

УДК 635.2:546:001.891.5(477.46)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.13>

## ДОСЛІДЖЕННЯ АКУМУЛЯЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ПРОДУКЦІЄЮ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Кухнюк О.В.** – аспірант кафедри овочівництва,  
Уманський національний університет садівництва

Метою статті є вивчення рівнів забруднення важкими металами сільськогосподарської продукції Черкаської області впродовж 2017–2019 рр. Методологічною основою дослідження слугували такі наукові методи: теоретичний пошук, аналіз і синтез, статистична обробка показників вмісту важких металів у зразках овочевої продукції.

У статті наведено результати досліджень, що підтверджують наявність токсичних елементів в овочевій продукції, вирощеній на ґрунтах Черкаської області. Автором був проведений лабораторний аналіз овочів і картоплі Канівського, Черкаського, Уманського та Чигиринського районів на предмет вмісту кадмію, свинцю, цинку, міді, миш'яку та міді. Зразки відбиралися з городніх ділянок селян різних населених пунктів регіону.

Встановлено рівень забруднення важкими металами картоплі, буряку, цибулі та моркви, виявлено перевищений вміст свинцю у картоплі. З'ясовано, що екологічно чистою є овочева продукція, яка вирощується у селян Чигиринського району.

Виміри рівня концентрації важких металів у картоплі, буряку, цибулі та моркви здійснювалося методом інверсійної вольтамперометрії у хімічній лабораторії на базі Державної установи «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Зразки овочів надходили з різних районів Черкащини, зокрема проведено 180 вимірювань упродовж 2017–2019 рр. Спостерігається тенденція накопичення токсичних металів, зокрема свинцю, у рослинній продукції.

З метою виключення негативного впливу важких металів на здоров'я населення потрібне проведення ретельної експертизи овочевої продукції, яка потрапляє на споживчий ринок. Встановлено, що найбільшу концентрацію у зразках має свинець. Було також доведено, що вміст цинку, міді, ртуті та миш'яку у картоплі, моркві, цибулі та буряку, вирощуваних у приватних господарствах області, не викликає побоювань.

**Ключові слова:** забруднення, ґрунт, овочі, важкі метали, свинець, мідь, цинк, кадмій, миш'як, токсичні елементи.

### **Kukhniuk O.V. Investigation of accumulation of heavy metals by agricultural products in Cherkasy region**

The purpose of this article is to investigate the level of pollution of agricultural products of Cherkasy region with heavy metals in 2017-2019.

The methodological basis of the research consisted of the following methods: analysis and synthesis, statistical processing of the parameters of the content of heavy metals in samples of vegetable products, theoretical search, mathematical data processing.

The article presents the results of research confirming the contamination of vegetable production in Cherkasy region with heavy metals. The author carried out a laboratory analysis of vegetables and potatoes in Kaniv, Cherkassy, Uman and Chyhyryn districts for the content of cadmium, lead, zinc, arsenic and copper. The level of contamination of potatoes, beets and carrots with heavy metals has been established in the paper. The excess content of lead in potatoes has been detected. The work has established that vegetable products grown in Chyhyryn district are environmentally friendly.

The work has proved that the determination of heavy metals content in vegetable products remains relevant. Unfortunately, nowadays a small amount of research is conducted which does not allow us to make proper objective conclusions.

The determination of the level of contamination with heavy metals of potatoes, beets and carrots was carried out in the laboratory on the basis of SD "Cherkassy Regional Laboratory Center of the Ministry of Health of Ukraine". Vegetable samples came from different districts of Cherkasy region, in particular Kaniv, Cherkasy, Uman and Chyhyryn. In total, 180 measurements were made in 2017-2019. The article shows the tendency of accumulation of heavy metals, in particular lead in plant products.

