

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10023

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 502.1:504.53.062.4

The impact of the military actions on the soil ecosystem of Mykolaiv region

N. Hradovych[✉], O. Malynovska, R. Paraniak

Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 12.02.2024

Received in revised form

14.03.2024

Accepted 15.03.2024

Stepan Gzhyskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-093-432-33-25
E-mail: ninagrado3@gmail.com

Hradovych, N., Malynovska, O., & Paraniak, R. (2024). The impact of the military actions on the soil ecosystem of Mykolaiv region. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(100), 150–156. doi: 10.32718/nvlvet-a10023

A study has been conducted on the changes occurring in the soil cover of the Mykolaiv region due to military activities, aiming to develop strategies for protecting ecosystems and their revitalization. Military actions lead to significant soil pollution with inorganic chemicals and petroleum products and have a toxic impact on biota. Explosions and bombardments result in soil cover degradation and erosion. Additionally, the destruction of vegetation and disruption of the biological cycle threaten soil fertility. Ignoring such processes could have devastating consequences. In certain areas affected by military influence, doubts or concerns arise regarding land resource eco-safety and its appropriate consumer use. Radioecological monitoring, due to military actions, is particularly relevant. Environmental security issues are becoming increasingly significant, and preserving the ecological integrity of soil is becoming a crucial priority. One of the critical areas of interaction between humans and the environment is agriculture, which plays a vital role in forming the food base and utilizing natural resources. Developing agroecological systems is becoming increasingly important as they influence the biosphere and require systemic analysis to ensure ecological sustainability. Agroecosystems reflect all aspects of human-environment interaction, assessing its ecological consequences as a crucial element of sustainable development. The research aimed to identify signs of soil phytotoxicity in the context of ecocide caused by military actions. Preserving soils is a prerequisite for the region's sustainable development and food security. Thus, a study aimed at identifying various impacts on the soils of the Mykolaiv region is of great importance for developing strategies for conserving and restoring soils that meet modern needs.

Key words: edaphotope, pollutants, phytotoxicity, ecological safety, cress salad, military conflicts.

Вплив бойових дій на ґрунтову екосистему Миколаївщини

Н. Градович[✉], О. Малиновська, Р. Параняк

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Проведено дослідження змін, які відбуваються у ґрунтовому покриві Миколаївщини під впливом військових дій з метою розроблення стратегій щодо захисту екосистем та їх ревіталізації. Воєнні дії призводять до серйозного забруднення ґрунтів неорганічними хімічними речовинами, нафтопродуктами та здійснюють токсичний вплив на біоту. Вибухи та бомбардування призводять до деградації ґрунтового покриву та його ерозії. Крім того, знищення рослинного покриву та порушення біологічного циклу створюють загрозливий вплив на родючість ґрунтів. Ігнорування таких процесів може призвести до згубних наслідків. В окремих зонах, постраждалих в результаті військового впливу, виникають сумніви чи побоювання щодо стану екобезпеки земельних ресурсів та відповідного їх споживчого використання. Також радіоекологічний моніторинг у зв'язку з воєнними діями, є особливо актуальний. В даний час проблеми екологічної безпеки набувають все більшого значення, а збереження екологічної цілісності ґрунту стають важливими пріоритетами. Однією з ключових сфер взаємодії людини з довкіллям є сільське господарство, яке відіграє важливу роль у формуванні продовольчої бази та використанні природних ресурсів. Розвиток агроекологічних систем стає все більш актуальним, оскільки вони впливають на біосферу і вимагають системного аналізу для забезпечення екологічної постійності. Агроекологічні системи відображають усі аспекти взаємодії людини з довкіллям, тому оцінка його екологічних наслідків є важливим елементом

сталого розвитку. Предметом дослідження були виявлені ознаки фітотоксичності ґрунту в контексті екоциду, спричиненого військовими діями. Збереження ґрунтів є важливою передумовою для сталого розвитку регіону та забезпечення продовольчої безпеки. Таким чином, вивчення різних впливів на ґрунти Миколаївщини має велике значення для розробки стратегій збереження та відновлення ґрунтів, що відповідають потребам сучасності.

Ключові слова: едафотоп, забруднювачі, фітотоксичність, екологічна безпека, крес-салат, військові конфлікти.

