

ON THE ISSUE OF DETERMINING THE BACKGROUND LEVEL OF SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS WHEN DETERMINING THE IMPACT OF MILITARY ACTIONS

Chernychenko I.O., Lytvychenko O.M., Babii V.F.,
Kondratenko O.Ye., Hlavachek D.O.

ДО ПИТАННЯ ФОНОВОГО РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ

**ЧЕРНИЧЕНКО І.О.,
ЛИТВИЧЕНКО О.М.,
БАБІЙ В.Ф.,
КОНДРАТЕНКО О.Є.,
ГЛАВАЧЕК Д.О.**

ДУ «Інститут
громадського здоров'я
ім. О.М. Марзеєва
НАМН України», Київ

Серед викликів для сьогодення та майбутнього України, пов'язаних з російським вторгненням та активізацією воєнних дій, одне з провідних місць належить екологічній кризі, актуальність розв'язання якої з часом тільки зростає.

При цьому важко визначити обсяг пошкоджень на теренах України до закінчення війни. Проте вже зараз фахівці Міністерства

аграрної політики та продовольства України разом з експертами Center for Food and Land USA Research (Kyiv School of Economics) говорять про особливості ушкодження ґрунтів сільськогосподарського призначення [1], що безпосередньо постраждали від активних бойових дій, особливо звільнені після окупації. Це – території Сумської, Київської, Чернігівської та

ДО ПИТАННЯ ФОНОВОГО РІВНЯ
ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ
МЕТАЛАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ
ВОЄННИХ ДІЙ

**Черниченко І.О., Литвиченко О.М.,
Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є.,
Главачек Д.О.**

ДУ «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзеєва НАМН України»,
Київ, Україна

Мета: ретроспективний аналіз забруднення важкими металами ґрунтів сільськогосподарського призначення різних регіонів України у довоєнний період як основи встановлення фоновому рівня для оцінки екологічної ситуації у повоєнний час.

Матеріали та методи дослідження. У роботі використано санітарно-гігієнічні, бібліометричні та аналітичні методи. Проаналізовано результати звітів НДР, виконаних у лабораторії гігієни канцерогенних факторів Інституту громадського здоров'я імені О.М. Марзеєва НАМН України та літературні джерела вітчизняних наукометричних баз даних. У значених дослідженнях відбір ґрунту здійснювали з використанням загальноприйнятого методу конверта на глибині 20 см, а вимірювання важких металів проводили на атомно-абсорбційному спектрофотометрі КАС-120.1 з графітовою кюветою.

Результати дослідження. Показано,

що рівень вмісту важких металів у ґрунтах залежить від типу ґрунту, якості використовуваних добрив та наявності джерел забруднення. Аналітичний розгляд проблеми забруднення сільськогосподарських територій важкими металами в Україні свідчить про стабільне забруднення ґрунтів у довоєнний час. Проте рівень цього забруднення не становить небезпеки і визначається на рівні допустимих медико-санітарних нормативів. Транслокація таких рівнів важких металів до рослинної продукції харчового призначення не створює небезпеки для здоров'я населення.

Показано, що у результаті воєнних дій, пов'язаних з вибуховими процесами, можливе забруднення ґрунтів на рівні концентрацій, що значно перевищують ГДК. На прикладі Донецької області проілюстровано ймовірність забруднення харчових продуктів важкими металами.

Висновок: зроблено висновок про доцільність моніторингу сільськогосподарських територій на вміст важких металів; особливо наголошується на небезпеці вирощування рослинної продукції у приватному секторі населених пунктів, що були під окупацією або перебували в умовах воєнних дій.

Ключові слова: воєнні дії, важкі метали, забруднені території, сільськогосподарські землі, фонове забруднення.

© Черниченко І.О., Литвиченко О.М., Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є.,
Главачек Д.О. СТАТТЯ, 2025.

Миколаївської областей. Хоча окремі райони і зараз час від часу потерпають від артилерійських та ракетних обстрілів.

Залишаються й території областей, які все ще перебувають у зоні бойових дій або навіть є окупованими – Харківська, Херсонська, Запорізька, Донецька і Луганська області.

Не маючи наразі можливості проведення натурних досліджень, поглянемо на сучасний стан впливу бойових дій на рівень забруднення довкілля через призму аналітичних досліджень останніх передвоєнних років.