*In order to exclude the negative influence of heavy metals on the health of the population, it is necessary to conduct a thorough examination of vegetable products entering the consumer market. The work found that lead concentration in specimens is the highest. It was also proven that the content of zinc, copper, mercury and arsenic in potatoes, carrots and beets, grown in private farms in the region, does not raise concerns.*

**Key words:** *pollution, soil, vegetables, heavy metals, lead, copper, zinc, arsenic, cadmium, ecotoxicants, toxic elements.*

**Постановка проблеми.** Інтенсивний розвиток промислового виробництва і збільшення автотранспорту суттєво погіршили ситуацію із забрудненням продуктів рослинного походження, насамперед продукції овочівництва. Найбільш небезпечними джерелами забруднення є важкі метали (далі – ВМ). Кумулятивний характер накопичення токсичних елементів призводить до того, що щороку зростає їхній вплив на навколишнє середовище, зокрема повітря, ґрунт, водойми, флору і фауну [1]. Починаючи з певної концентрації хімічні елементи зменшують процеси фотосинтезу і транспірації рослин. Основним шляхом надходження ВМ у рослини є ґрунт. Тому основним напрямом екологічних досліджень залишається визначення концентрації ВМ у ґрунті та надходження їх у рослини.

Відомо, що основними джерелами забруднення ґрунтів є: засоби хімізації сільськогосподарства, такі як добрива і пестициди, вихлопні гази автотранспорту, промислові викиди, відходи тваринницьких комплексів, стічні води населених пунктів та ін. [2].

Специфіка вирощування сільськогосподарських культур передбачає застосування мінеральних добрив, засобів захисту рослин, стимуляторів та інгібіторів росту, які становлять загрозу для навколишнього середовища [3; 4]. Певна кількість шкідливих для живих організмів речовин може засвоюватися вирощуваними рослинами і далі по ланцюгах живлення надходити до організму людини [4].

Використання агрохімікатів і мінеральних добрив у великих дозах супроводжується забрудненням як агроландшафтів, так і прилеглих територій. За систематичного внесення високих доз фосфорних добрив відбувається забруднення ґрунтів і рослин миш'яком, цинком, стронцієм, селеном, ураном та ін. Високі дози калійних добрив за певних умов сприяють ще більш інтенсивному надходженню у ґрунт і рослини ВМ, знижується вміст кальцію та магнію [2].

Органічні добрива (гній і компост) також містять значну кількість ВМ. Внаслідок внесення їх у ґрунт зростає концентрація таких хімічних елементів, як свинець і мідь. Враховуючи повільне виведення ВМ із ґрунту, за тривалого надходження навіть відносно невеликих кількостей їхня концентрація з часом може досягти дуже високих показників [3].

Сьогодні недостатньо інформації про вміст ВМ в органах рослин і накопичення їх у життєво важливих продуктах рослинного походження. Необхідно дослідити проблему акумуляції ВМ в овочах, що викликає необхідність вивчення вмісту їх у системі «ґрунт – рослина – людина». Також поза увагою дослідників залишаються питання забруднення особистих присадибних ділянок селян, які знаходяться біля автомагістралей, лісу й агропромислових комплексів. Тому проведення комплексної еколого-токсикологічної оцінки компонентів довкілля, таких як ґрунт і рослинність, для Черкаської області є актуальною. За умов Черкаської області проблеми, пов'язані із забрудненням ґрунту, продукції рослинництва, овочівництва ВМ, вивчені недостатньо (табл. 1).

У зв'язку з цим існує потреба вивчення екологічних проблем, зумовлених сільськогосподарським виробництвом, автотранспортним і промисловим навантажен-

Таблиця 1

**Характеристика продовольчої сировини та харчових продуктів  
Черкащини на токсичні елементи**

№	Рік проведення досліджень	Кількість досліджених проб овочів, баштанних, плодів і ягід	
		Усього	З них не відповідають нормам
1.	за 2016 рік	144	0
2.	за 2017 рік	120	0
3.	за 2018 рік	75	0
4.	за 2019 рік	183	0

ням. Їх вирішення дозволить зменшити або усунути забруднення ґрунту і продукції рослинництва, зокрема овочівництва, ВМ.

