відібрано зразки плодів яблунь, вирощені у різних функціональних зонах урбогеосистеми. Методом атомно-абсорбційної спектроскопії проведено аналіз зразків на вміст важких металів; розраховано коефіцієнти небезпечності важких металів у зразках та ризики розвитку канцерогенних ефектів. У більшості зразків спостерігається перевищення гранично-допустимих концентрацій Cr від 1,44 до 3,15; Cd – від 2,93 до 9,47; Pb – від 2,87 до 9,7. Оцінка рівня індивідуальних канцерогенних ефектів від споживання міської рослинної продукції характеризується як неприйнятна – значення ризику варіюються від 10^{-3} to 10^{-2} .

Ключові слова: екологічна безпека, канцерогенний ризик, важкі метали, урбогеосистема, рослинна продукція, трофологеографія.

Постановка проблеми. Однією з нагальних проблем сьогодення України і світу в цілому є зростання онкологічних захворювань. Зокрема у проекті Концепції «Загальнодержавної програми боротьби з онкологічними захворюваннями на 2017–2022 роки» відзначається, що смертність від раку в Україні посідає друге місце після серцево-судинних захворювань. Станом на 2017 рік у державі проживає майже 800 тис. онкохворих і за прогнозами вже до 2020 року їх кількість перевищить 1 млн. осіб.

Концепція пов'язує підвищення рівня онкологічних захворювань із несприятливою екологічною ситуацією. Дійсно, низка поллютантів мають канцерогенну дію, тобто здатні викликати розвиток доброякісних та злоякісних новоутворень. Канцерогени надходять до організму людини інгаляційно чи перорально із компонентів середовища та з продуктами харчування. Вміст таких речовин в атмосфері населених пунктів, водах комунально-побутового і рибогосподарського призначення та сертифікованій продукції харчування чітко регламентований, підлягає державному моніторингу і контролю.

При цьому поза увагою залишається якість харчової рослинної продукції, вирощеної громадянами для особистого користування на приватних присадибних, дачних і садових ділянках. Особливу небезпеку представляють плодівні насадження у межах урбогеосистем великих міст, що набули практично повсюдного поширення в Україні – від територій житлових комплексів до промислових кластерів. Населення країни традиційно використовує у своєму харчовому раціоні міську рослинну продукцію та продукти її переробки, нехтуючи ризиками для здоров'я, пов'язаними із акумуляцією у плодах небезпечних хімічних речовин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні теоретичні і методичні засади дослідження формування хімічного складу харчової рослинної продукції висвітлені у працях

А. Кабати-Пендіас, А.Л. Цикало, В.С. Колодязної, Р.П. Параняка. Проблема забруднення ґрунтового покриву як середовища місцезростання рослинної продукції, методам і засобам його деконтамінації присвячені роботи А.І. Фатєєва, Г.В. Тітенко, Г.В. Рубежнєк, Р.А. Валерко та багатьох інших.

Серед останніх наукових публікацій у сфері безпеки харчової продукції слід виділити дослідження О.І. Фурдичко [9] з радіаційного забруднення аграрних і лісових екосистем внаслідок Чорнобильської катастрофи; харківських вчених [5] щодо використання дисперсійного аналізу для визначення впливу природних та антропогенних факторів на формування якості рослинної продукції; А.А. Борисенка [1], який обґрунтував необхідність зміни таблиць хімічного складу рослинної продукції залежно від рівня антропогенного навантаження на ґрунт.

Окремої уваги потребує вивчення особливостей розподілу поллютантів при термічній та хімічній обробці рослинної продукції. У цьому контексті цікавими є дослідження співробітників Об'єднаного інституту безпеки харчових продуктів і прикладного харчування США [11] із забруднення фруктових соків важкими металами внаслідок використання різних засобів фільтрації. Вчені з Пакистану [10] дослідили вплив консервантів на мікробіологічну активність у пакетованих соках. Зокрема, було виявлено, що лимонна кислота має високу антибактеріальну активність, аскорбінова кислота є активною проти 2 із 3 бактерій, а бензонат натрію взагалі не проявив антибактеріальних властивостей.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що недостатня увага приділена питанням безпеки харчової рослинної продукції, вирощеної у межах міської території та екологічним ризикам її споживання. При цьому традиційне порівняння з ГДК не дає уявлення щодо рівня небезпеки, імовірності виникнення

негативних наслідків для здоров'я людини, навантаження на конкретні критичні органи і системи тощо.

Мета статті. Враховуючи наведене, метою дослідження є оцінка ризиків розвитку канцерогенних ефектів у населення внаслідок споживання рослинної продукції, вирощеної у межах урбогеосистеми.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження обрано Немишлянський адміністративний район міста Харкова, що цікавий в екологічному відношенні як поєднання промислової, селітебної і рекреаційної зон. На території розташовані підприємства машинобудування – ВАТ «Турбоатом», металообробки – ВАТ «Завод Южкабель» та багато інших. Територію району перетинає автодорога міжнародного значення М03: Київ – Харків – КПП «Довжанський»; серед рекреаційних об'єктів наявні парки, сквери та бульвари. Населення району за кількісними показниками відповідає типовому великому місту України і станом на 2016 рік склало 146,3 тис. осіб.

