

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ЯК СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТУ: ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНІ

ГАЦКО Марія Юріївна

студентка 4-го курсу ОС «Фаховий

молодший бакалавр»

спеціальності «Агрономія»

м. Боярка, Україна

gatskomaria@ukr.net

Деградація ґрунтів - погіршення корисних властивостей, родючості та структури землі під впливом природних чи антропогенних факторів. Сьогодні це досить поширена проблема в аграрному секторі. Пов'язана вона із активним використанням пестицидів, неправильним застосуванням сівозмін, розорюванням, засоленням, ерозією ґрунту та ін. За оцінками ІФС, протягом останніх 20 років українські фермери зазнали втрат на суму близько 2 млрд доларів через вплив кліматичних змін, що еквівалентно приблизно 12 % річного ВВП аграрного сектору. Водночас, за даними ФАО, близько 20 % сільськогосподарських угідь України вже деградували, а решта перебувають у зоні ризику. Загалом за останні 130 років українські ґрунти втратили близько 30 % гумусу, причому лише за останні 25 років його вміст зменшився з 3,36 % до 3,16% [4].

До вищенаведених причин варто віднести російсько-українську війну. Вирви, окопи, фортифікації та рух важкої техніки призводять до механічного забруднення та руйнування структури ґрунту - руйнується родючий шар, він змішується з глибшими, втрачає властивості й гірше утримує вологу. Також має місце фізичне забруднення: пожежі, перегрів і трамбування змінюють структуру ґрунту. Хімічне забруднення виникає внаслідок витоку палива й продуктів горіння, токсини потрапляють у воду й рослини. Саме воно сьогодні є найнебезпечнішим. Згідно із аналізами лабораторії Prime Lab Tech, у ґрунтах із районів активних бойових дій вміст нікелю (Ni) та свинцю (Pb) перевищує у 2-3 рази, вміст міді (Cu) та цинку (Zn) – у 1.5-2 рази, а кадмію (Cd) – у 1-2 рази [5].

Елемент	Джерело	Середня концентрація, мг/кг	Норма (ГДК)*, мг/кг	Перевищення норми
Pb (Свинець)	Боєприпаси, бронебійні снаряди, залишки акумуляторів	150-800	32	у 2-3 рази
Cd (Кадмій)	Горіння пального, металоконструкції	2-5	1	у 1-2 рази
Cu (Мідь)	Електронне обладнання, військова техніка	70-150	55	у 1,5-2 рази
Zn (Цинк)	Боєприпаси, сталеві конструкції	200-500	146	у 1,5-2 рази
Ni (Нікель)	Бронебійні осердя, хімічне забруднення	100-250	50	у 2-3 рази

Рисунок 1 - Перевищення вмісту елементів у ґрунтах із районів активних бойових [5]

Отже, рекультивація, тобто відновлення, деградованих ґрунтів (особливо хімічно забруднених), є одним з найактуальніших питань аграрного сектору України. Згідно із дослідженнями Wageningen University & Research, відновлення сільськогосподарських ґрунтів України після війни коштуватиме не менше, ніж \$ 20 млрд, що складає близько 15 % ВВП країни до вторгнення. Зважаючи на стан української економіки, це колосальна сума. Українські аграрії мають вже обдумувати найвигідніші шляхи відновлення ґрунтів. На мою думку, одним із найоптимальніших способів очищення ґрунтів є фіторе mediaція [4].

Фіторе mediaція ґрунтів - метод їх очищення від забруднювачів (важких металів, нафтопродуктів тощо) за допомогою спеціально підібраних рослин. Цей метод є екологічно безпечним та економічно ефективним, оскільки ґрунтується на здатності рослин концентрувати компоненти навколишнього середовища та хімікати та метаболізувати різноманітні речовини у своїх тканинах [1].

Існують декілька методів фіторе mediaції (фітоекстракція, фітостабілізація, фітодеградація, фітостимуляція, фітовипаровування тощо). Розглянемо лише найосновніші:

- Фітостабілізація - полягає у використанні рослин, толерантних до підвищеного вмісту металів, з метою закріплення важких металів у ґрунті та зниження їх доступності для живих організмів. Завдяки цьому обмежується їх переміщення в довкіллі й зменшується ймовірність потрапляння токсичних елементів до харчового ланцюга.

- Фітоекстракція – поглинання корінням рослин забруднюючих речовин і накопичення їх в надземних частинах рослини. Для цього методу вирощують рослини, які здатні витримувати більшу кількість важких металів. Використовувати ці рослини в харчових або технічних цілях заборонено – після збору урожаю їх спалюють. На їх місце садять нові рослини для подальшого очищення ґрунту.

- Фітодеградація – розщеплення кореневими ферментами рослин забруднюючих речовин на більш прості або менш шкідливі сполуки.

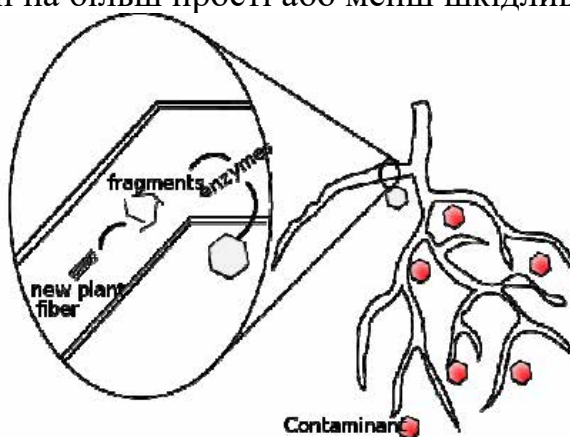


Рисунок 2 – Процес фітодеградації [1]

Більшість гіперакумуляторів (рослин, що акумулюють метали в біомасі) належить до капустяних (Brassicaceae), айстрових (Asteraceae), бобових (Fabaceae), злакових (Poaceae), фіалкових (Violaceae). Значна частина видів спеціалізується на накопиченні нікелю, тоді як кадмію чи свинцю - значно рідше. Окремі рослини, зокрема *Brassica juncea* (гірчиця сарептська), здатні акумулювати одразу кілька металів, що важливо для поліметалевого забруднення.