Треба враховувати те, що сільськогосподарська продукція, особливо картопля, буряк і морква, вирощені на особистих присадибних ділянках, за сучасних економічних умов входить до раціону харчування як місцевих жителів, так і міського населення [3]. Саме тому виключно важливим є питання впливу ВМ на стан територій городніх ділянок, погіршення якості сільськогосподарської продукції, вирощеної на цих територіях, і стан здоров'я населення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вміст ВМ у ґрунтах і рослинах досліджувався багатьма вченими [5; 6]. Науковцями доведено, що коефіцієнти накопичення ВМ залежать від різних факторів, серед яких ґрунтово-кліматичні зони та вид рослин [4].

Залишки радіонуклідів та агрохімікатів або продукти їх метаболізму можуть накопичуватися у природному середовищі, мігрувати по ланцюгах живлення, викликаючи небажані зміни у природі, а також забруднювати кормові культури, воду та продукти харчування рослинного походження.

Одним із найбільш важливих шляхів, через які ВМ можуть включатися у ланцюги живлення, є «ґрунт – рослина – тварина – продукти тваринництва – людина». Початковою ланкою залишається ґрунт, від властивостей якого залежить кількість переходу радіонуклідів і мікроелементів у ланцюги живлення, а надалі – її величина техногенного навантаження на людину. Тому важливим для дослідників сьогодні залишається питання забруднення ґрунтів і сільськогосподарської продукції хімічними речовинами.

Негативні зміни у навколишньому середовищі Черкаської області здатні провокувати і ріст захворюваності населення. Відомо, що антропогенні фактори навіть за невисоких доз впливу здатні викликати значні порушення здоров'я людини.

За умов Черкаської області проблеми, пов'язані із забрудненням ґрунту, продукції овочівництва ВМ, вивчені недостатньо. Щорічно проводять дослідження зразків продовольчої сировини та харчових продуктів, але у невеликій кількості (див. табл. 1) [7–9].

**Мета дослідження** – провести оцінку продукції рослинництва, а саме овочівництва на вміст ВМ у різних районах Черкащини: Уманському, Канівському, Черкаському і Чигиринському, які мають різні рівні техногенного забруднення.

Основними завданнями дослідження є:

- 1) Відбір зразків рослинної продукції з городніх ділянок.
- 2) Проведення екологічної та санітарно-гігієнічної оцінки овочевих культур по акумуляції важких металів.

3) Дослідження овочевої продукції та картоплі, вирощених на ґрунтах Черкаської області, на забруднення їх ВМ.

Зразки проб овочевої продукції були відібрані з 4 ділянок, виділених для вирощування с/г продукції населенню біля міст Черкаси, Умань, Канів і Чигирин. Ділянки, на яких вирощена продукція, цілком підпадають під зону забруднення як автотранспортом, так і промисловими підприємствами, такими як: Черкаси ПАТ «Азот», Черкаська ТЕЦ, ВАТ Уманський завод «Мегомметр», Канівський механічний завод. Усі ділянки розміщені вздовж автомагістралей або кільцевих доріг. Контрольною зоною було обрано Чигиринського район, у якому фактично відсутня промисловість і невеликий вплив автотранспорту.

Відбір зразків проводився відповідно до вимог нормативної документації. Для лабораторного контролю відбиралися «методом конверту» такі овочі: картопля, морква та буряк. Дослідження проводилися у харчовій лабораторії на базі ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» методом інверсійної вольтамперометрії [7–9].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Вимірюванню підлягали зразки овочів, взяті безпосередньо з регіональних городніх ділянок селян області. Овочева продукція перевірялася на вміст таких металів, як свинець, кадмій, мідь, цинк, миш'як. Дані наводяться в табл. 2.

