

## НЕОБХІДНІСТЬ У МОНІТОРИНГУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Е.В. Куліджанов, В.Ф. Голубченко, С.Д. Віляєва, Т.Л. Грицай

Одеська філія ДУ «Держгрунтохорона» (м. Одеса, Україна)

e-mail: first144@ukr.net; ORCID: 0000-0003-2808-0199

e-mail: odessa@iogu.gov.ua; ORCID: 0000-0002-5018-9054

e-mail: odessa@iogu.gov.ua

*У статті проаналізовано приховані загрози у вигляді вмісту важких металів, які (загрози) несе в собі використання добрив без контролю вмісту цих забруднювачів. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що небезпечний та дуже небезпечний рівень вмісту важких металів у ґрунтах України спостерігається на площі 1606 тис. га. Окрім елементів, що визначаються під час агрохімпаспортизації, у добривах або сировині для добрив містяться нікель, арсен (миш'як), бром, хром. Серед цих елементів, тільки миш'як визначається в сільськогосподарській продукції, решта залишається поза контролем. Комплексні добрива, крім того, можуть містити ще фтор та стронцій, як мінімум нерадіоактивний. Певна кількість токсичних та мікроелементів зв'язуються ґрунтовими колоїдами, але цим самим забезпечується їхня постійна наявність у ґрунті. Вміст токсичних елементів у добривах залежить, як від технології, так і від походження сировини. На жаль, підсанкційні на сьогодні поклади на території Росії є більш «чистими» порівняно із сировиною з Північної Африки. Транспорт та промисловість також є безумовними джерелами забруднення навколишнього середовища, і це джерело сільське господарство товаровиробник контролювати не може. Однак контроль над потраплянням забруднювачів із добривами — справа цілком реальна, для цього потрібні організаційні заходи. В Україні поки відсутня нормативна база щодо обов'язковості контролю забрудненості добрив, не нормовано перелік та вміст забруднювачів. Також вартим уваги є й запровадження радіологічного контролю добрив. Вирішення нормативних питань є першим кроком, за яким буде черга технічної реалізації. ДУ «Держгрунтохорона» має технічні та фахові можливості забезпечення державного контролю над забрудненістю добрив важкими металами, та ведення хоча б вибіркового радіологічного моніторингу добрив. Те саме стосується й сировини для виготовлення добрив, адже допоможе виробнику уникнути можливих проблем із безпечністю майбутньої продукції.*

**Ключові слова:** забруднення, важкі метали, радіологічний контроль, добрива, ґрунт.

### ВСТУП

Ґрунти Одеської обл., переважно суґлинкові за гранулометричним складом, мають здатність адсорбувати катіони металів, у т. ч. важких (ВМ), які майже не мігрують у нижні шари, тому споживаються флорою і фауною [1]. Вивільняючись, вони забруднюють поверхневі води, які у сільській місцевості використовуються людиною і тваринами і потрапляють по ланцюгу «ґрунти–рослини–поверхневі води–тварини–продукти переробки рослинного і тваринного походження» до людини [2].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

До важких металів — забруднювачів навколишнього середовища з 1973 р. відносили Pb, Cd та Hg. Інші документи ООН та відомчі уряду США включають 7–9 металів, серед яких є Ni, Cr та As. Основними джерелами забруднення ґрунтів залишаються викиди в атмосферу і на сміттєзвалища промислових підприємств і транспорту [3].

Однак значний внесок у забруднення ґрунтів здійснюють сільськогосподарські підприємства, які використовують хімічні добрива зі вмістом важких металів [4]. На сьогодні в Україні не нормовано перелік та

вміст забруднюючих домішок у добривах, контроль цих показників не є обов'язковим для виробників.

Важкі метали (ВМ) потрапляють у ґрунти з продуктами промисловості, у т. ч. вносяться безпосередньо з мінеральними добривами. За розрахунками А.І. Фатеева і Е.Б. Смірної [5] в Україні близько 1606 тис. га сільськогосподарських угідь із небезпечним і дуже небезпечним рівнем забруднення ВМ. ООН у групу найбільш небезпечних для людини і природного середовища хімічних речовин занесла ВМ: ртуть (Hg), свинець (Pb), кадмій (Cd), миш'як (As), хром (Cr), нікель (Ni), мідь (Cu), цинк (Zn), марганець (Mn), кобальт (Co). Серед забруднювачів ґрунтів знаходяться як однокомпонентні, так і комплексні добрива [6]. Будь-які нормативні документи, що регламентують вміст токсичних елементів у ґрунті, відсутні. Те саме стосується і радіологічного контролю — визначення вмісту ізотопів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , або хоча б сумарного потоку в добривах на сьогодні не є обов'язковим.