Під час польового етапу відібрано зразки яблук у різних функціональних зонах району: на території приватного сектору – зразок № 1; школи – № 3; скверу – № 4; присадибних ділянок багатоповерхівок – № 5, 8; транспортної зони – № 2, 6; промислового кластеру – № 7. Лабораторний етап дослідження проведено на базі навчально-дослідної лабораторії аналітичних екологічних досліджень Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. У відібраних зразках яблук визначено вміст важких металів (Cr, Cd, Pb) – типових поллютантів урбогеосистем, що мають канцерогенну дію. Визначення концентрації важких металів у зразках яблук проведено на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-115 ПК.

Для оцінки екологічної безпеки рослинної продукції було здійснено порівняння актуальних значень концентрацій металів у зразках яблук з ГДК [6]: Cd – 0,03; Pb – 0,4 (мг/кг); Cr – 0,1 мг / кг [4] і розрахований коефіцієнт небезпеки хімічних елементів (Кн) відповідно до методики професора В.М. Гуцуляка [2], за формулою: $C_i / \text{ГДК}$, де C_i – актуальна концентрація елемента. Результати розрахунків представлені на рис. 1.

Аналіз проведених лабораторних досліджень показав, що коефіцієнт небезпеки Cr у зразках яблук приймає значення від 1,44 до 3,15; Cd – від 2,93 до 9,47; Pb – від 2,87 до 9,7. Найбільші

значення Кн характерні для селітебної зони – території приватного сектору, школи, присадибної ділянки багатоповерхового житлового будинку. Такий розподіл пояснюється засміченням ґрунту промисловими і побутовими відходами, які є джерелом надходження важких металів до рослини завдяки транслокації хімічних елементів через кореневу систему.

Контамінація рослинної продукції також відбувається при акумуляції важких металів надземними органами рослини із забрудненої атмосфери. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря на території дослідження є викиди підприємств машинобудівної, металургійної та будівельної галузей; міської теплоелектростанції; транспортної зони тощо.

Отримані дані свідчать про небезпеку споживання міської рослинної продукції внаслідок перевищення ГДК хімічних елементів, що мають канцерогенну дію і здатні викликати розвиток злоякісних новоутворень – Cr, Cd, Pb. З метою детальнішого аналізу було розраховано ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів CR за формулами 1 і 2 відповідно до методики [7]. При розрахунках використано медіанне значення та 90-й перцентиль вмісту важких металів у відібраних зразках яблук. Відзначимо, що річна норма споживання яблук в Україні для дитини становить 30 кг (за даними Мінсоцполітики, 2017 р.), для дорослого – 50 кг [3]. При цьому реальне середнє споживання яблук складає близько 23 кг на одну особу [8]. Виходячи з цього, канцерогенний ризик розраховували для різної кількості споживання рослинної продукції – від 10 до 50 кг яблук на рік. Результати наведені у таблиці 1.

$$\text{LADD} = \frac{C \cdot \text{CR} \cdot \text{ED} \cdot \text{EF}}{\text{BW} \cdot \text{AT} \cdot 365} \quad (1)$$

де 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).

$$\text{CR} = \text{LADD} \cdot \text{SF} \quad (2)$$

де CR – індивідуальний канцерогенний ризик протягом життя; SF – фактор канцерогенного потенціалу (мг/(кг · доба))⁽⁻¹⁾.

Аналіз отриманих даних показує, що індивідуальний канцерогенний ризик від споживання досліджуваних плодів яблунь як за кожним елементом окремо, так і сумарний за трьома елементами, є неприйнятним для населення. Допустимою величиною ризику вважається значення 10^{-6} і більше [7]. При цьому розраховані значення ризику варіюються від 10^{-3} до 10^{-2} . Отже, проведення оцінки канцерогенного ризику підтвердило попередні висновки щодо