Передусім, у літературі наголошується, що на тлі вибухових процесів причинами пошкодження ґрунтів є пересування військової техніки, результатом чого є ущільнення поверхневого шару ґрунту та зниження родючості. Серйозна небезпека для використання сільськогосподарських земель пов'язана також з мінним забрудненням, порушенням іригаційної інфраструктури, затопленням окремих зон та численними пожежами різного масштабу [2-5].

Серед потенційно можливих забруднювачів ґрунтів найбільш небезпечними є речовини з віддаленими ефектами дії (канцерогени, речовини, що пошкоджують репродуктивну систему організму, тощо), пріоритетними з яких є сполуки двох хімічних класів – поліциклічні ароматичні вуглеводні та важкі метали. Для цих речовин характерними є розповсюдження в оточенні людини, стійкість у навколишньому середовищі, довготривалий період напіврозпаду у ґрунтах і здатність легко включатись у біологічні ланцюги (повітря – ґрунт – вода – рослини – тварини – людина), що зумовлює їхню ком-



ФАКТОРИ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я

плексну дію на організм людини з повітрям, водою та харчовими продуктами. Якщо зазначену проблему відносно поліциклічних ароматичних вуглеводнів, індикатором яких є бенз(а)пірен, нами було вже проаналізовано і висвітлено у попередніх публікаціях [6, 7], то питання щодо важких металів залишаються недостатньо висвітленими з урахуванням нових ситуаційних особливостей у країні. Загально відомо, що важкі метали завжди присутні у земній корі через виверження вулканів, ерозію ґрунтів та гірських порід, з одного боку, та з іншого – у результаті промислової діяльності людини (спалювання нафти, вугілля, рослинного покриву).

Стабільно визначається вміст важких металів, рівень якого характеризує природний фоновий стан. При цьому завдяки своїм властивостям, тобто наявності стійкості і потенціалу біоаккумуляції, важкі метали накопичуються у біоматеріалах, у тому числі у рослинній продукції, вирощеній на забруднених ґрунтах [8].

Загалом нині у світовій науковій літературі приділяється увага таким повсюдно присутнім у довкіллі металам, як миш'як (As), кадмій (Cd), мідь (Cu), свинець (Pb) та цинк (Zn). Більшість зазначених речовин є також продуктами воєнних дій, про що ми повідомляли у попередніх роботах [9-11].

Оцінюючи наслідки за-

бруднення ґрунтів, привертають увагу дослідження Broomandi P. зі співавторами [12] щодо зміни рівнів забруднення у профілі. Автори показали, що хоча загалом забруднення, як правило, обмежене глибиною перших 0,5 метра від поверхні ґрунту, проникнення окремих речовин є індивідуальним і поширюється на різні глибинні рівні.

Проведене авторами дослідження верхнього шару ґрунту з військового стрільбища у Швейцарії засвідчило сильне забруднення, проте концентрація окремих важких металів різко зменшувалася з глибиною, сягаючи фонових значень, наприклад, для Pb на глибині 60-70 см, для сурми (Sb) та Cu – 40 см, нікеля (Ni) – вже у підґрунті. У визначенні небезпеки від вибухових процесів привертають увагу дослідження, проведені групою авторів [13] на території міста Львів після ракетного вибуху. Спостереження було проведено у вирві на глибині до 5 м. Вимірюванням було встановлено наявність в усіх пробах важких металів (Ti, Zn, Pb, Ni) у концентраціях, які значно перевищують гранично допустимі рівні.

Отже, нині Україна переживає складні часи, коли спостерігається стабільна зміна ландшафту та рівня забруднення ґрунтів загалом і сільськогосподарських територій зокрема. Зазначене вимагає регулярного моніторингу

екологічної ситуації, що стосується не тільки визначення небезпеки забруднення, а ще й встановлення внеску за рахунок воєнних дій.

Вирішення цього питання потребує повернення до довоєнного часу і встановлення рівня забруднення ґрунтів на той період, який тепер може розглядатися як фоновий.

Мета даної роботи полягала у ретроспективному аналізі забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення різних регіонів України важкими металами у довоєнний період як основи встановлення фонового рівня для оцінки екологічної ситуації у повоєнний час.

Матеріали та методи дослідження. У роботі використано санітарно-гігієнічні, бібліометричні та аналітичні методи. Аналізу підлягали результати звітів НДР, виконаних у лабораторії гігієни канцерогенних факторів ДУ «Інститут гігієни та медичної екології

імені О.М. Марзеєва» (нині – Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзеєва Національної академії медичних наук України) та літературні джерела вітчизняних наукометричних баз даних.