Концентрація кадмію в фосфоритах із Марокко, Алжиру, Йорданії становить 11,6–18,6 мг/кг. В азотних добривах присутні ВМ і мікроелементи (МЕ), мг/кг: кадмій (Cd) — 0,005–8,5, миш'як (As) — 2,2–120, бром (Br) — 185–716, кобальт (Co) — 5,4–12, хром (Cr) — 3,2–19, мідь (Cu) — 1–15, ртуть (Hg) — 0,3–2,9, молібден — 1–7, нікель (Ni) — 0,84, свинець (Pb) — 0,05. Аміачна селітра вміщує, мг/кг: цинк (Zn) — 0,2, мідь (Cu) — 0,25, нікель (Ni) — 0,84, свинець (Pb) — 0,05 мг/кг. Концентрація ВМ у хлористому калію у середньому становить: (мг/кг): марганцю (Mn) — 1,5–140, свинцю (Pb) — 12–20, цинку (Zn) — 0,5–22, нікелю (Ni) — 2–19, міді (Cu) — 1,5–15, кадмію (Cd) — 4, заліза (Fe) — 403. Комплексні добрива можуть вміщувати мікроелементи, у т. ч. токсичні, у нітрофосці (п·10<sup>-3</sup>%): стронцій — 5420, свинець (Pb) — 145, фтор (F) — 145, бор (B) — 0,6, миш'як (As) — 15, бром (Br) — 32; у нітроамофосці відповідно, мг/кг: стронцій (Sr) — 10, свинець (Pb) — 12, фтор (F) — 212, бор (B) — 0,5, миш'як (As) — 15; в амо-

фосі — цинк (Zn) — 13,6–14, мідь (Cu) — 2,5–7,4, свинець (Pb) — 6,2–7,0, кадмію (Cd) — 0,2–0,5 мг/кг [7].

Можуть вміщувати мікроелементи, у т. ч. токсичні, нітрофоска, нітроамофоска, амофос. За дослідженнями Н.А. Макаренка [6] лише з фосфорними добривами за 1990 р. в агроєкосистемі України надійшло As — 1,8·10<sup>9</sup>, Cd — 5,3·10, Pb — 16,1·10, F — 42000·10 мг, що в сумі становило 42023,2 т високотоксичних хімічних елементів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робота є оглядовою, базується на результатах п'ятнадцятирічних досліджень за програмою агрохімпаспортизації, проведених в Одеській обл. у 2006–2020 рр. [7; 8], та на аналізі публікацій щодо безпеки добрив як джерела токсичних елементів. Слід зазначити, що мікроелементи які навіть не відносяться до ВМ, у певних кількостях також чинять токсичний вплив на флору та фауну, отже доречніше використовувати термін не ВМ, а «токсичні елементи» (ТЕ) [9].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В Одеській обл. у 2018 р. на кожен гектар посівної площі (1342 тис. га) було внесено 123 кг діючої речовини азоту, фосфору і калію у різних формах добрив. Статистичні дані наведені лише по сільськогосподарських підприємствах, а загальна площа орних земель в області становить 2062 тис. га, тобто є велика кількість дрібних землекористувачів. Агрохімічними аналізами було виявлено забруднення ґрунтів мікроелементами (табл.) [7; 8].

Дані свідчать про зростання рівня забрудненості цинком, кадмієм та свинцем у десятому турі досліджень (2016–2020 рр.) [10]. Відмічено зменшення вмісту кобальту та марганцю, що можна пояснити їх використання рослинами, як мікроелементів. Вочевидь, цинк є загальновідомим компонентом фунгіцидних ЗЗР, отже зростання його вмісту може бути пояснено цим фактом, хоча б частково. Щодо вмісту свин-

**Забруднення ґрунтів Одеської обл. рухомими формами мікроелементів (МЕ)  
та важких металів (ВМ)**

Елемент	Тип обстеження	Рівень забруднення, тис. га			
		слабке	помірне	середнє	підвищене
Zn	VIII	—	—	—	—
	IX	—	—	—	—
	X	1.07	0.08	0.60	—
Cu	VIII				
	IX				
	X				
Cd	VIII	1038.60	—	—	—
	IX	1011.56	—	—	—
	X	432.14	338.98		
Pb	VIII	39.50	451.90	1100.75	116.20
	IX	271.90	327.80	575.40	7217.00
	X	293.79	320.78	202.13	61.27
Co	VIII	756.50			
	IX	470.20			
	X	163.20			
Mn	VIII	395.56			
	IX	70.45			
	X	64.30			

цю, як вже відмічалось раніше джерелом може бути як транспорт, так і добрива, що вносяться. Можливо, детальніше вивчити динаміку вмісту ВМ у ґрунтах можна, зіставляючи цей показник для сільськогосподарських угідь та площ несільськогосподарського призначення, де добрива не вносяться. Також окремо варте вивчення питання впливу застосування хелатів на зростання вмісту ВМ у ґрунтах, через їхню (хелатів) здатність до мобілізації іонів металів.

