

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ: ОЦІНКА ЗБИТКІВ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ

Чайка Т.О., канд. екон. наук

ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж ПДАУ», Україна

e-mail: chayka_ta@ukr.net

Повномасштабна російська агресія проти України спричинила безпрецедентні за масштабами екологічні руйнування, які за своїми наслідками виходять далеко за межі національних кордонів. За оцінками Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, за 1000 днів війна завдала 71 млрд дол. збитків довкіллю [1]. Забруднення наземними мінами та нерозірваними боєприпасами зазнали 30 % території [2], що робить Україну найбільш замінованою країною у світі з площею 174 тис. км² [3]. Розмінування може тривати десятиліття, а можливо, й століття [4].

Екологічні наслідки війни мають трансграничний характер, впливаючи на клімат, біорізноманіття та продовольчу безпеку всього регіону. Це підкреслює необхідність комплексного міждисциплінарного підходу до вивчення та вирішення екологічних проблем, спричинених військовою агресією.

Воєнні дії призвели до катастрофічних втрат найціннішого компоненту ґрунтового покриву – гумусового горизонту, формування якого відбувалося протягом тисячоліть. Вибухи снарядів та мін створюють кратери глибиною від 2 до 15 метрів, повністю знищуючи ґрунтовий профіль на площах від кількох квадратних метрів до гектарів. Родючий шар не просто переміщується, а частково випаровується внаслідок високих температур вибуху або розпилюється і виноситься повітряними потоками на значні відстані.

Найбільш очевидними є механічні пошкодження ґрунтового покриву внаслідок пересування важкої військової техніки. Танки та бронетранспортери створюють глибокі колії та зони ущільнення, які порушують природну структуру ґрунту на глибину до 60–80 см. Ущільнення ґрунту на 30–50% порушує природну інфільтрацію опадів, призводячи до посилення поверхневого стоку та активізації ерозійних процесів. Одночасно погіршується аерація кореневої зони, що обмежує доступ кисню до коренів рослин та ґрунтових мікроорганізмів.

Дослідження показують, що в зонах інтенсивних бойових дій втрати органічної речовини ґрунту сягають 40–60 % від початкових значень. Це пов'язано не лише з механічним видаленням верхнього шару, але й з окисненням гумусових сполук під впливом високих температур і хімічно активних продуктів горіння [5].

Інтенсивне використання військової техніки супроводжується масштабним забрудненням

ґрунтів нафтопродуктами. Дизельне паливо, моторні оливи та гідравлічні рідини містять токсичні речовини з тривалим періодом розкладання. Особливу небезпеку становлять поліциклічні ароматичні вуглеводні, які накопичуються в ґрунті та мігрують у підземні води, пригнічуючи ґрунтову мікрофлору та потрапляючи в харчові ланцюги. Концентрація нафтопродуктів у забруднених ґрунтах часто перевищує гранично допустимі норми в десятки разів [5].

Зміна кислотно-лужного балансу ґрунту внаслідок потрапляння продуктів вибуху призводить до порушення доступності поживних речовин для рослин. Особливо критичними є зміни в катіонно-аніонному складі ґрунтового розчину, спричинені забрудненням важкими металами з боєприпасів і військової техніки. Свинець, мідь, цинк та інші токсичні елементи накопичуються в кореневмісному шарі, створюючи довготривалі бар'єри для відновлення природної родючості ґрунтів. Водночас 40 % ґрунтів в Україні зазнали ерозії, а війна спричинила додаткове забруднення токсичними елементами, такими як свинець, ртуть та миш'як [6].

Створення воронки і траншей кардинально змінює мікрорельєф територій, порушуючи природний розподіл вологи. У пониженнях формуються зони надмірного зволоження з анаеробними умовами, тоді як на підвищених ділянках спостерігається швидка втрата вологи та утворення водонепроникних кірок. Руйнування дренажних систем і меліоративних мереж призводить до підтоплення великих площ сільськогосподарських угідь або, навпаки, до їх пересушування. Це особливо критично для осушених торфовищ, де порушення водного режиму може призвести до необоротних процесів мінералізації органічної речовини.

Воєнні дії спричинили катастрофічне скорочення біологічного різноманіття сільськогосподарських ландшафтів. Знищення природних біотопів – лісосмуг, балок, узлісь і прибережних зон – призвело до втрати місць оселення корисної ентомофауни, яка забезпечувала природний контроль чисельності шкідників. Руйнування полезахисних лісових смуг не лише позбавило сільськогосподарські угіддя природного захисту від вітрової ерозії, але й порушило мікрокліматичні умови.

Фрагментація місць існування призвела до ізоляції невеликих популяцій рослин і тварин, підвищуючи ризик їх повного зникнення через інбридинг і втрату генетичного різноманіття. Особливо постраждали рідкісні види степової флори. Порушення міграційних коридорів диких тварин призвело до дисбалансу в харчових ланцюгах і неконтрольованого розмноження гризунів.