Вступ

Збереження екологічної безпеки ґрунту – це не лише національна, а й глобальна стратегія розвитку, яка вимагає негайних заходів і зацікавленості кожного. Ґрунт як важлива складова екосистеми забезпечує продуктивність сільськогосподарських культур та впливає на якість навколишнього середовища. Ставлення до ґрунту має бути відповідальним у зв'язку зі зростаючими загрозами забруднення, ерозії та неправильним використанням земельних ресурсів. Зміни клімату, експлуатація природних ресурсів та непродумані господарські практики призводять до погіршення стану ґрунтів та загроз невідновлюваності екосистем (Bespalko & Voroniuk, 2013; Adamcova et al., 2017; Tretiak et al., 2017; Honcharenko, 2019).

Вирішення екологічних проблем впливу війни та забезпечення екологічної безпеки ґрунту вимагає спільних зусиль всіх сфер суспільства, включаючи урядові органи, наукову спільноту, громадські організації та індивідуальних землекористувачів. Тільки шляхом взаємодії та взаєморозуміння можна забезпечити збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь та забезпечити сталий розвиток нашої держави (Issayeva et al., 2015; The Environmental Impact..., 2022).

У ряді країн, зокрема в Україні, Нідерландах і Великобританії та ін. широко використовуються методи біоіндикації за допомогою фітоорганізмів. Наприклад, в Англії та й в Україні проводять тест-контролінг. У Нідерландах застосовують морфологічні індикатори в системі моніторингу, що дозволяє відображати антропогенний вплив на довкілля на мапах. Також англіцями розроблено спеціальний сорт тютюну, який реагує на вміст озону у повітрі, що дозволяє визначити області з підвищеним вмістом озону. У токсикологічних дослідженнях едафотопу при порівнянні різних видів фітоіндикаторів встановлено, що крес-салат (*Lepidium sativum* L.) є найбільш чутливим до токсичної дії плумбуму (Popovych, 2012; Cruz et al., 2013; Beshlei et al., 2014; Issayeva et al., 2015; Herman, 2019; Honcharenko, 2019).

Екологічні ризики, зумовлені активною та водночас неконтрольованою діяльністю соціуму, створюють деструктивні зміни стану екосистем. На жаль, екологічний стан України визначається як критичний, оскільки виникає низка екологічних загроз, що спричиняють високу фрагментованість природної цілісності. Ігнорування таких процесів може призвести до згубних наслідків, які мають властивості розширюватись і діяти протягом тривалого часу. Так, виокремлюється існуючими глобально-катастрофічними проблемами пріоритетністю дій щодо імплементації, основу яких обґрунтовують у збереженні та відновленні біорізноманіття та екосистем відповідно. Відомо, що екоризик, спричинений техногенною дією несе найбі-

льшу екологічну небезпеку, що веде до деструкції біогеосистем. На жаль, рівень такого роду ризиків невинно зростає. Особливе зростання екозагроз наразі пояснюється умовами воєнного стану. Подальший суспільний розвиток органічно переплітається з проблемами довкілля. Зокрема, на сьогодні до найбільш глобальних екологічних проблем слід зарахувати забрудненість довкілля, тероризм, осередки воєнних конфліктів, які, на жаль, не припиняються (Olkhovych & Musiienko, 2005; Weber et al., 2020; Holubtsov et al., 2023).

Мета дослідження

Дослідити та проаналізувати вплив війни на ґрунтову екосистему, зокрема в контексті Миколаївського регіону, де ведуться активні бойові дії.

Матеріал і методи досліджень

Основою для даного дослідження є аналіз та розуміння екологічних проблем під впливом воєнних дій задля розроблення стратегій щодо захисту екосистем та їх ревіталізації, що включає наукові праці українських та іноземних дослідників. Методи дослідження охоплюють аналіз хімічного та фізичного забруднення ґрунтів, втрату родючості, методи біотестування за допомогою крес-салату та оцінку статистичної значимості результатів.

