

ТРАНСФОРМАЦІЯ МОРФО-АГРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АГРОЧОРНОЗЕМІВ ЗА МІЛІТАРНОГО ВПЛИВУ В УМОВАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

ГАВРЮШЕНКО О. О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-5319-9365

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

КУРШАКОВ О. Ю. – аспірант

orcid.org/0009-0001-8911-2345

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Умови воєнного впливу, зокрема бойові дії, використання важкої техніки та підривно-вибухові роботи, призводять до порушення природної структури ґрунтового покриву. Особливо чутливими до мілітарного навантаження є сільськогосподарські землі, які зазнають як механічної деструкції, так і хімічного забруднення. У контексті агроекологічної безпеки важливим є вивчення трансформацій морфо-агрохімічних характеристик ґрунтів, спричинених такими впливами [1–4, 6].

У межах Степового Придніпров'я, що характеризується домінуванням чорноземних ґрунтів із високим агропотенціалом, спостерігається деградація верхніх горизонтів унаслідок погіршення структури, ущільнення, руйнування порового простору, а також часткового перемішування горизонтів під дією вибухів. Зміни морфологічної будови профілю проявляються у вигляді зниження гумусового горизонту, утворення мілітарно-компактованих шарів.

Паралельно з морфологічними змінами фіксуються значні порушення в агрохімічному стані ґрунтів: зниження вмісту гумусу, кислотно-лужного балансу (показник рівня рН), втрата елементів мінерального живлення, а також локальне накопичення токсикантів – залишків вибухових речовин, важких металів, продуктів горіння. Це знижує біологічну активність ґрунту, погіршує його водно-фізичні властивості та продуктивність у системі землеробства.

У сучасних умовах постає нагальна потреба у ґрунтово-науковому аналізі наслідків мілітарного навантаження для агрочорноземів Степового Придніпров'я. Відсутність системних досліджень у цій сфері, а також велика кількість залишків вибухових речовин ускладнює вироблення ефективних стратегій відновлення ґрунтової родючості та забезпечення екологічної безпеки агроландшафтів [4, 8, 11, 13].

Таким чином, актуальність дослідження полягає у необхідності виявлення особливостей трансформації морфо-агрохімічних характеристик чорноземів під впливом бойових дій та розробки науково-обґрунтованих підходів до їх реабілітації. Це дозволить не лише оцінити масштаби деградації ґрунтів, але й окреслити шляхи їхнього відновлення, що є критично важливим для відновлення аграрного потенціалу регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Внаслідок мілітарного впливу відбувається деградація не тільки морфо-генетичних особливостей ґрунтів і ґрунтового покриву, а й зміна фізико-хімічних властивостей

та мінерального складу [1, 4, 6–8]. Крім того, виникає забруднення поллютантами різної природи, у тому числі вибухо-небезпечними речовинами, важкими металами, підвищені концентрації яких негативно впливають на ріст й розвиток культурних рослин, тваринного світу та здоров'я населення в цілому. Це визначає актуальність проведення постійного контролю за вмістом біофільних речовин, важких металів у ґрунтах, а його результати є одним з найважливіших параметрів стійкості агроценозів [рис. 1–3; 9–13].

Мета цього дослідження полягала у встановленні особливостей трансформації морфо-агрохімічних характеристик агрочорноземів Степового Придніпров'я внаслідок мілітарного впливу (вибухи артилерійських снарядів та касетних боеприпасів), дослідженні масштабів деградаційних процесів у ґрунтовому профілі та зміни вмісту основних поживних елементів.

Матеріали та методика досліджень. Об'єктом дослідження був чорнозем звичайний середньогумусний Сіверської громади Бахмутського району Донецької області (рис. 4, а) та чорнозем південний мало-гумусний Широківської громади Криворізького району Дніпропетровської області, (рис. 4, б) різного мілітарного впливу боеприпасів.

Елементний аналіз проб ґрунтів за № 0702-24-S та № 3515-24-S проводили у ВСП «Інститут здоров'я рослин» ТОВ «UKRAVIT SCIENCE PARK». Отримані результати (див. табл. 1) опрацьовано за методикою нормативного документа Яцука І. П., Балюка С. А., 2019 р. [5].