Біологічна складова ґрунтової екосистеми зазнала найбільш глибоких порушень. Ґрунтова мікрофауна та мікрофлора, які забезпечують кругообіг поживних речовин і підтримують природну родючість, практично повністю знищуються в зонах прямого впливу вибухів [5].

Понад 5 млн га українських сільськогосподарських земель більше не можуть бути засіяними через замінування, забруднення вибуховими речовинами або активні бойові дії [7].

Міни та невибухлі боєприпаси не лише створюють пряму загрозу для життя людей, але й унеможливають проведення сільськогосподарських робіт. Заміновані території виключаються з господарського обігу, що призводить до втрати їх екологічних функцій і сприяє деградації природних екосистем.

Гуманітарне розмінування є надзвичайно складним і ресурсомістким процесом, який потребує залучення спеціалізованої техніки та висококваліфікованого персоналу. Темпи розмінування значно поступаються масштабам забруднення території, що створює довгострокові обмеження для відновлення аграрного виробництва.

Економічні втрати від екологічних порушень мають як прямий, так і непрямий характер. Прямі збитки включають повну втрату врожаїв на пошкоджених територіях, знищення багаторічних насаджень, руйнування інфраструктури зрошення та меліорації. Це призводить до щорічних втрат 11,2 млрд дол [8]. Непрямі економічні втрати пов'язані із зниженням продуктивності частково пошкоджених земель. Порушення структури ґрунту та зниження його біологічної активності призводять до зменшення врожайності на 20–40 % навіть на територіях, що не зазнали прямого впливу бойових дій. Рекультивация одного гектара пошкодженої землі потребує вкладень від 50 до 200 тис. грн залежно від ступеня пошкодження, з періодом окупності 10–15 років [5].

Втрата експортного потенціалу має глобальні наслідки, оскільки Україна входила до ТОП-3 постачальників продовольства на світовий ринок [9]. Це призводить до зростання цін на продовольство у світі та загострення проблеми продовольчої безпеки в країнах, що розвиваються.

Подолання наслідків воєнних дій потребує комплексного підходу, що поєднує традиційні агротехнічні методи з інноваційними біотехнологіями та принципами сталого розвитку. Процес відновлення агроекосистем України має узгоджуватися з вимогами європейської стратегії «Від ферми до виделки» та концепцією Зеленого курсу ЄС. Це передбачає зменшення використання синтетичних пестицидів на 50 % до 2030 року, збільшення площ під органічним землеробством до 25 % та відновлення природних екосистем на 20 % деградованих земель [10].

Технології відновлення родючості ґрунтів [5]:

1. Біоремедіація – застосування мікробних препаратів для розкладу нафтопродуктів та нейтралізації токсичних речовин, що прискорює природні процеси самоочищення в 5–10 разів. Особливо ефективні препарати на основі псевдомонад та бацил, здатні утилізувати широкий спектр органічних забруднювачів.

2. Органічні добрива – внесення компостів, гною та біогумусу для відновлення гумусового горизонту, активізації ґрунтової мікрофлори та поступового надходження поживних речовин. Внесення 20–30 т/га дозволяє збільшити вміст гумусу на 0,1–0,2 % щороку.

3. Сидеральні культури – використання люпину, вики, гречки та фацелії для біологічної азотфіксації, покращення структури ґрунту та пригнічення бур'янів.

Циркулярна економіка відіграє важливу роль у відновленні, передбачаючи максимальне використання відходів як вторинних ресурсів [11]. Побічні продукти рослинництва перетворюються на органічні добрива, біопаливо та будівельні матеріали.

Міжнародний досвід демонструє ефективність поетапного підходу [5]. Досвід Хорватії показує важливість послідовності: розмінування, відновлення інфраструктури, біологічна реабілітація ґрунтів. Програма тривала 15 років з бюджетом 2,3 млрд євро, що дозволило повернути до обігу 85% пошкоджених земель. В'єтнамська програма базувалася на використанні швидкорослих бобових культур для відновлення азотного балансу ґрунтів.

Екологічно безпечні агротехнології включають точне землеробство з GPS-навігацією, що знижує споживання добрив на 20–30%. No-till технології мінімізують механічне порушення ґрунту, а інтегровані системи захисту рослин поєднують біологічні препарати з селективними пестицидами. Застосування технологій або елементів органічного землеробства також забезпечує відновлення природної родючості ґрунтів та підвищення їх біологічної активності.

Програма гуманітарного розмінування повинна бути поетапною, де першочергове розмінування охоплює території з найвищим сільськогосподарським потенціалом. Застосування детекторів металу, георадарів і спеціалізованих роботів прискорює процес очищення території від вибухонебезпечних предметів.