У цих роботах зазначено, що відбір ґрунту здійснювався з використанням загальноприйнятого методу конверта на глибині 20 см, а вимірювання важких металів провадили на атомно-абсорбційному спектрофотометрі КАС-120.1 з графітовою кюветою.

Результати дослідження. Аналітичний розгляд ретроспективних матеріалів та їх узагальнення дозволили визначити певні особливості забруднення ґрунтів важкими металами. Передусім було виявлено залежність показників забруднення від типу ґрунту, що ілюструється даними таблиці 1.

Найвищий рівень вмісту хімічних речовин спостерігається на ґрунтах чорноземних груп. Дещо нижчі

показники характерні для опідзолених ґрунтів, а найнижчі – для дерново-підзолистих. Отже, вміст небезпечних важких металів пов'язаний з властивостями ґрунтів утримувати антропогенні сполуки, що корелює зі здатністю зв'язувати органічні добрива як критерій визначення родючості.

При цьому особливу роль відіграють також добрива, які використовуються у сільськогосподарській практиці для підвищення урожайності. Це друга зазначена нами особливість. Якщо проаналізувати дані таблиці 2, в якій наведено кількісні характеристики вмісту важких металів для різних видів добрив, то чітко бачимо їхні різноманітність і відмінність за цим критерієм.

Найбільший внесок важких металів до ґрунту зумовлений їх надходженням з гноєм, суперфосфатом, азотфоскою та фосфогіпсом. При чому з основними видами добрив до ґрунтів найбільше надходять такі еле-

Таблиця 1

Фоновий вміст важких металів у різних типах ґрунтів

Тип ґрунту	Метали				
	Ni	Co	Cu	Zn	Pb
Дерновопідзолисті	12,4 ± 1,2	3,3 ± 1,2	18,8 ± 3,3	11,2 ± 0,3	15
Опідзолені	27,6 ± 2,3	10,8 ± 0,7	33,2 ± 14,4	42,3 ± 5,3	15,8 ± 1,2
Каштанові	37,2 ± 5,4	13,5 ± 2,6	25,4 ± 2,3	63,0 ± 18,0	17,9 ± 1,7
Чорноземи південні	35,7 ± 3,3	13,2 ± 2,0	26,3 ± 2,6	53,0 ± 12,4	17,4 ± 2,4
Чорноземи звичайні	37,4 ± 4,0	12,8 ± 1,2	25,0 ± 4,4	54,9 ± 8,7	20,9 ± 2,4

Таблиця 2

Вміст важких металів в основних видах добрив та меліорантів, які використовуються у сільськогосподарському виробництві, мг/кг сухої речовини

Елемент	Гній	Суперфосфат	Азофоска	Аміачна селітра	Вапняні матеріали	Фосфогіпс
As	-	75	112	0,18	42	130
Cd	0,32	0	0	0	0,1	5
Hg	0,09	0	0,01	0	0,3	17
Pb	6,6	11	10,5	0,25	0,1	42
Zn	215	27	45	0	63	67
Ni	7,8	0,1	0,5	0,9	9	9
Cu	41	0,5	27	1,0	54	6
Cr	5,2	10,5	3,2	0,6	37	69
Mn	315	72	87,5	1,5	108	87

менти, як Zn, Ni, Zn, Cr, Mn.

Третя особливість забруднення пов'язана з потужністю джерел викиду важких металів у довкілля. Найбільш поширеним джерелом забруднення є автомагістралі, мережа яких охоплює всю територію країни. У таблиці 3 наводимо дані про вміст важких металів у ґрунтах автомагістралі 1-ї категорії. І хоча відпрацьовані гази автотранспорту взагалі розглядаються як суттєве дже-

ON THE ISSUE OF DETERMINING
THE BACKGROUND LEVEL OF SOIL
POLLUTION WITH HEAVY METALS
WHEN DETERMINING THE IMPACT
OF MILITARY ACTIONS

**Chernyuchenko I.O., Lytvychenko O.M.,
Babii V.F., Kondratenko O.Ye.,
Hlavachek D.O.**

*SI «O.M. Marzieiev Institute for Public
Health of the National Academy of Medical
Science of Ukraine», Kyiv*

Purpose: retrospective analysis of heavy metal contamination of agricultural soils in different regions of Ukraine in the pre-war period as a basis for establishing a background level for assessing the environmental situation in the post-war period.