Результати досліджень. Дані свідчать про істотні зміни у фізико-хімічних показниках чорноземів під впливом воєнних дій. Так, у чорноземі звичайному середньогумусному Сіверської громади (Бахмутський район, Донецька область) зафіксоване різке зниження концентрації гумусу на мілітарно-порушеній ділянці (0,63 %) у порівнянні з контролем (4,54 %). Це свідчить про дегуміфікацію ґрунту під впливом вибухової дії та повне руйнування структури. Для чорнозему південного мало-гумусного (Широківська громада, Дніпропетровська область) також спостерігається зниження вмісту гумусу на пошкодженій ділянці (2,93 % проти 3,17 % у контролі), хоча масштаби втрат є менш значними.

Показник вмісту легкогідролізованого азоту в обох типах ґрунтів зазнав істотного зниження внаслідок воєнної дії. У чорноземі звичайному цей вміст зменшився майже в 10 разів (з 109,18 до 11,06 мг/кг), що свідчить про різке пригнічення процесів мінералізації. У чорноземі південному аналогічна тенденція виражена



Рис. 1–2. Руйнування ґрунтів різним калібром боєприпасів

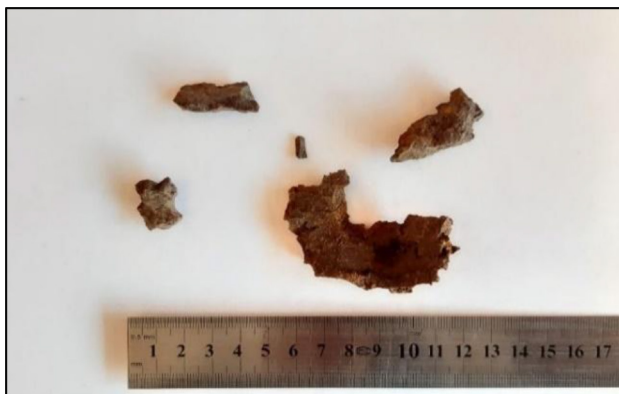


Рис. 3. Мілітарні включення. Уламкові залишки боєприпасів у ґрунті



Рис. 4. Схематичні локалітети місць вибухів й прильотів 152 мм снарядів (ліворуч а) та касетного озброєння (праворуч б)

менш різко: 64,25 мг/кг на пошкодженій ділянці проти 112,36 мг/кг у контролі.

Вміст рухомих фосфатів у чорноземі звичайному знизився з 14,27 до 7,45 мг/кг, тоді як у чорноземі південному відзначено лише незначне зниження (15,94 мг/кг на пошкодженій ділянці проти 42,05 мг/кг у контролі). Така варіативність пояснюється різними умовами вибухового впливу (152-мм снаряд проти касетного боєприпасу) та різною буферною здатністю ґрунтів.

Для чорнозему звичайного зафіксовано зниження вмісту обмінного калію з 138,65 до 104,35 мг/кг, тоді як у чорноземі південному втрати є катастрофічними: лише 26,46 мг/кг у пошкодженому ґрунті проти 55,84 мг/кг

у контролі. Це може бути пов'язано з руйнуванням ґрунтових колоїдів і посиленням вимивання калію.

У чорноземі звичайному значення рН зросло з 6,78 (контроль) до 8,31 на пошкодженій ділянці, що вказує на розвиток процесів лужної реакції, ймовірно, через внесення продуктів вибуху, збагачених оксидами. Для чорнозему південного навпаки спостерігається незначне підвищення кислотності: з 6,53 (контроль) до 6,96 на порушеній ділянці. Показники ЄКО у чорноземі звичайному знизилися з 31,34 до 25,31 ммоль/100 г, що свідчить про втрату здатності ґрунту утримувати катіони. У чорноземі південному ці зміни менш різкі (з 30,62 до 27,23 ммоль/100 г), проте тенденція до зниження є аналогічною.

Таблиця 1

Порівняльний кейс фізико-хімічних властивостей агрочорноземів за мілітарно-техногенного впливу