Зразки субстрату ґрунту відібрано з різних ділянок Миколаївщини з глибини до 10 см: Єланецький район області та Інгульський район м. Миколаєва (де фіксувались активні воєнні дії). Контроль: ґрунтосуміш виробництва цього ж регіону та пісок. Висаджували по 100 насінин *Lepidium sativum* L. у пластикових контейнерах однакового розміру. Щоденно проводився полив однаковими кількостями дистильованої води. Дослідницькі спостереження тривали 20 діб.

У дослідженнях проведено біотестування різних зразків едафотопу, визначаючи їх фітотоксичність методом схожості. Метод заснований на реакції тест-культури на наявність у ґрунті забруднюючих речовин. Він дозволяє виявити токсичну дію тих чи інших речовин або стимулюючий вплив, що активізує розвиток тест-культур. У ході дослідження оцінювали токсичність зразків ґрунту за загальноприйнятими методиками (ДСТУ 12039-82, ДСТУ 2038-84, ISO 11269-1, ISO 11269-2) на основі фіксації морфо-фізіологічних ознак обраних біоіндикаторів: енергії проростання, довжини надземної і кореневої систем і кінцевої ваги пророщених рослин.

За допомогою портативного детектора BR-9B визначали рівні радіаційного фону у пробах ґрунту Миколаївського регіону. Також інформативно корисним є застосунок "Saveecobot" (SaveEcoBot). В режимі реального часу надається можливість спостерігати за

радіоекологічною ситуацією, робити певну статистику чи прогноз, завдяки встановленим спостережним пунктам.

Результати та їх обговорення

Заміновані території, вирви від обстрілів, зсуви, випалені землі, ерозії – призводять до тривалої деградації довкілля. Наразі, вважається, що 30 % території перебуває в зоні підвищеної небезпеки для сільськогосподарського виробництва. Негативні наслідки деструкції едафотопу в умовах війни включають: поверхневе засмічення, механічні пошкодження, фізичні та хімічні забруднення (Olkhovych & Musiienko, 2005; Issayeva et al., 2015; Vasyliuk & Norenko, 2019).

В окремих зонах, постраждалих від інтенсивних бойових дій, викликають побоювання щодо екобезпеки земельних ресурсів та відповідного їх споживчого використання. Фіксуються значні негативні впливи безпосередньо як на стан, так і на родючість ґрунту. Зростає кількість свідчень про згубний вплив, що порушує стійкість геоекосистем (Vasyliuk & Norenko, 2019; Weber et al., 2020; Polianska, 2022).

У теперішній ситуації, зумовленою війною, проблема збереження довкілля набуває все більшої гостроти, особливо в контексті регіонів, де природні ресурси піддаються значному тиску через інтенсивність бойових дій. Миколаївщина як один з таких регіонів, не є винятком. Землі тут мають велике значення для сільського господарства та загального благополуччя місцевого населення. Ґрунти області представлені в основному чорноземами, що є, звісно, позитивним для врожайності та цільового використання (рис. 1). Проте це часто сприяє розвитку “монокультурності”, зумовленою діяльністю потужностей аграрних кластерів, які задля експорту вигідної прибутковості і відповідного попиту на певні культури, наприклад ріпак чи пшеницю, на жаль, нехтують принципами екологічної раціональності, часто не враховуються сівозміни (Popovych, 2012; SaveEcoBot).

Це дослідження має на меті розкрити зміни, які відбуваються у ґрунтовому покриві Миколаївщини під впливом різних чинників військових дій: обстріли, вирви, укріплення оборонного характеру (окопи, траншеї та ін.), мінування, рух військової техніки, засмічення, природні процеси тощо (рис. 2).