Воєнні дії в Україні спричинили безпрецедентні екологічні порушення в агроєкосистемах, що вимагають комплексного науково обґрунтованого підходу до відновлення. Масштаби деградації ґрунтів, зниження біорізноманіття та економічні збитки створюють довгострокові виклики для продовольчої безпеки країни та регіону. Однак ефективно сплановані та реалізовані пріоритетні заходи з екологічного відновлення, паралельно з інтеграцією до європейських екологічних стандартів, сприятимуть трансформації українського агросектора в модель сталого розвитку, яка поєднуватиме високу продуктивність із екологічною відповідальністю. Це дозволить залучити значні інвестиції (до 50 млрд євро) та протягом 15–20 років забезпечить конкурентоспроможність української продукції на світових ринках, відновивши статус України як надійного гаранта глобальної продовольчої безпеки.

Список використаних джерел

1. Ministerstvo zakhystu dovkilliya ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. (n.d.). *\$71\$ mlrd dolariv zbytkiv ta \$180\$ mln tonn vykydiv: na SOR29 Ukrainy nazvala masshtab shkody pryrodi za \$1000\$*

dniv viyny. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/71-mlrd-dolariv-zbytkiv-ta-180-mln-tonn-vykydiv-na-sor29-ukrayina-nazvala-masshtab-shkody-pryrodi-za-1000-dniv-vijny/>.

2. Alliance for Peacebuilding. (n.d.). *Ukraine Call to Action: Climate and Environmental Impacts of Conflict*. Retrieved from <https://www.allianceforpeacebuilding.org/ukraine-call-to-action-climate-environment>

3. Kirby, J. (2023, November 30). There are now more land mines in Ukraine than almost anywhere else on the planet. *Vox*. Retrieved from <https://www.vox.com/world-politics/2023/11/30/23979758/ukraine-war-russia-land-mines-artillery-humanitarian-crisis>

4. Welsh, C., Dodd, E., Dankevych, V., Glauber, J., & Broyaka, A. (2023). *From the Ground Up: Demining Farmland and Improving Access to Fertilizer to Restore Ukraine's Agricultural Production*. Center for Strategic and International Studies. Retrieved from <https://www.csis.org/analysis/ground-demining-farmland-and-improving-access-fertilizer-restore-ukraines-agricultural>

5. Chaika, T. O., & Korotkova, I. V. (2023). Vidnovlennya rodyuchosti gruntu v Ukrayini pislya voyennykh diy. In T. O. Chaika (Ed.), *Zakhyst i vidnovlennya ekolohichnoyi rivnovahy ta zabezpechennya samovidnovlennya ekosystem* (pp. 232–281). Poltava: Astraya. [in Ukrainian].

6. Vasylyuk, O., & Kolodezhna, V. (n.d.). Yakoyu maye buty dolya poshkodzhenykh vybukhamy ukrayinskykh terytoriy? *UNCG*. Retrieved from <https://uncg.org.ua/iako-iu-maie-buty-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrayinskykh-terytorij>.

7. Verkhovna Rada Ukrayiny. (n.d.). Cherez viynu v Ukrayini zabrudneni ponad \$5\$ mln hektar silskohospodarskykh zemel. Retrieved from https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/233737.html.

8. Derzhavna sluzhba Ukrayiny z nadzvychnykh situatsiy. (n.d.). U Davosi hovoryly pro innovatsiynye finansuvannya humanitarnoho rozminuvannya. Retrieved from <https://demine.gov.ua/news/u-davosi-hovoryly-pro-innovatsiine-finansuvannia-humanitarnoho-rozminuvannia>.

9. Verkhovna Rada Ukrayiny. (n.d.). Blokuvannya Rosiyeyu morskykh portiv v Ukrayini sprychynyaye rekordne zrostannya tsin na produkty kharchuvannya. Retrieved from <https://www.rada.gov.ua/news/razom/221808.html>.

10. Yevropeyska Komisiya. (2020). *Stratehiya «Vid fermy do vydelky» zarady spravedlyvoyi, zdorovoyi ta ekolohichno druzhnoyi prodovolchoyi systemy*. Retrieved from https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2021/05/EU_-Farm-to-Fork-Strategy-UA_fin.pdf.

11. Chaika, T. O. (2023, June 6–7). Vprovadzhennya tsyrkulyarnoyi ekonomiky u pislyavoyenne vidnovlennya Ukrayiny. In *Efektynnist funkcionuvannya silskohospodarskykh pidpryyemstv. Funkcionuvannya silskohospodarskykh pidpryyemstv na zasadakh tsyrkulyarnoyi ekonomiky: XII Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiya* (pp. 112–116). Lviv: Halytska vydavnycha spilka.