Таблиця 2

**Середня концентрація важких металів в овочевій продукції**

Райони	Овочі	Виявлена концентрація / норма по НТД на продукт, мг/кг				
		Кадмій	Свинець	Мідь	Цинк	Миш'як
Чигиринський район	Морква	мен. 0,002	0,10	1,72	1,6	мен. 0,02
	Буряк	мен. 0,002	мен. 0,02	0,74	1,17	мен. 0,02
	Картопля	мен. 0,002	0,11	0,28	1,44	мен. 0,02
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2
Черкаський район	Морква	мен. 0,002	0,36	1,75	5,82	мен. 0,02
	Буряк	мен. 0,002	мен. 0,02	0,74	1,17	мен. 0,02
	Картопля	мен. 0,002	0,34	2,05	6,64	мен. 0,02
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2
Уманський район	Морква	мен. 0,002	0,29	1,5	8,82	мен. 0,02
	Буряк	мен. 0,002	0,3	1,01	6,64	мен. 0,02
	Картопля	мен. 0,002	0,375	1,88	6,55	мен. 0,02
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2
Канівський район	Морква	мен. 0,002	0,09	0,26	2,3	мен. 0,02
	Буряк	мен. 0,002	0,3	1,01	6,64	мен. 0,02
	Картопля	мен. 0,002	0,393	2,02	3,38	мен. 0,02
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2

За матеріалами проведених нами досліджень за період 2017–2019 рр. було встановлено, що рівень вмісту кадмію, міді, цинку та миш'яку у рослинній продукції присадибних ділянок населення Черкаської області не перевищував ГДК.

У досліджених зразках буряка та моркви залишкова кількість визначених токсичних елементів не перевищує допустимі рівні згідно з Наказом МОЗ України від 13 травня 2013 р № 368 «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм» та ДСТУ 7033:2009 «Буряк столовий свіжий» і «Морква свіжа» за винятком свинцю, де за норми НТД 0,1 мг/кг концентрація металу становила 0,29–0,36 мг/кг. У досліджених зразках картоплі залишкова кількість свинцю перевищує допустимі рівні згідно з Наказом МОЗ України від 13 травня 2013 № 368 «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм» і ГОСТ 7176-85 у декілька разів, за норми 0,1 мг/кг становить 0,11–0,393 мг/кг [7–9].

На окремих ділянках спостерігалось значне перевищення ГДК свинцю в овочах, зокрема на території Уманського району концентрація металу у рослинній продукції збільшена у 2–3 рази (дані наведені в табл. 2).

Із 60 обстежених партій овочів і картоплі акумуляція кадмію і миш'яку є найменшою (за норми 0,5 мг/кг і 0,2 мг/кг не перевищує 0,002 мг/кг і 0,02 мг/кг). Вміст міді та цинку у зразках є нижчим від ГДК – у межах 0,28–2,5 мг/кг (мідь), що нижче у 2–4 рази за ГДК, а концентрація цинку – 1,17–6,64 мг/кг за норми 10 мг/кг.

**Висновки і пропозиції.** Результати досліджень підтверджують наявність ВМ в овочах, вирощених на ґрунтах Черкаської області. Як і загалом по Україні, ВМ в овочах накопичуються на території, більш забрудненій внаслідок аварії на ЧАЕС, у Черкаській області – це Канівський район.

У рослинній продукції, вирощеній на земельних ділянках Черкащини, майже у всіх зразках спостерігається підвищений вміст свинцю. У середньому він коливається у межах 2,5–3,5 мг/кг за норми 0,1 мг/кг.