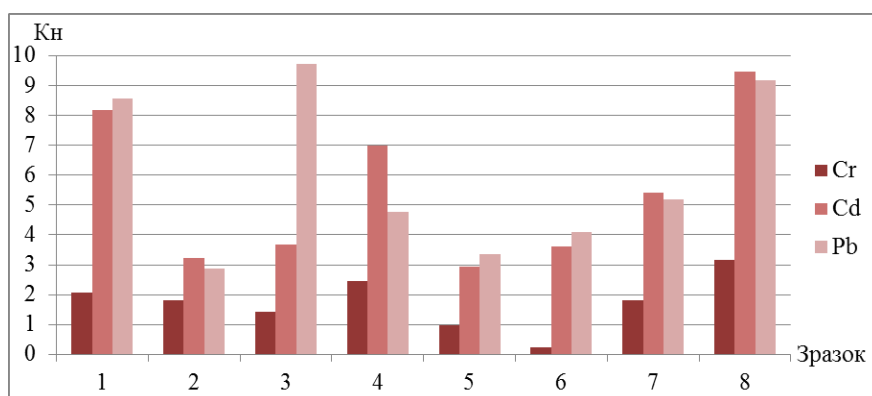


Рис. 1. Коефіцієнти небезпечності важких металів у зразках яблук

Таблиця 1

Оцінка рівня індивідуального канцерогенного ризику від споживання яблук

Хімічний елемент		Значення ризику залежно від кількості спожитих яблук/рік				
		10 кг	20 кг	30 кг	40 кг	50 кг
Cr	Exp _m	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$
	Exp ₉₀	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Cd	Exp _m	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
	Exp ₉₀	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
Pb	Exp _m	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
	Exp ₉₀	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$
Σ CR	Exp _m	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$
	Exp ₉₀	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Оцінка рівня індивідуального канцерогенного ризику						
	Прийнятний для проф. контингентів і неприйнятний для населення				Неприйнятний для проф. контингентів і населення	

небезпечності споживання яблук, вирощених у межах урбогеосистеми.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Враховуючи отримані результати, доцільними є розробка і проведення просвітницьких заходів серед населення, поширення інформації у ЗМІ щодо безпеки споживання рослинної продукції, вирощеної у межах міської території.

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.

Список літератури:

1. Борисенко А.А. Гигиеническое обоснование необходимости коррекции таблиц химического состава пищевых продуктов в зависимости от уровня антропогенного загрязнения почвы / А.А. Борисенко // Украинский научно-медицинский молодежный журнал. – 2015. – № 4, вып. 91. – С. 6–9.
2. 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.
3. 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.
4. Лесникова В.А. Нормирование и управление качеством окружающей среды: учебное пособие / В.А. Лесникова. – Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 173 с.
5. Некос А.Н. Использование дисперсионного анализа для определения влияния природных и антропогенных факторов на формирование качества растительной продукции / [А.Н. Некос, П.В. Семibrатова, Е.В. Высоцкая та ін.] // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Сер.: Екологія. – 2012. – № 1004, вип. 7. – С. 79–90.
6. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах: СанПиН 42-123-4089-86. – М.: Минздрав СССР, 1986. – 15 с.
7. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
8. Сало І.А. Особливості розвитку ринку яблук в Україні та світі / І.А. Сало // Причорноморські економічні студії. – 2017. – Вип. 15. – С. 63–67.
9. Фурдичко О.І. Радіоекологічна безпека аграрних і лісових екосистем у віддалений період після аварії на ЧАЕС / О.І. Фурдичко // Агроекологічний журнал. – 2016. – № 1. – С. 6–14.
10. Iqbal M.N. Microbiological Risk Assessment of Packed Fruit Juices and Antibacterial Activity of Preservatives Against Bacterial Isolates / M.N. Iqbal, S. Ali, A. Anjum // Pakistan Journal of Zoology. – 2016. – Т. 48, vol. 6. – P. 1695–1703.
11. 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.

Некос А.Н., Медведева Ю.В.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ОТ УПОТРЕБЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ, ВЫРАЩЕННОЙ В ПРЕДЕЛАХ УРБОГЕОСИСТЕМЫ

Аннотация

В статье рассматривается проблема экологической безопасности растительной продукции, выращенной в пределах урбогеосистемы. В ходе исследования были отобраны образцы плодов яблонь, выращенные в разных функциональных зонах урбогеосистемы. Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии проведен анализ образцов на содержание тяжелых металлов; рассчитаны коэффициенты опасности тяжелых металлов в образцах и риски развития канцерогенных эффектов. В большинстве образцов наблюдается превышение предельно допустимых концентраций Cr от 1,44 до 3,15; Cd – от 2,93 до 9,47; Pb – от 2,87 до 9,7. Оценка уровня индивидуальных канцерогенных эффектов от употребления городской растительной продукции характеризуется как неприемлемая – значения риска варьируются от 10^{-3} to 10^{-2} .

Ключевые слова: экологическая безопасность, канцерогенный риск, тяжелые металлы, урбогеосистема, растительная продукция, трофогеография.

Nekos A.N., Medvedeva Yu.V.

V.N. Karazin Kharkiv National University

ASSESSMENT OF THE RISK OF DEVELOPMENT OF CARCINOGENIC AS A RESULT OF CONSUMPTION OF THE FOODS OF PLANT ORIGIN GROWN IN THE URBOGEOSYSTEM

Summary

The article considers the problem of ecological safety of plant products grown within the urbogeosystem. During the research there were sampled apple trees fruits grown in different functional zones of the urbogeosystem. The samples of apples were analyzed for the content of heavy metals using the method of atomic absorption spectrophotometry; were calculated coefficients of danger in the samples and the risks of developing carcinogenic effects. The exceeded maximum allowable concentration in most apple samples is showed for the following elements Cr from 1.44 to 3.15; Cd – from 2.93 to 9.47; Pb – from 2.87 to 9.71. Assessment of the development of individual carcinogenic effects is unacceptable – the risk values range from 10^{-3} to 10^{-2} .

Keywords: ecological safety, carcinogenic risk, heavy metals, urbogeosystem, plant products, trophogeography.