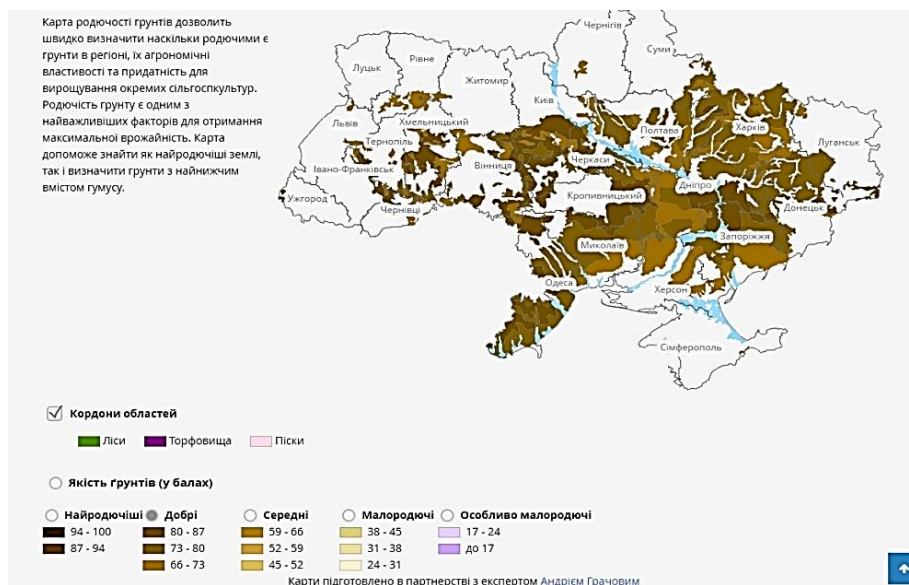


Рис. 1. Мапа з відображенням родючості ґрунтів (Holovnyi sait dlia ahronomiv)



Рис. 2. Фотоприклади військових конфліктів на території Миколаївщини

У даному дослідженні проведено біотестування різних зразків ґрунту (едафотопу) з метою визначення

їх фітотоксичності за допомогою методів фітоіндикації. Цей метод дозволяє виявити наявність токсичних

речовин у ґрунті, які можуть інгібувати розвиток рослин. Проведено оцінювання проростання рослин, їх енергію, а також довжину надземної і кореневої систем, тобто використовувався комплекс морфологічних і фізіологічних ознак крес-салату (Olkhovych & Musiienko, 2005; Popovych, 2012; Cruz et al., 2013; Issayeva et al., 2015; Rylott & Bruce, 2019).

У таблицях 1 і 2 за підсумками тестувань наведено результати кількісної оцінки дії ґрунтів тест-пунктів.

Таблиця 1

Біотестування щодо схожості насіння, %

Зразки ґрунтів	Енергія проростання	Схожість
Сланецький район	80	87
Інгульський район	60	75
Контроль (ґрунтосуміш)	90	98
Контроль (пісок)	75	82

Як видно, рослини контрольної групи характеризуються вищою енергією проростання, а серед обраних досліджуваних зразків Миколаївщини – рослини, вирощені на ґрунтових зразках Сланецького району.

Згідно з методикою енергію визначають на третій день, а схожість відповідно – на п'ятий (табл. 1).

На [рисунку 3](#) відображено процес нашого експерименту, де: а – контроль (ґрунтосуміш); б – ґрунтовий зразок з Інгульського району м. Миколаєва; в – ґрунтовий зразок з Сланецького району Миколаївщини; г – контроль (пісок).

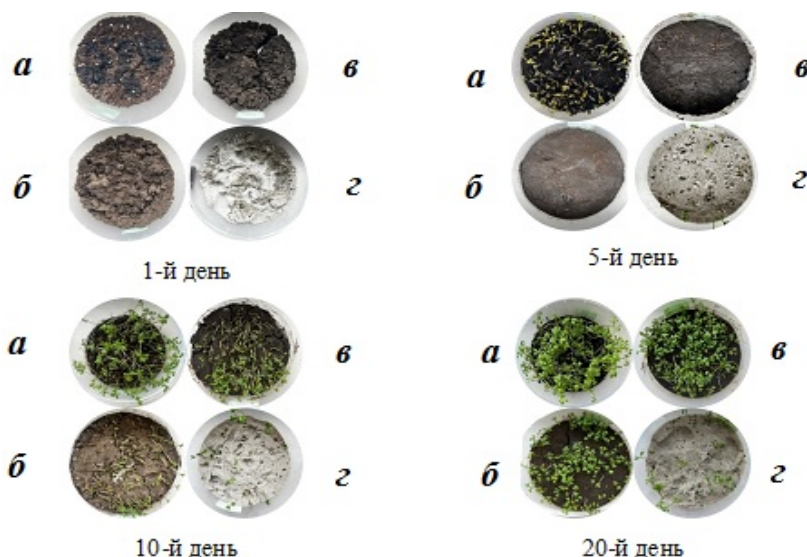


Рис. 3. Фотозображення експериментального процесу

На [рисунках 4 та 5](#) продемонстровано проведення морфо-фізіологічних вимірів, а також зважування рослин.