Назва показника, одиниці вимірювання*	Варіанти досліджу:			
	чорнозем звичайний середньогумусний Сіверської громади Бахмутського району Донецької області		чорнозем південний малогумусний Широківської громади Криворізького району Дніпропетровської області	
	** мілітарно- порушена ділянка з 2023 року (А)	контроль, рілля, 2020 рік	*** мілітарно- порушена ділянка з 2022 року (Б)	контроль, рілля, 2020 рік
Гумус, %	0,63 ± 0,11	4,54 ± 0,12	2,93 ± 0,09	3,17 ± 0,15
Азот легкодір* , мг/кг	11,06 ± 1,08	109,18 ± 12,06	64,25 ± 8,75	112,36 ± 9,45
Рухомий фосфор, мг/кг	7,45 ± 2,13	14,27 ± 1,77	15,94 ± 1,18	42,05 ± 3,23
Обмінний калій, мг/кг	104,35 ± 11,04	138,65 ± 12,12	26,46 ± 3,54	55,84 ± 3,84
pH _{водн}	8,31 ± 0,11	6,78 ± 0,15	6,96 ± 0,14	6,53 ± 0,12
Ємність катіонного обміну, ммоль/100 г	25,31 ± 2,52	31,34 ± 2,87	27,23 ± 2,61	30,62 ± 2,35

Примітка.

* Кожен мілітарний вплив та подію треба розглядати окремо, бо варіативність щодо отриманих показників доволі висока.

** Мілітарно-порушена сільськогосподарська ділянка поля 152-мм снарядом;

*** Мілітарно-порушена ділянка касетним боєприпасом.

Висновки. Отримані результати демонструють, що воєнні дії, зокрема вибухи артилерійських снарядів та касетних боєприпасів, призводять до різкого зниження родючості чорноземів. Найбільш чутливими показниками виступають вміст гумусу та легкогідролізованого азоту, які зазнають критичного зменшення на мілітарно-порушених ділянках. Отже, чорнозем звичайний виявився більш уразливим до деградаційних процесів, пов'язаних із вибухом 152-мм снаряду, тоді як чорнозем південний, зазнав набагато меншого пошкодження через застосування касетного боєприпасу. Це підкреслює необхідність диференційованого підходу до рекультивції військово пошкоджених земель, враховуючи калібр і тип боєприпасів, тип чорнозему, характер пошкодження та ступінь деградації.

Перспективою подальших наших досліджень буде комплексне вивчення та розробка систем відновлення родючості ґрунтів, пошкоджених внаслідок мілітарно-техногенного впливу. Зокрема, перспективним є дослідження механізмів біологічної та хімічної ремедіації чорноземів різних типів із урахуванням їхньої початкової стійкості до деградації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Bonchkovskyi O. S., Ostapenko P. O., Shvaiko, V. M., Bonchkovskyi A. S. Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case study of Kyinska territorial hromada). *J. Geol. Geogr. Geocol.* 2023. Vol. 32, P. 474–487.
- Jorgenson A. K., Clark B. R., Givens J. E. The Environmental impacts of militarization in comparative perspective: an overlooked relationship. *Nat. Cult.* 2012. Vol. 7. P. 314–337.
- Kvesitadze G., Khatishashvili G. Biotechnology for cleaning up soils from explosives. *Science and Science of Science.* 2023. 1(119), 47–56.
- Балюк С. А., Кучер А. В., Солоха М. О., Соловей В. Б., Смірнова К. Б., Момот Г. Ф., Левін А. Я. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: *наук. доп.* – Харків: ФОП Бровін О. В., 2022. 102 с.
- Яцук І. П., Балюк С. А. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: *керівний нормативний документ*. 2-е вид., допов. Київ. 2019. 108 с.
- Saxena A. Deteriorating environmental quality with special reference to war and its impact on climate change. *Natl. Acad. Sci. Lett.* 2024. Vol. 47, P. 447–450.
- Brown O., Froggatt A., Gozak N., Katser-Buchkovska N., Lutsevych O. *The consequences of russia's war on Ukraine for climate action, food supply and energy security*. 2023. Royal Institute of International Affairs: London, UK., 31 p.
- Dmytruk Y, Cherinka V, Dent D. Soils in war and peace. *International Journal of Environmental Studies.* 2023. Vol. 80. P. 380–393.
- Гаврюшенко О. О. Обґрунтування динаміки вмісту калію різних конструкцій техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. 1(3). С. 49–52.
- Гаврюшенко О. О., Мицик О. О., Шевченко С. М., Рудас В. О., Грабко В. В. Фізико-хімічна оцінка донних відкладень Каховського водосховища внаслідок мілітарно-техногенного впливу. *Таєрійський науковий вісник*. 2024. Випуск № 138. С. 125–131.
- Oleksandr Mytsyk, Oleksandr Havryushenko, Sergey Shevchenko, Oleksandr Tsyliuryk, Vitalii Rudas, Oleksandr Kurshakov, Vitalii Hrabko and David Dent. Agricultural and military transformation of the chernozem and its reclamation. *Modern Phytomorphology.* 2025. Vol.19. P. 215–219.
- Oleksandr Mytsyk, Oleksandr Havryushenko, Oleksandr Tsyliuryk, Sergey Shevchenko, Mikhaill Shevchenko & Kateryna Derevenets-Shevchenko. Reclamation of derelict mine land by simply growing crops, *International Journal of Environmental Studies.* 2024. Vol. 81(1), P. 230–238.