Materials and methods of the study. The sanitary-hygienic, bibliometric and analytical methods were used. The results of the research reports performed in the laboratory of hygiene of carcinogenic factors of the O.M. Marzieiev Institute for Public Health and literary sources of domestic scientometric databases were analyzed. In those studies soil samplings were carried out using the generally accepted envelope method at a depth of 20 cm, and heavy metals were measured on an atomic absorption spectrophotometer KAS-120.1 with a graphite cuvette.

Research results. The analyses of the previous studies shows that the level of heavy metals in soils depends on the type of soil, the quality of fertilizers used and the presence of sources of pollution. Analytical consideration of the problem of contamination of agricultural areas with heavy metals in Ukraine indicates stable soil pollution in the pre-war period. However, the level of this pollution does not pose a danger and is at the level of permissible medical and sanitary standards. Translocation of such levels of heavy metals to plant food products does not pose a danger to public health.

It is shown that in the result of military actions associated with explosive processes, soil pollution at concentrations significantly exceeding the maximum permissible concentration (MPC) is possible. The example of Donetsk region illustrates the probability of contamination of food products with heavy metals.

Conclusion: a conclusion is made on the feasibility of monitoring agricultural areas for the content of heavy metals; Special emphasis is placed on the danger of growing plant products in the private sector of settlements that were under occupation or were in conditions of military operations.

Keywords: military operations, heavy metals, contaminated areas, agricul-

рело забруднення довкілля шкідливими речовинами, у тому числі важкими металами, у нашій роботі збільшення концентрацій спостерігалось лише на відстані 5 м від автомагістралі. На відстані 25-50 м можна вести мову лише про тенденцію до зростання показників усіх ідентифікованих важких металів порівняно з даними, отриманими на відстані 100 м.

Значно більші рівні важких металів визначаються у зоні промислових об'єктів. За даними довгострокового моніторингу, проведеного Степановою М.Г. [13], у Донецькій області перед початком воєнних дій було визначено наявність важких металів в усіх об'єктах довкілля. Причому найбільші концентрації реєструвалися у ґрунтах (0,3-4,8 ГДК) та підземних водах (0,4-4,9 ГДК).

За наявності такого забруднення ґрунтів важливо визначити їхню небезпеку для людей, пов'язану з транслокацією речовин у харчові рослини, вирощені на таких територіях.

Наші дослідження, проведені у районі автомагістралі (табл. 4), засвідчили безпечність вирощування сільськогосподарської продукції харчового призначення, тобто за умов непереви-

Таблиця 3

**Вміст важких металів у ґрунті полів у районі автомагістралей, мг/кг
(атомно-абсорбційний аналіз)**

Відстань відбору проб від дороги	Важкі метали					
	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Co
5 м, М+м	18,5 ± 7,2	8,4 ± 1,5	11,9 ± 3,9	0,27 ± 0,1	11,9 ± 2,3	3,4 ± 0,3
25 м, М+м	12,8 ± 3,5	6,4 ± 3,0	9,3 ± 0,8	0,39 ± 0,3	10,9 ± 2,1	3,8 ± 0,5
Р%	51	57	51	77	77	51
50 м, М+м	11,7 ± 0,9	6,5 ± 1,1	8,9 ± 1,6	0,23 ± 0,1	10,1 ± 3,1	2,9 ± 0,3
Р%	40	35	51	70	84	31
100 м, М+м	10,7 ± 1,5	6,6 ± 2,3	8,9 ± 1,9	0,16 ± 0,1	8,7 ± 1,6	3,2 ± 0,3
Р%	57	92	63	92	31	70

щення гранично допустимого забруднення ґрунтів. Водночас дослідження Степанової М.Г. [14], проведені у районі великих промислових центрів за умов накопичення важких металів у ґрунтах, свідчать про можливість їх переходу у рослини у завищених концентраціях. Авторкою показано, що у харчових продуктах, виготовлених із місцевої сировини Донецької області, важкі метали визначаються у концентраціях, що перевищують медико-санітарні нормативи: свинець (1,2-1,4 ГДК), цинк (1,3-1,9 ГДК), марганець (3,8-6,4 ГДК), хром (1,2-2,8 ГДК), кадмій (1,2-9,9 ГДК).

При цьому встановлено, що свинець накопичується переважно у продуктах тваринного походження, тоді як інші метали – у рослинній продукції.