У [таблиці 2](#) наведено результати комплексної морфо-фізіологічної оцінки пророщених рослин. Результати вимірів рослин Інгульського району м. Миколаєва виявилися з нижчими показниками параметрів оцінок рослин, ніж у рослин Сланецького району Миколаївщини.

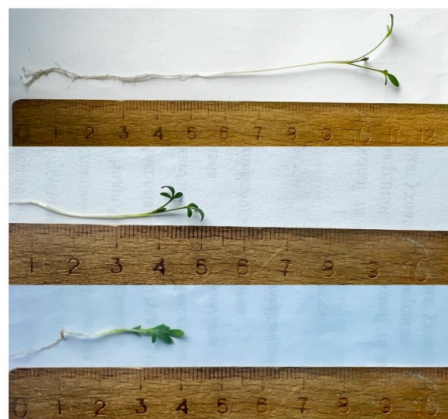


Рис. 4. Фотозображення морфо-фізіологічних вимірів



Рис. 5. Фотозображення отриманих результатів зважувань

Таблиця 2
Комплексна морфо-фізіологічна оцінка пророщених рослин

Зразки ґрунтів	Параметри надземної частини (довжина)			Параметри кореневої частини (довжина)			Вага, г
	max, см	min, см	сер., см	max, см	min, см	сер., см	
Сланецький район	8,5	4,5	6,5	5,5	1	3	4,3
Інгульський район	6,5	3,4	5,7	4,5	0,8	2,3	2,2
Контроль (ґрунтосуміш)	16	6	8,5	7	3,5	5,5	4,8
Контроль (пісок)	11	4	5	5	1	1	0,3

Таблиця 3
Рівні радіаційного фону ґрунтових проб, мкЗв/год

Показники	Райони досліджень	
	Інгульський район м. Миколаєва	Сланецький район Миколаївщини
Реальний час	0,30	0,19
Середнє значення	0,30	0,18



Рис. 6. Демонстративне фото вимірювання радіаційного фону Сланецького району

Згідно зі шкалою токсичності Кабірова результати досліджень виражаються наближеним до середнього рівня токсичності, межі якого становлять значення 0,7 (за методикою розрахунку індексу фітотоксичності) (Olkhovych & Musiienko, 2005; Issayeva et al., 2015; Rylott & Bruce, 2019).

Наведені в таблиці 3 результати досліджень дозволяють стверджувати про допустимі межі. В Інгульському районі дещо вищі показники радіаційного забруднення ґрунтів (станом на 08 березня 2024 р. становили 0,30 мкЗв/год) порівняно з іншим дослідним районом (SaveEcoBot).

На рисунку 6 показано результати значення радіаційного забруднення ґрунтів Сланецького району.

На рисунку 7 – скрін мапи даних показників радіаційного стану з однієї зі станцій спостережень станом на 19 березня 2024 року, що збігається з нашими даними портативного дозиметру – радіаційний фон в межах норми, значення якого становило 0,152 мкЗв/год (SaveEcoBot).



Рис. 7. Скрін мапи радіаційного стану Миколаївського регіону (SaveEcoBot)

Радіоекологічний моніторинг, у зв'язку з воєнними діями, є особливо актуальний. В разі виявлення дози 0,5 мкЗв/год і вище негайно оповіщаються у спецоргани ДСНС, які виїжджають на місцевість, де фіксуються такі показники та надсилають черговому, який передає ці дані органам цивільного захисту.

Забезпечення сталого радіаційного стану в допустимих межах є важливим аспектом екологічної безпеки в умовах воєнних дій. Навіть в умовах війни існують концепції та розроблені методики щодо відновлення та збереження екологічної стійкості ґрунту. Один з підходів полягає у невтручанні в природні процеси та не використовувати ґрунт для якихось цільових потреб, надаючи йому можливість самостійно відновлюватися. Також можна використовувати методи насадження рослин, які здатні поглинати різні токсичні речовини, сприяти відновленню та збереженню якості ґрунту. Важливо розробляти і впроваджувати стратегії та програми з управління ґрунтовими ресурсами, спрямовані на відновлення та підтримку екологічної стійкості уражених воєнними діями територій. Це допоможе зберегти природні екосистеми та забезпечить сталість середовища для місцевого населення (Olkhovych & Musiienko, 2005; Earnest & Dickie, 2012; Rylott & Bruce, 2019; Weber et al., 2020).