Рід, вид	Метал що накопичується
<i>Alyssum</i> (біля 50 видів)	Ni
<i>Arabidopsis halleri</i>	Cd, Zn
<i>Armeria maritima</i>	Pb, Zn
<i>Armeria plantaginea</i>	Zn
<i>Brassica juncea</i>	Cd, Cu, Ni, Pb, Se, Zn
<i>Helianthus annuus</i>	Pb
<i>Leucocroton</i> (більше 30 видів)	Ni
<i>Minuartia verna</i>	Ni, Zn
<i>Thlaspi</i> (більше 20 видів)	Ni
<i>Thlaspi alpestre</i>	Zn
<i>Thlaspi caerulescens</i>	Cd, Pb, Zn,
<i>Thlaspi calaminaria</i>	Zn
<i>Thlaspi capeaefolium</i>	Zn
<i>Thlaspi goesingense</i>	Cd, Ni
<i>Thlaspi rotundifolium</i>	Pb
<i>Sedum alfredii</i>	Cd, Zn
<i>Silene vulgaris</i>	Zn
<i>Phyllanthus</i> (більше 40 видів)	Ni
<i>Polycarpea glabra</i>	Pb, Zn
<i>Viola calaminaria</i>	Zn

Рисунок 3 - Рослини, здатні до гіперакумуляції важких металів [1]

При вивченні питання економічної оцінки фітореMediaції були взяті дослідження 2023 року канадських професорів університету Атабаски Junye Wang та Aghajani Delavar та індійські розрахунки університету “ School of Basic Sciences and Technology, IIIT University”. Згідно із дослідженнями, витрати фітореMediaції на тонну забрудненого ґрунту складають близько \$ 20 – \$ 40, в той час як хімічна ремедіація потребує \$ 100 – \$ 500 за тонну, що у рази дорожче.

Для очищення ґрунту від нафтопродуктів, біореMediaція мікроорганізмами коштує \$20 000 – \$60 000 за гектар, тоді як фітореMediaція - \$ 2500 – \$ 15000 за гектар у тих самих умовах. До недоліків фітореMediaції ґрунту вчені віднесли відносно довготривалість. Адже процес очищення може тривати декілька років. Незважаючи на це, національна бібліотека медицини в США (National Library of Medicine) зазначила, що повне відшкодування витрат через екологічні та економічні вигоди може настати менше, ніж за 7 років [2], [3].

Через великі площі забруднення (зокрема внаслідок війни), фітореMediaція може стати частиною національних програм з відновлення земель, особливо коли: забруднення є широкомасштабне, але помірного рівня (наприклад, важкі метали); ресурси обмежені, і прямі витрати на традиційні методи (екскавація, хімічна очистка) мають бути мінімальними; необхідно одночасно відновити структуру ґрунту та його родючість, а не лише видалити забруднювачі. Вирощування енергетичних або технічних культур (наприклад, верба, багаторічні трави) може збільшити ефективність очищення ґрунту. Адже це дозволить отримати додаткову економічну вигоду від біомаси та сприятиме відновленню екосистеми.

На підставі проаналізованих даних можна зробити висновок, що фітореMediaція має реальні перспективи в Україні як ефективний і відносно дешевий метод відновлення ґрунтів після техногенного забруднення та військових дій. Вона придатна для застосування на великих територіях, є економічно вигіднішою, не потребує складного спеціалізованого обладнання та водночас сприяє збереженню й поліпшенню довкілля, оскільки базується на вирощуванні рослин і відновленні стану ґрунтів. Недоліком є тривалий процес очищення.

Список використаних джерел:

1. Рекультивация і фіторе mediaція деградованих земель. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», спеціальності 201 «Агрономія» другого (магістерського) рівня вищої освіти. ВНАУ, 2023. 360 с.
2. Science of The Total Environment, Vol. 902 (2023)
3. Science of The Total Environment, Vol. 563–564 (2016)
4. <https://www.wur.nl/>
5. <https://ukragroconsult.com/news/vazhki-metaly-v-gruntah-ukrayiny-pislya-bojovyh-dij-zagrozy-ta-metody-remediaciyi/>
6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26765508/>
7. https://pubs.rsc.org/th/content/articlehtml/2024/su/d3su00440f?utm_source



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

«GEOPOINT»

5-6 березня 2026 року

**PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE**

«GEOPOINT»

March 5-6, 2026

УДК 332.2/.7:528.4/.9"364"(082)

ISBN 978-617-8798-98-7

«GEOPPOINT»: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, Україна, 5-6 березня 2026 року: матеріали конференції. Київ: НУБіП України. 2026. 332 с.

Рекомендовано Вченою радою факультету землевпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 5 від 19 березня 2026 року)

У збірнику матеріалів конференції подано результати сучасних наукових досліджень за секціями: землеустрій та кадастр в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення, оцінка земель, врахування збитків та управління ризиками, геопросторові технології та ДЗЗ. Розраховано для науково-педагогічних працівників, представників науково-дослідних установ, науковців, спеціалістів установ та фахівців землевпорядного напрямку, аспірантів, студентів.

У разі повного або часткового використання матеріалів збірника посилання обов'язкове. Автори матеріалів несуть повну відповідальність за точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей, відповідаючи принципам академічної доброчесності.

Відповідальні за випуск: І. А. Опенько, О. Д. Грищак

©НУБіП України, 2026