Останнє є підставою стверджувати про ймовірно підвищену небезпеку стану сільськогосподарських земель, які перебувають у зоні воєнних дій. Наведені дані свідчать про необхідність ретельного моніторингу сільськогосподарських угідь на території країни з метою виявлення зон підвищеної небезпеки. І вже зараз доцільно організувати моніторингу небезпеки у приватному сек-

торі населених пунктів, які зазнавали і зазнають впливу воєнних дій. Водночас доцільно вже зараз починати роботи у цих районах з рекультивації сільськогосподарських угідь.

Висновки

1. Аналітичний розгляд проблеми забруднення важкими металами сільськогосподарських земель в Україні свідчить про стабільне забруднення ґрунтів у довоєнний час. Проте рівень цього забруднення не становив небезпеки і визначався у межах допустимих медико-санітарних нормативів. Транслокація таких рівнів важких металів до рослинної продукції харчового призначення не створювала небезпеки для здоров'я населення.

2. Показано, що у результаті бойових дій, пов'язаних з вибуховими процесами, можливе забруднення ґрунтів на рівні концентрацій, що значно перевищують ГДК. На прикладі Донецької області проілюстровано ймовірність забруднення харчових продуктів важкими металами.

3. Висловлено пропозиції щодо моніторингу сільськогосподарських земель/угідь на вміст важких металів і звернено увагу на небезпеку вирощування рослинної продукції у приватному секторі населених пунктів, що були під окупацією або перебували в умовах воєнних дій.

Внески авторів:

Черниченко І.О. – концептуалізація, написання першого варіанту статті;
Литвиченко О.М. – редагування;
Бабій В.Ф. – курація даних;
Кондратенко О.Є. – рецензування;
Главачек Д.О. – програмне забезпечення.

Фінансування: дослідження профінансоване за

Таблиця 4

Вміст важких металів у різних культурах, вирощених на полях, розміщених у районі автомагістралей, мг/кг

Відстань від авто-траси	Культура	Важкі метали					
		Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Co
5 м	Картопля	2,19	0,86	0,18	0,014	0,07	0,29
	Кормовий буряк	0,34	0,08	0,08	0,023	0,19	0,27
	Цукровий буряк	2,25	0,40	0,13	0,015	0,05	0,17
	Кукурудза	3,80	0,72	0,16	0,006	0,10	0,08
	Яблука	0,12	0,05	0,07	0,008	0,02	0,02
	Ячмінь	20,7	11,4	0,59	0,036	0,14	0,4
25 м	Патисони	1,11	0,21	0,09	0,066	0,02	0,13
	Картопля	1,48	0,32	0,15	0,017	0,05	0,17
	Кукурудза	5,93	0,07	0,21	0,003	0,09	0,12
	Ячмінь	11,0	0,57	0,52	0,04	0,14	0,10
50 м	Цукровий буряк	1,16	0,2	0,07	0,016	0,04	0,09
	Цукровий буряк (після посадки)	0,77	0,19	0,08	0,016	0,04	0,14
	Ячмінь	15,60	0,28	0,44	0,021	0,15	0,13
100 м	Цукровий буряк	1,15	0,23	0,08	0,021	0,05	0,12
	Цукровий буряк (після посадки)	0,55	0,25	0,04	0,008	0,02	0,04
	Ячмінь	17,6	0,24	0,45	0,022	0,1	0,10
Максимально прийнятний рівень для овочів		10,0	5,0	0,5	0,03	-	-
Максимально прийнятний рівень для фруктів		10,0	5,0	0,4	0,03	-	-
Максимально прийнятний рівень для зернових		50,0	10,0	0,5	0,1	-	-

рахунок Державного бюджету України (Національною академією медичних наук України).