Збереження здорових та продуктивних ґрунтів є важливою передумовою для сталого розвитку регіону та забезпечення продовольчої безпеки. Таким чином, вивчення різнобічних впливів воєнних дій на ґрунти Миколаївщини має велике значення для розробки стратегій збереження та відновлення ґрунтів, що відповідають потребам сучасності. В даний час суспільство зосереджує свою увагу на проблемах навколишнього середовища, розробляючи концепції для забезпечення сталого розвитку екосистем та проживання на забруднених територіях (Issayeva et al., 2015; Herman, 2019; Honcharenko, 2019; Rylott & Bruce, 2019).

Висновки

Стан ґрунтів Миколаївського регіону перебуває під загрозою воєнних дій, що може призвести до непередбачуваних наслідків. Інтенсифікація бойових дій призводить до збільшення рівня забруднення ґрунтів та погіршення їхньої якості. Такий стан безумовно створює потенційну загрозу як для здоров'я населення, так і для екосистем.

Показники досліджених зразків ґрунту перебувають в допустимих межах. Отримане значення рівня токсичності становить 0,7 (згідно зі шкалою Кабірова), що є на межі слабкого і середнього рівня токсичності. Це може свідчити про загальну стабільність екосистеми через характерний високий рівень родючості, зумовлений природним потенціалом. У інформаційних джерелах відображалось, що в Інгульському районі м. Миколаєва, на жаль, інтенсивність бойових дій була більшою, що і підтверджується нашими оцінками біотестувань: сповільнення схожості та проростання рослин.

Застосування стратегій та технологій для мінімізації впливу воєнних дій на екологічну безпеку ґрунту вкрай важливо для забезпечення збереження навко-

лишнього середовища та здоров'я місцевого населення у складних умовах конфлікту. Співпраця між урядом, місцевими владами, науковими установами та громадськістю є ключовим елементом успішної реалізації заходів з екологічного відновлення та забезпечення безпеки ґрунтів у Миколаївському регіоні.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Adamcova, D., Radziemska, M., Ridoskova, A., Barton, S., Pelcova, P., Elbi, J., Kunicky, J., Brtnicky, M., & Vaverkova, M. D. (2017). Environmental assessment of the effects of a municipal landfill on the content and distribution of heavy metals in *Tanacetum vulgare* L. *Chemosphere*, 185, 1011–1018. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.07.060.
- Beshlei, Z. M., Beshlei, S. V., Baranov, V. I., & Terek, O. I. (2014). Vykorystannia roslynnykh test-system dlia otsinky toksychnosti tekhnogenno zabrudnennykh substrativ. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahromnoho universytetu*, 1, 97–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnu_biol_2014_1_12 (in Ukrainian).
- Bespalko, R. I., & Vroniuk, Yu. Iu. (2013). Osoblyvosti ekolohizatsii vykorystannia zemel silskohospodarskoho pryznachennia. *Heodeziia, kartohrafiia i aero-fotoznimannia*, 78, 215–217. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/may/1544/gka78201336.pdf> (in Ukrainian).
- Cruz, J. M., Lopes, P. R. M., Montagnolli, R. N., Tamada, I. S., Silva, N. M., & Bidoia, E. D. (2013). Toxicity assessment of contaminated soil using seeds as bioindicators. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 1(1), 1–10. DOI: 10.5296/jab.v1i1.3408.
- Earnest, J., & Dickie, C. (2012). Post-conflict reconstruction — a case study in Kosovo: the complexity of planning and implementing infrastructure projects. *PMI Research and Education Conference*. URL: <https://www.pmi.org/learning/library/post-conflict-reconstruction-planning-implementing-6416>.
- Herman, T. Iu. (2019). Fitoekstraktsiia v tekhnolohii ochyshchennia gruntiv vid vazhkykh metaliv. *Monohrafiia*. Lviv. Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky (in Ukrainian).
- Holovnyi sait dlia ahronomiv. *Karta gruntiv Ukrainy*. *SuperAgronom.com*, 2016–2024. URL: <https://superagronom.com> (in Ukrainian).
- Holubtsov, O., Sorokina, L., Splodytel, A., & Chumachenko, S. (2023). Vplyv viiny rosii proty Ukrainy na stan ukrainskykh gruntiv. Kyiv: HO “Tsentr ekolohichnykh initsiatyv “Ekodiia” (in Ukrainian).
- Honcharenko, V. F. (2019). Vykorystannia bioindykatsii u monitorynhu yakosti navkolyshnoho seredovyscha. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu biorekursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriia: Ekolohiia*, 281(1), 123–129 (in Ukrainian).
- Iatsuk, I., & Panasenko, V. (2013). Grunty potrebuiut zakhystu. *Viche*, 15, 44–45. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/viche_2013_15_19 (in Ukrainian).

