

ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ, ПОВ'ЯЗАНОГО З ВЕДЕННЯМ БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ, ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

Лабойко В.В.

*Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького,
м. Львів, Україна*

***Анотація.** З початком повномасштабної війни Україна стала полігоном, де з неймовірною кількістю та інтенсивністю застосовують різні види озброєння – від далекобійних гаубиць та систем залпового вогню до крилатих ракет. Це призвело до нищівного руйнування екосистеми регіонів України, де проходять військові дії. Зокрема дуже сильно постраждав родючий шар ґрунту, що ставить під сумнів безпечність його використання в майбутньому. Наслідки цієї війни на даний час невідомі та можуть тривати впродовж багатьох поколінь.*

***Ключові слова:** воєнні конфлікти, забруднення ґрунтів, важкі метали, воєнно-техногенні забруднення.*

Вступ. Станом на 11 жовтня 2023 р., відповідно до даних Міністерства довкілля та природних ресурсів України збитки довкіллю, що завдані окупантами від початку повномасштабної війни оцінюються в 2108 млрд гривень, з них збитки від забруднення ґрунтів і землі – 984,4 млрд гривень. Держекоінспекцією за час повномасштабної війни було зареєстровано понад 2500 звернень щодо російських злочинів проти довкілля.

Сьогодні Україна є однією з найбільш замінованих країн світу, близько 174 тис. кв. км стали небезпечними для життя. Одним із важливих секторів української економіки є аграрна промисловість. Значну частину своєї агропродукції експортується до багатьох країн, що сильно залежали від неї. Ця війна ставить під загрозу глобальну продовольчу безпеку. Вторгнення росії в Україну призвело до переміщення мільйонів людей і перервало сільськогосподарське виробництво та торгівлю з одного з найбільших експортних регіонів світу [2]. Військові дії призвели до забруднення ґрунтів хімічними речовинами та їх сполуками, нафтопродуктами, замінування величезної території, механічного пошкодження ґрунту тощо.

Мета роботи: огляд та узагальнення літературних даних щодо вмісту хімічних речовин та сполук, оцінка та прогнозування наслідків хімічного забруднення ґрунтів внаслідок застосування зброї та військової техніки.

Матеріали та методи дослідження: вітчизняні та зарубіжні джерела літератури, їх аналіз, порівняння та узагальнення інформації.

Результати та їх обговорення. Війна несе загрозу і небезпеку всьому живому спричиняючи, в тому числі і негативні екологічні зміни, які здатні впливати на здоров'я населення країни [4]. Руїнування складів агрохімікатів призвели до забруднення довкілля пестицидами, важкими металами, добривами [5]. Доведено, що на територіях, які постраждали від війни, змінюється текстура ґрунту, спостерігається збільшення слідів металів, радіоактивних елементів, нафтопродуктів, енергетичних матеріалів, нітроароматичних вибухових речовин, фосфорорганічних нервово-паралітичних речовин і зниження макро- та мікробіологічної активності, інфільтрації води, органічних речовин і ключові поживні речовини [1]. Зокрема, внаслідок вибухів снарядів у ґрунт попадають токсичні сполуки, під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюються чадний газ, вуглекислий газ, водяна пара, сполуки азоту, формальдегід, пари ціанистої кислоти, а також велика кількість токсичної органіки. На таких територіях відзначається системне перевищення в 6–8 разів концентрацій низки важких металів, зокрема ртуті, цинку та кадмію. На місцях обстрілів також фіксують підвищений вміст міді, нікелю, свинцю, фосфору та барію. Ці речовини, потрапляючи до ґрунту, мігрують з ґрунтовими водами і в результаті потрапляють до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей віддаленими наслідками. Небезпеку також створює не тільки масивна дія хімічних сполук, але й малі дози полютантів у об'єктах навколишнього середовища, вплив яких на живі організми може призвести до виникнення у них прихованої або явної патології.

Важкі метали в орних ґрунтах становлять серйозну загрозу і для здоров'я людей, оскільки з ґрунту вони потрапляють в рослини, а з них – в людський організм. За даними науковців, споживання сільськогосподарської продукції, вирощеної на ґрунтах із воєнно-техногенним забрудненням може не тільки порушувати діяльність нервової системи та провокувати розвиток злоякісних утворень людини [3]. В даний час важкі метали вважаються одними з головних забруднювачів екосистеми. Розподіл важких металів у ґрунті і ступінь їх токсичності залежать як від природних умов даної місцевості, так і від конкретних речовин. Наприклад, ртуть, свинець і кадмій накопичуються у верхніх шарах, але їх міграція по ґрунтовому профілю і винос за його межі незначна.