Кумуляція свинцю понад допустимого рівня відзначалася в усіх зразках картоплі. Найбільше накопичують ВМ овочі, які ростуть у Канівському та Черкаському районах. Усі інші метали, а саме кадмій, мідь, цинк, миш'як у зразках овочевої продукції не перевищують ГДК. Вміст цинку, міді, ртуті та миш'яку у картоплі, моркві, буряку, вирощуваних у приватних господарствах області, побоювань не викликає.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Янтурин С.И., Прошкина О.Б. Содержание тяжелых металлов в овощах, произрастающих в различных районах промышленного центра черной металлургии. *Фундаментальные исследования*. 2012. № 9 (3). С. 595–597. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30316> (дата звернення: 29.09.2020)
2. Ваймер А.А. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах и сельскохозяйственной продукции Северного Зауралья : автореф. дис. ... докт. биол. наук : 06.01.03. Тюмень, 2006. 36 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/tyazhelye-metally-i-radiionuklidy-v-pochvakh-i-selskokhozyaistvennoi-produktsii-severnogo-zau> (дата звернення: 29.08.2020).
3. Іванова О.С. Локальне забруднення важкими металами селітебних територій Брусилівського району. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. Серія «Біологія та валеологія»*. 2010. № 12. С. 135–140. URL: [file:///D:/D0%94%D0%98%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%AF/znphknpu\\_bio\\_2010\\_12\\_19.pdf](file:///D:/D0%94%D0%98%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%AF/znphknpu_bio_2010_12_19.pdf) (дата звернення: 29.08.2020).

4. Грабак Н.Х., Топіха І.Н., Давиденко В.М., Шевель І.В. Основи ведення сільськогосподарства та охорона земель : навчальний посібник. Київ : ВД Професіонал, 2006. 496 с.

5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. Москва : Издательство АН СССР, 1957. 93 с.

6. Власюк П.А., Шкварук Н.М., Сапатов С.Е. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных, человека. Киев : Наукова думка, 1979. С. 15–70.

7. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини Ф № 71. ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». м. Черкаси. 2017. 37 с.

8. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини. Ф № 71. ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». м. Черкаси. 2018. 38 с.

9. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини. Ф № 71. ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». м. Черкаси. 2019. 34 с.

УДК 665.939.4:633.11

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.14>

## ФОРМУВАННЯ ВМІСТУ АМІНОКИСЛОТ У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

*Любич В.В.* – д.с.-г.н., професор кафедри технології зберігання і переробки зерна,  
Уманський національний університет садівництва

*Железна В.В.* – к.с.-г.н., старший викладач кафедри технології зберігання  
і переробки зерна,

Уманський національний університет садівництва

*Полянецька І.О.* – к.с.-г.н., доцент кафедри генетики,  
селекції рослин і біотехнології,

Уманський національний університет садівництва

*Проаналізовано вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої залежно від сорту. Встановлено, що вміст лейцину, метіоніну, треоніну й гліцину найбільше змінюється від погодних умов періоду вегетації. Загальна маса амінокислот змінюється від 11,00 до 16,14 мг/100 г зерна залежно від сорту пшениці м'якої. Частка незамінних амінокислот становить 27–30% від їхньої загальної маси. Проте вміст суми незамінних амінокислот істотно змінюється залежно від сорту та лінії – від 2,96 до 4,47 мг/100 г зерна. Встановлено, що найбільший вміст серед есенційних амінокислот лейцину (0,58 мг/100 г) фенілаланіну (0,50 мг/100 г) та валіну (0,48 мг/100 г) в зерні пшениці м'якої сорту Подольянка. Найменший вміст лізину – 0,05 мг/100 г. Решта амінокислот становила від 0,27 до 0,38 мг/100 г. Серед замінних амінокислот найбільший вміст глютаміну (3,43 мг/100 г) і проліну (1,16 мг/100 г), а найменше – цистину (0,06 мг/100 г). Коефіцієнт варіювання вибірок за роками досліджень був середнім для амінокислот лейцин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін, гістидин, гліцин, треоніну – великий, а для решти – невеликий. Очевидно, що вміст амінокислот також значно змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду пшениці озимої.*

*Вміст незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Емеріно змінювався від 0,067 до 0,68 мг/100 г. Найбільшим був вміст ізолейцину та лейцину – 0,52–0,68 мг/100 г, найменшим був вміст метіоніну – 0,067 мг/100 г. Вміст решти незамінних амінокислот*