- Issayeva, A. U., Bishimbayev, K. V., Bishimbayev, V. K., Eshibaev, A. A., & Issayev, E. B. (2015). Phytoindication: Reaction of plants to the oil light fractions. *Brit. J. Environ. Sci.*, 3(4), 14–19. URL: <https://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Phytoindication-Reaction-of-Plants-to-the-Oil-Light-Fractions.pdf>.
- Olkhovych, O. P., & Musiienko, M. M. (2005). Fitoindykatsiia ta fitomonitorynh. Kyiv: Fitosotsiotsentr (in Ukrainian).
- Polianska, K. (2022). Mykolaivshchyna: Vplyv viiskovykh dii na dovkillia. *Lisivnyk Ukrainy*. URL: <http://epl.org.ua/announces/mykolayivshhyna-vplyv-vijskovykh-dij-na-dovkillia> (in Ukrainian).
- Popovych, V. (2012). Zalezhnist radiatsiinoho fonu vid pryrodnykh fitomelioratyvnykh protsesiv na polihoni tverdykh pobutovykh vidkhodiv. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy : zbirnyk naukovykh prats*, 10, 183–190 (in Ukrainian).
- Prykladne landshaftoznavstvo : istoriia, suchasnist, perspektyvy (2022). *Materialy Vseukrainskoho naukovo seminaru pamiati profesora Anatoliia Melnyka (Lviv – Vorokhta, 6-9 zhovtnia 2022 roku)*. Lviv : LNU im. Ivana Franka. URL: http://geocology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/prykladnelandshaftoznavstvo_materialyseminaru_lviv2022.pdf (in Ukrainian).
- Rylott, E. L., & Bruce, N. C. (2019). Right on target: using plants and microbes to remediate explosives. *Int. J. Phytoremediation*, 21(11), 1051–1064. DOI: 10.1080/15226514.2019.1606783.
- SaveEcoBot – tse pershyi v Ukraini ekolohichniy bot dlia monitorynhu informatsii pro dovkillia, promyslovykh zabrudniuvachiv, yikh dozvilni dokumenty ta etapy prokhozhenia protsedury OVD (otsinky vplyvu na dovkillia). 2018–2024. URL: <https://www.saveecobot.com> (in Ukrainian).
- The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review. UNEP, 2022. URL: <https://www.unep.org/resources/report/environmental-impact-conflict-ukraine-preliminary-review>.
- Tretiak, A. M., Budziak, O. S., Tretiak, V. M. ta in. (2017). *Ekolohiia zemlekorystuvannia: navch. posibnyk*. Kyiv: Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia (in Ukrainian).
- Vasyliuk, O., & Norenko, K. (2019). *Vplyv viiskovoi diialnosti na pryrodu Ukrainy: posibnyk*. Lviv: “Kompaniia “Manuskrypt” (in Ukrainian).
- Weber, A. K., Bannon, D. I., Abraham, J. H., Seymou, R. B., Passman, P. H., Lilley, P. H., Parks, K. K., Braybrooke, G., Cook, N. D., & Belden, A. L. (2020). Reduction in lead exposures with lead-free ammunition in an advanced urban assault course. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 11–12, 598–610. DOI: 10.1080/15459624.2020.1836375.