Основним шляхом надходження свинцю до організму людини є пероральний, разом з продуктами харчування та водою. Свинець належить до отрут з політропним механізмом дії, що проявляється специфічним токсичним впливом на органи кровотворення, ураженням центральної

та периферичної нервової системи, ШКТ, серцево-судинну та імунну системи [6]. Таким чином, свинець спричинює токсичну дію практично на всі органи і системи організму людини. Свинець і його сполуки є більш токсичними для дітей, ніж для дорослих. Насправді не існує порогу, нижче якого свинець був би безпечним для дітей [7].

Ртуть присутня постійно як у зовнішньому середовищі, так і в біологічних середовищах. Ртуть характеризується відносно високою леткістю та стійкістю у зовнішньому середовищі, розчиняється в атмосферних опадах, здатна до сорбції ґрунтом і зеленими насадженнями. Солі ртуті в організмі людини з'єднуються в сполуки з білком, солями крові та тканин і утворюють складні комплекси – ртутні альбумінати. Ртутні альбумінати проникають в капілярні судини і, розкладаючись, призводять до місцевого отруєння. Органічні сполуки ртуті більш токсичні, ніж металева ртуть та її неорганічні похідні, оскільки мають здатність проникати через біологічні бар'єри [8].

Кадмій та його сполуки відносяться до першого класу небезпеки – високонебезпечні речовини. Особливістю його токсичної дії є здатність негативно впливати на здоров'я людини при тривалому впливі, навіть при низьких рівнях забруднення у зв'язку з високим коефіцієнтом біологічної акумуляції (період напіввиведення кадмію з організму складає до 40 років). До 95 % кадмію в організм людини надходить через травну систему з продуктами харчування. При тривалому впливі порушується діяльність центральної та периферичної нервової системи [9].

Сполуки марганцю, в основному, надходять в організм людини з їжею. Марганець має кумулятивну дію, накопичуючись в печінці, нирках, залозах внутрішньої секреції, вільно проникає через гематоенцефалічний бар'єр і має тропізм до підкоркових структур головного мозку. З цим ефектом пов'язують його патогенну дію на центральну нервову систему [10].

Висновки. Сьогодні дуже важко спрогнозувати наслідки російсько-української війни через складнощі, що виникають під час збирання даних на місцях. На даний час ніхто не може спрогнозувати тривалість та інтенсивність військових дій. Проаналізувавши літературні дані встановлено основні забруднюючі речовини та сполуки ґрунтів пов'язаних із застосуванням військової зброї. Цілковим ймовірно, що наслідки конфлікту поширяться за межі України, в першу чергу – на сусідні країни, екосистеми яких є фактично одним цілим.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Solokha M., Pereira P., Symochko L et al. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and

remote sensing / Science of the total environment. 1 December 2023. Vol. 902. P. 166122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>

2. Abay K., Breisinger C., Glauber J., Kurdi S. et al. The Russia-Ukraine war: Implications for global and regional food security and potential policy responses. *Global Food Security*. 2023. Vol. 36. P. 100675. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100675>

3. Голубцов О., Сорочіна Л., Сплідитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.

4. Комишан І.В. Щодо наслідків впливу боєприпасів на навколишнє середовище та здоров'я населення України. *Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України* : збірка тез доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю (дев'ятнадцяті Марзєєвські читання). 2023. № 23. С. 209–210.

5. Баранов Ю.С., Земцова О.В. Проблеми моніторингу деяких ксенобіотиків на територіях, що піддалися впливу бойових дій. *Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини* : збірка матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю. Київ : МВЦ «Медінформ», 2023. 224 с.

6. Трахтенберг І.М., Дмитруха Н.М., Луговський С.П., Чекман І.С., Купрій В.О., Дорошенко А.М. Свинець – небезпечний полютант. Проблема стара і нова. *Український журнал сучасних проблем токсикології*. 2015. № 3 (71).