Знизити забруднення ґрунтів ВМ можливо вирощуванням рослин-ремедіантів з родин *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Poaceae* [11]. Коефіцієнти переносу ВМ з ґрунту в рослини становлять: Pb – 0,01–0,1; Cu – 0,1–1,0; Cd – 1–10; Zn – 1–10, тому краще використовувати екологічно чисті добрива, які пропонує органічна технологія. ООН до групи найбільш небезпечних для людини і

природного середовища хімічних речовин внесено такі ВМ: ртуть, свинець, кадмій, миш'як, хром, нікель, мідь, цинк, манган, кобальт тощо. Тривале та безконтрольне використання (залежно від інтенсивності внесення) мінеральних добрив зумовлює до накопичення ВМ та інших небезпечних мікроелементів у ґрунтах, що спричиняє забруднення сільськогосподарських угідь. Окрім того, наразі нерегульовані питання гранично допустимих концентрацій небезпечних мікроелементів в імпортованих мінеральних добривах. Разовий аналіз окремих партій не дасть вичерпної інформації щодо безпечності добрив для навколишнього середовища.

Аналіз розвитку ситуації на ринку добрив вказує на необхідність зосередження особливої уваги на протидії російській економічній експансії, локалізації та припинення постачання мінеральних добрив

російського виробництва на територію України в обхід санкцій РНБО України та заборони Кабінету Міністрів України, захисту вітчизняного виробника та блокування каналів контрабандного постачання вказаної продукції.

Згідно з Постановою КМУ № 535 від 15.05.2019 з 01.07.2019, введено заборону щодо ввезення на територію України мінеральних добрив походженням з РФ (азотні, калійні, фосфорні), крім мінеральних добрив тваринного походження [12].

Водночас, наявна інформація (з відкритих джерел) свідчить про використання російськими виробниками мінеральних добрив та трейдерами вказаної продукції з метою створення механізмів обходу встановлених обмежень шляхом:

- подання до митних органів недостовірної інформації щодо хімічного складу мінеральних добрив, у зв'язку з чим їм надається інший код УКТЗЕД, на який не поширюється дія обмежувальних заходів;
- ввезення до України мінеральних добрив російського виробництва шляхом залучення у якості посередників структур з третіх країн (внесення до митних декларацій недостовірних відомостей щодо країни походження товару).

## ВИСНОВКИ

Мінеральні добрива є одним з основних забруднювачів ґрунтів і продукції, яка вирощується на них. Наведена вище інформація свідчить про те, що існує нагальна необхідність запровадити системний моніторинг якості та безпеки добрив

та сировини для їх виробництва, що імпортується до України. Запровадження такого моніторингу дасть змогу отримувати оперативну та достовірну інформацію щодо вмісту небезпечних речовин у добривах і сировині, та запобігати їх потраплянню до споживачів.

За оцінками фахівців дії недобросовісних імпортерів призводять до потрапляння на територію регіону однокомпонентних та комплексних добрив (у т. ч. й російського походження), які містять у своєму складі важкі метали, небезпечні для природного середовища та людини або продукцію з перевищенням гранично допустимих значень.

**Пропозиції.** Ситуація, що склалася, потребує запровадження постійного моніторингу добрив та/або відповідної сировини з точки зору забрудненості ВМ та радіонуклідами. Це дасть можливість отримувати інформацію щодо вмісту небезпечних речовин у добривах, запобігати їх потраплянню до споживачів. З часом, за умов накопичення фактичного матеріалу щодо особливостей хімічного складу проаналізованих добрив з'явиться можливість визначати фактичних виробників, що унеможливилюватиме імпорт мінеральних добрив походженням із Російської Федерації (з використанням схеми підміни коду УКТЗЕД).

Окрім того, з метою недопущення забруднення ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, спеціалістами запропоновано встановити гранично допустимі концентрації небезпечних мікроелементів у мінеральних добривах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Надточій П.П., Гермашенко В.Г., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту та його забруднення / за ред. П.П. Надточія. Київ: Аграрна наука, 1998. 285 с.
2. Шумиґай І.В., Єрмішев О.В., Манішевська Н.М. Екологічна оцінка забруднення важкими металами підземних вод Київщини. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227244>.
3. Ильин В.Б. О загрязнении тяжелыми металлами почв и сельскохозяйственных культур предприя-  
тиями цветной металлургии. *Агрoхимия*. 1990. № 3. С. 45–50.
4. Палапа Н.В., Гончар С.М. Екологічні ризики, пов'язані із сільськогосподарською діяльністю людини. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 68–80. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255189>.
5. Смірнова К.Б., Фатеев А.І. Основні принципи оцінювання якості ґрунтів за вмістом важких металів для їх бонітування. *Агрoхiмiя i ґрунтознавство*. 2017. № 86. С. 48–57.