13. Mytsyk, O. O., Shevchenko, S. M., Havriushenko, O. O., Tkalic, Y. I., & Shevchenko, O. M. Integrated bioremediation and reclamation strategies for militarily damaged agricultural soils. *Agrology*. 2025. 8(3), P. 153–67.

REFERENCES:

1. Bonchkovskiy, O. S., Ostapenko, P. O., Shvaiko, V. M., & Bonchkovskiy, A. S. (2023). Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case study of Kyivska Territorial Hromada). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 32, 474–487.
2. Jorgenson, A. K., Clark, B. R., & Givens, J. E. (2012). The environmental impacts of militarization in comparative perspective: An overlooked relationship. *Nature and Culture*, 7, 314–337.
3. Kvesitadze, G., & Khatishvili, G. (2023). Biotechnology for cleaning up soils from explosives. *Science and Science of Science*, 1(119), 47–56.
4. Baliuk, S. A., Kucher, A. V., Solokha, M. O., Solovei, V. B., Smirnova, K. B., Momot, H. F., & Levin, A. Ya. (2022). Vplyv zbroinoi ahresii ta voiennykh dii na suchasnyi stan gruntovoho pokryvu, otsinka shkody ta zbytkiv, zakhody z vidnovlennia: [Impact of armed aggression and hostilities on the current state of the soil cover, assessment of damage and losses, restoration measures]. *Naukova dopovid*. Kharkiv: FOP Brovin O. V., 102 [in Ukrainian].
5. Yatsuk, I. P., & Baliuk, S. A. (2019). Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia: [Methodology for conducting agrochemical certification of agricultural lands]. *Kerivnyi normatyvnyi dokument*. Kyiv. 108 [in Ukrainian].
6. Saxena, A. (2024). Deteriorating environmental quality with special reference to war and its impact on climate change. *National Academy Science Letters*, 47, 447–450.
7. Brown, O., Froggatt, A., Gozak, N., Katser-Buchkovska, N., & Lutsevych, O. (2023). The consequences of Russia's war on Ukraine for climate action, food supply and energy security. *Royal Institute of International Affairs: London, UK*, 31
8. Dmytruk, Y., Cherinka, V., & Dent, D. (2023). Soils in war and peace. *International Journal of Environmental Studies*, 80, 380–393.
9. Havriushenko, O. O. (2017). Obhruntuvannia dynamiky vmistu kaliu riznykh konstruktivnykh tekhnoszemiv Nikopolskoho marhantsevorudnogo basynu. [Justification of the dynamics of potassium content in various constructions of technozems of the Nikopol manganese ore basin]. *Visnyk Dniprovskoho derzhavnogo aharno-ekonomichnogo universytetu*. 1(3), 49–52. [in Ukrainian].
10. Havriushenko, O. O., Mytsyk, O. O., Shevchenko, S. M., Rudas, V. O., & Hrabko, V. V. (2024). Fyzyko-khimichna otsinka donnykh vidkladen Kakhovskoho vodoshkovyshcha vnaslidok militarно-tekhnogennoho vplyvu. [Physico-chemical assessment of the bottom sediments of the Kakhovka reservoir under military-technogenic impact]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. (138), 125–131. [in Ukrainian].
11. Mytsyk, O., Havriushenko, O., Shevchenko, S., Tsyliuryk, O., Rudas, V., Kurshakov, O., Hrabko, V., & Dent, D. (2025). Agricultural and military transformation of the chernozem and its reclamation. *Modern Phytomorphology*, 19, 215–219.
12. Mytsyk, O., Havriushenko, O., Tsyliuryk, O., Shevchenko, S., Shevchenko, M., & Derevenets-Shevchenko, K. (2024). Reclamation of derelict mine land by simply growing crops. *International Journal of Environmental Studies*, 81(1), 230–238.
13. Mytsyk, O. O., Shevchenko, S. M., Havriushenko, O. O., Tkalic, Y. I., & Shevchenko, O. M. (2025). Integrated bioremediation and reclamation strategies for militarily damaged agricultural soils. *Agrology*, 8(3), 153–167.