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Ohliad zbytkiv vid viiny v silskomu hospodarstvi Ukrainy. Nepriama otsinka poshkodzen [Survey of war damages in Ukrainian agriculture. Indirect assessment of damage]. Kyiv School of Economics; Center for Food and Land Use Research; Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. Jun 8, 2022. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/06/Damages_report_issue1_ua.pdf. Ukrainian
2. Sytar O, Taran N. Effect of heavy metals on soil and crop pollution in Ukraine – a review. *Journal of Central European Agriculture*. 2022; 23(4):881-7. <https://doi.org/10.5513/jcea01/23.4.3603>
3. Hulich MP, Kharchenko OO, Yemchenko NL, Olshavska OD, Liubarska LS. Viina v Ukraini: problema zabrudnennia silskohospodarskykh uhid ta produktsii vazhkymy metalamy [The war in Ukraine: the problem of heavy metal contamination of agricultural land and products]. *Dovkillia ta zdorovia [Environment & Health]*. 2024 Dec ;(4 (113)):38-44. <https://doi.org/10.32402/dovkil2024.04.038>. Ukrainian
4. Turns A. The toxic legacy of the Ukraine war. BBC. Feb 21 2023. URL: <https://www.bbc.com/future/article/20230221-the-toxic-legacy-of-the-ukraine-war5>. Khazali M, Taghavi L. An overview of Persian Gulf environmental pollutions. E3S Web of Conferences. Vol. 325 : The 2nd Geoscience and Environmental Management Symposium. 2021; # 03013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2021325030136>.
5. Chernyuchenko IO, Lytvychenko OM, Babii VF, Kondratenko OYe, Hlavachek DO. Soil contamination of agricultural territories of Ukraine with benz(a)pyrene in the pre-war period as a criteria of background pollution in the post-war period when determining the dangerous consequences of military actions. *Dovkillia ta zdorovia [Environment & Health]*. 2024 Aug; (3 (112)):57-64. <https://doi.org/10.32402/dovkil2024.03.057>. Ukrainian
6. Sytar O, Ghosh S, Malinska H, Zivcak M, Brestic M. Physiological and molecular mechanisms of metal accumulation in hyperaccumulator plants. *Physiologia Plantarum*. 2020 Nov 30. <https://doi.org/10.1111/ppl.13285>
7. Lawrence MJ, Stemmerger HL, Zolderdo AJ, Struthers DP, Cooke SJ. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015 Dec; 23(4):443-60. <https://doi.org/10.1139/er-2015-0039>
8. Babii VF, Kondratenko OYe, Lytvychenko OM, Hlavachek DO, Zhdan-Pushkina OV, Stankevych VV, Ostanina NV, et al. Analitichnyi rozghliad pytan zabrudnennia gruntiv nebezpechnymy rehovynamy, yaki mistiatsia u snariadakh i raketakh, ta mozhlyvi shliakhy yikhnoho vplyvu na naselennia [Analytical consideration of the issues of soil pollution by hazardous substances, which contained in shells and rockets and possible ways of their influence on the population]. *Dovkillia ta zdorovia [Environment & Health]*. 2024 Dec ;(4 (113)):45-51. <https://doi.org/10.32402/dovkil2024.04.045>. Ukrainian
9. Koziarin IP, Khomenko IM, Chernyuchenko IO, Lytvychenko OM. Osoblyvosti laboratornykh doslidzhen stanu dovkillia u voiennyi period [Features of laboratory studies of environment state during the war period]. *Dovkillia ta zdorovia [Environment & Health]*. 2023 Sep ;(3 (108)):24-30. <https://doi.org/10.32402/dovkil2023.03.024>. Ukrainian
10. Broomandi P, Guney M, Kim JR, Karaca F. Soil contamination in areas impacted by military activities: a critical review. *Sustainability*. 2020 Oct 29 ;12(21):9002. <https://doi.org/10.3390/su12219002>
11. Petrushka K, Malovany MS, Skrzypczak D, Chojnacka K, Warcho J. Risks of soil pollution with toxic elements during military actions in Lviv. *Journal of Ecological Engineering*. 2024 Jan 1 ;25(1):195-208. <https://doi.org/10.12911/22998993/175136>. Ukrainian
12. Grishchenko S, Agarkov V, Stepanova M. Tyazhelye metally v biosfere Donetskoi oblasti. Atlas-spravochnik [Heavy metals in the biosphere of Donetsk region. Atlas-reference book]. Donetsk; 2003. 144 p. Russian
13. Grishchenko S, Stepanova M, Hanenko O, Bragin Sh. Gigienicheskaya otsenka vliyaniya zagryazneniya okruzhayushchei sredy u produktov pitaniya ag-rokhimicheskimi ksenobiotikami na chastotu vznikeniya mochekamennoy bolezni sredi selskogo naseleniya Donetskoi oblasti [Hygienic assessment of the influence of environmental pollution and food products of agrochemical xenobiotics on the incidence of urolithiasis among the rural population of Donetsk region]. *Vestnik gigieny i epidemiologii [Herald of hygiene and epidemiology]*. 2002; 6(2):157-60. Russian

Дата надходження
до редакції– 18.01.2025