6. Макаренко Н.А. Вплив мінеральних добрив на обмінний фонд біогеохімічного циклу токсичних елементів. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 4. С. 55–58.
7. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. І.П. Яцук, С.А. Балука. Київ, 2019. 108 с.
8. Звіт про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт Одеської філією ДУ «Держгрунтохорона» за 2016–2020 рр. (заклучний) / ДУ «Держгрунтохорона». Одеса, 2020. 121 с.
9. Duffus J. «Heavy metals» a meaningless term? (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.* 2002. Vol. 74. No. 5. P. 793–807.
10. Golubchenko V., Kulidzhanov E., Kapustina G. and Firsova V. The level of soils and crop produce pollution with heavy metals at the odessa region. In: 5<sup>th</sup> International Eurasian Agriculture and natural sciences congress (October 23–24, 2021). P. 84–88.
11. Dursun Sukru, Symochko Lyudmyla and Mankolli Hysen. Bioremediation of heavy metals from soil: an overview of principles and criteria of using. *Agroecological journal*. 2020. No. 3. P. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211521>
12. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/535-2019-%D0%BF#Text>

## REFERENCES

1. Nadtochij, P.P., Germashenko, V.B. & Volvach, F.V. (1998). *Ecologia hruntu ta yoho zabrudnennia [Soil ecology and pollution]*. Kyiv: Agrarnanauka [in Ukrainian].
2. Shumyhai, I.V., Yermishev, O.V. & Manyshevs'ka, N.M. (2021). Ekolohichna otsinka zabrudnennya vazhkymu metalamy pidzemnykh vod Kyivshchyny [Ecological estimation of Kiev region underground waters pollution with heavy metals]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 88–97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227244> [in Ukrainian].
3. Illyin, V.B. (1990). O zagriaznenii tiazhelymy metallamy pochv I selskohozyajstvennykh kultur predpriyatiamy tsvetnoy metallurgii [About the soil pollution with heavy metals by the non-ferrous metallurgy enterprises]. *Agrohimia – Agrochemistry*, 3, 45–50 [in Russian].
4. Palapa, N.V. & Gonchar, S.M. (2022). Ekolohichni ryzyky, pov'yazani iz sil'skohospodars'koyu diyal'nistyu lyudyny [Ecological risks interconnected with people agricultural activity]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 68–80. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255189> [in Ukrainian].
5. Smirnova, K.B. & Fateev, A.I. (2017). Osnovni pryntsypy otsinyuvannya yakosti gruntiv za vmistom vazhkykh metaliv dlya yikh bonituvannya [The main principles of evaluating the quality of soils by the content of heavy metals for their grading]. *Agrohimia – Agrochemistry*, 86, 48–57 [in Russian].
6. Makarenko, N.A. (2003). Vplyv mineralnykh dobriv na obmynnij fond biogeokhymichnoho cyklu toxychnykh elementyv [The influence of mineral fertilizers on the exchange stock of toxic elements biogeochemical cycle]. *Visnyk Agramoi Nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 4, 55–58 [in Ukrainian].
7. Yatsuk, I.P. & Baliuk, S.A. (Eds.). (2019). *Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia: kerivnyi normatyvnyi dokument [Methodology for conducting agrochemical certification of agricultural land: guiding normative document]*. Kyiv [in Ukrainian].
8. Institute of Soil Protection of Ukraine (2020). *Zvit pro vykonannya proektno-tekhnologichnykh ta naukovykh doslidnykh robit Odes'koyi filiyeyu DU «Derzhgruntokhorona» za 2016–2020 rr. (zaklyuchnyy) [Report on the execution of design-technological and research works by the Odessa branch of State Soil Protection State University for 2016-2020 (final)]*. Odessa [in Ukrainian].
9. Duffus, J. (2002). «Heavy metals» a meaningless term? (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.*, 74, 5, 793–807 [in English].
10. Golubchenko, V., Kulidzhanov, E., Kapustina, G. & Firsova, V. (2021). The level of soils and crop produce pollution with heavy metals at the odessa region: 5<sup>th</sup> International Eurasian Agriculture and natural sciences congress (pp. 84–88) [in English].
11. Dursun, Sukru, Symochko, Lyudmyla & Mankolli, Hysen. (2020). Bioremediation of heavy metals from soil: an overview of principles and criteria of using. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 6–12. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211521> [in English].
12. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/535-2019-%D0%BF#Text>

Стаття надійшла до редакції журналу 08.05.2022