Гаврюшенко О. О., Куршаков О. Ю. Трансформація морфо-агрохімічних характеристик агрочорноземів за мілітарного впливу в умовах Степового Придніпров'я

Мета дослідження полягала у встановленні особливостей трансформації морфо-агрохімічних характеристик агрочорноземів Степового Придніпров'я внаслідок мілітарного впливу (вибухи артилерійських снарядів та касетних боєприпасів), дослідженні масштабів деградаційних процесів у ґрунтового профілі та зміни вмісту основних поживних елементів.

Методи. Об'єктом дослідження був чорнозем звичайний середньогумусний Сіверської громади Бахмутського району Донецької області та чорнозем південний малогумусний Широківської громади Криворізького району Дніпропетровської області, різного мілітарного впливу боєприпасів. Елементний аналіз проб ґрунтів за № 0702-24-S та № 3515-24-S проводили у ВСП «Інститут здоров'я рослин» ТОВ «UKRAVIT SCIENCE PARK». Отримані результати опрацьовано за методикою відповідного нормативного документа.

Результати. Отримані результати демонструють, що воєнні дії, зокрема вибухи артилерійських снарядів та касетних боєприпасів, призводять до різкого зниження родючості чорноземів. Так, у чорноземі звичайному середньогумусному Сіверської громади зафіксоване різке зниження концентрації гумусу на мілітарно-порушеній ділянці (0,63 %) у порівнянні з контролем (4,54 %). Це свідчить про дегуміфікацію ґрунту під впливом вибухової дії та повне руйнування структури. Для чорнозему південного малогумусного Широківської громади також спостерігається зниження вмісту гумусу на пошкодженій ділянці (2,93 % проти 3,17 % у контролі), хоча масштаби втрат є менш значними. Найбільш чутливими показниками виступають вміст гумусу та легкогідролізований азот, які зазнають критичного зменшення на мілітарно-порушених ділянках.

Висновки. Таким чином, чорнозем звичайний виявився більш уразливим до деградаційних процесів, пов'язаних із вибухом 152-мм снаряду, тоді як чорнозем південний, зазнав набагато меншого пошкодження через застосування касетного боєприпасу. Це підкреслює необхідність диференційованого підходу до рекультивації мілітарно пошкоджених земель, враховуючи калібр і тип боєприпасів, тип чорнозему, характер пошкодження та ступінь деградації.

Ключові слова: мілітарний вплив, деградація ґрунтів, чорнозем, агрохімічні властивості, морфологічна трансформація, рекультивація земель.

Havriushenko O. O., Kurshakov O. Yu. Transformation of morpho-agrochemical characteristics of agrochernozems under military impact in the Steppe Dnipro Region

The aim of the research was to determine the features of the transformation of the morpho-agrochemical characteristics of agrochernozems in the Steppe Dnipro region as a result of military impacts (explosions of artillery shells and cluster munitions), to study the extent of degradation processes within the soil profile, and to assess changes in the content of major nutrient elements.

Methods. The study examined ordinary medium-humus chernozem (Siversk community, Donetsk region) and southern low-humus chernozem (Shyroke community, Dnipropetrovsk region) affected by different types of munitions. Elemental analysis of soil samples № 0702-24-S and № 3515-24-S was performed at the SE "Plant Health Institute.

Results. The results show that military actions, particularly explosions of artillery shells and cluster munitions, lead to a sharp decline in chernozem fertility. In the

ordinary medium-humus chernozem of the Siversk community, humus concentration dropped dramatically on the militarily disturbed site (0.63 %) compared to the control (4.54 %), indicating soil dehumification and complete structural destruction. In the southern low-humus chernozem of the Shyroke community, humus content also decreased on the damaged site (2.93 % versus 3.17 % in the control), though the losses were less severe. The most sensitive indicators are humus content and easily hydrolyzable nitrogen, which experience critical reductions in militarily disturbed areas.

Findings. Thus, the ordinary chernozem proved more vulnerable to degradation from a 152-mm shell explosion, while the southern chernozem sustained much less damage from cluster munitions. This highlights the need for a differentiated approach to reclaiming militarily damaged lands, taking into account munition caliber and type, soil type, nature of damage, and degree of degradation.

Key words: military impact, soil degradation, chernozem, agrochemical properties, morphological transformation, land reclamation.

Дата першого надходження рукопису до видання: 24.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025

Дата публікації: 14.12.2025