7. Нариси з токсикології важких металів. Випуск – I – Свинець; за загальною редакцією академіка НАМН України. Київ : ВД «Авіцена», 2016. 112 с.

8. Нариси з токсикології важких металів. Випуск – II – Ртуть; за загальною редакцією академіка НАМН України І.М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2016. 72 с.

9. Нариси з токсикології важких металів. Випуск – III – Кадмій; за загальною редакцією академіка НАМН України І.М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2016. 64 с.

10. Нариси з токсикології важких металів. Випуск – IV – Марганець, Хром; за загальною редакцією академіка НАМН України І.М. Трахтенберга. – Київ : ВД «Авіцена», 2016. 64 с.

REFERENCES:

1. Solokha M., Pereira P., Symochko L et al. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and

remote sensing. *Science of the total environment*. 1 December 2023. Vol. 902. P. 166122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>

2. Abay K., Breisinger C., Glauber J., Kurdi S. et al. The Russia-Ukraine war: Implications for global and regional food security and potential policy responses. *Global Food Security*. 2023. Vol. 36. P. 100675 <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100675>

3. Golubtsov O., Sorokina L., Polector A., Chumachenko S. The impact of Russia's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Analysis results. HO "Tsentr ekolohichnykh initsiatyv "Ekodiya", 2023. 32 p.

4. Komyschan I. Regarding the consequences of the impact of ammunition on the environment and the health of the population of Ukraine. Zbirka tez dopovidey naukovopraktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu "Aktual'ni pytannya hromadskoho zdorovya ta ekolohichnoyi bezpeky Ukrainy" (devyattnadtsyat Marzyeyevs'ki chytannya). Kyiv, 2023. № 23. P. 209–210.

5. Baranov Y., Zemtsova O. Problems of monitoring some xenobiotics in the territories affected by hostilities. Zbirka materialiv naukovopraktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu "Ekolohichni ta hihiyenichni problemy sfery zhyttyediyal'nosti lyudyny". Kyiv: MVTS "Medinform", 2023. 224 p.

6. Trakhtenberh I.M., Dmytrukha N.M., Luhovs'kyy S.P., Chekman I.S., Kupriy V.O., Doroshenko A.M. Lead is a dangerous pollutant. The problem is old and new. *Ukrayins'kyy zhurnal suchasnykh problem toksykolohiyi*. 2015. № 3 (71).

7. Narasy z toksykolohiyi vazhkykh metaliv. Vypusk – I – Svynets'; za zahal'noyu redaktsiyeyu akademika NAMN Ukrainy. Kyiv: VD "Avitsena", 2016. 112 p.

8. Narasy z toksykolohiyi vazhkykh metaliv. Vypusk – II – Rtut'; za zahal'noyu redaktsiyeyu akademika NAMN Ukrainy I.M. Trakhtenberha. Kyiv: VD "Avitsena", 2016. 72 p.

9. Narasy z toksykolohiyi vazhkykh metaliv. Vypusk – III – Kadmiy; za zahal'noyu redaktsiyeyu akademika NAMN Ukrainy I.M. Trakhtenberha. Kyiv: VD "Avitsena", 2016. 64 p.

10. Narasy z toksykolohiyi vazhkykh metaliv. Vypusk – IV – Marhanets', Khrom; za zahal'noyu redaktsiyeyu akademika NAMN Ukrainy I.M. Trakhtenberha. Kyiv: VD "Avitsena", 2016. 64 p.

**PROBLEMS OF ASSESSING CHEMICAL POLLUTION
OF SOILS ASSOCIATED WITH THE CONDUCT OF COMBAT
ACTIONS IN UKRAINE AND FORECASTING THE
CONSEQUENCES FOR HUMAN HEALTH**

Laboyko V.V.

***Abstract.** With the beginning of a full-scale war, Ukraine became a training ground where various types of weapons are used with an incredible number and intensity – from long-range howitzers and volley fire systems to phosphorus bombs and cruise missiles. This led to the devastating destruction of the ecosystem of the regions of Ukraine where military operations are taking place. In particular, the fertile soil layer was severely damaged, which calls into question the safety of its use in the future.*

***Key words:** military conflicts, soil pollution, heavy metals, military-technological pollution.*

Лабойко В.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8209-7333>,
+38(097)1085726, vova-laboyko@ukr.net