

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Панчук Т.В., доктор філософії, старший викладач

Кучер Т.Р., здобувач вищої освіти

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://orcid.org/0000-0003-2629-1427>

Анотація: У тезах розглядається проблема забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами внаслідок бойових дій. Обґрунтовано доцільність застосування фітореємедіації, як екологічно безпечного та економічно ефективного методу відновлення родючості ґрунтів для подальшого аграрного використання.

Ключові слова: фітореємедіація, важкі метали, деградація ґрунтів, гіперакумулятори, повоєнне відновлення.

Внаслідок бойових дій на всій території України ґрунти зазнають значного навантаження, зумовленого бойовими діями. Внаслідок застосування різних видів зброї, масованих обстрілів та знищення військової техніки відбувається масштабна фізична і хімічна деградація ґрунтового покриву. Найбільшою проблемою є масове надходження у педосферу вибухових речовин та продуктів горіння. Це призводить до інтенсивного локального та системного накопичення насамперед важких металів (свинцю, кадмію, цинку, міді тощо). Забруднення орних земель такими елементами порушує природний баланс ґрунтових екосистем, пригнічує мікробіологічну активність та робить неможливим безпечне ведення традиційного сільського господарства без проведення попередніх рекультиваційних заходів.

«Важкі метали» - це речовини, питома вага яких перевищує 5 г/см³ або атомний номер яких перевищує 20. Серед найнебезпечніших важких металів виокремлюють свинець, кадмій, ртуть, миш'як та фтор. Важкі метали не піддаються розкладанню в ґрунті, на відміну від деяких інших забруднюючих речовин, наприклад, діючі речовини пестицидів. Потрапляючи в живі організми важкі метали накопичуються та негативно впливають на загальний стан організму, тому їх знешкодження в ґрунті є особливо актуальним [1].

Фітореємедіація – це комплекс технологій, заснований на здатності певних видів рослин поглинати, накопичувати, трансформувати або нейтралізувати токсичні речовини в ґрунті, воді або повітрі. Процес відбувається природним шляхом завдяки біохімічним реакціям у кореневій зоні та тканинах рослин [2].

Які механізми дії?

- ✓ Поглинання та накопичення: рослини вбирають важкі метали (свинець, кадмій, цинк) та накопичують їх у своїй біомасі.
- ✓ Іммобілізація: кореневі виділення зв'язують забруднювачі в ґрунті, перешкоджаючи їх поширенню.

- ✓ Розкладання: ферменти рослин сприяють розщепленню органічних забруднень, таких як нафтопродукти.
- ✓ Фільтрація води: водні рослини (очерет, рогіз) поглинають забруднення зі стічних вод [2].

Для важких металів доцільно використовувати: гірчицю, ріпак, соняшник, технічні коноплі.

Після завершення вегетаційного періоду та накопичення важких металів у надземній частині рослин-гіперакумуляторів постає критичне завдання – екологічно безпечна утилізація токсичної біомаси. Категорично забороняється використання такого врожаю в харчових цілях, для годівлі сільськогосподарських тварин або класичного компостування, оскільки це призведе до неминучого повернення та міграції токсикантів у трофічних ланцюгах [3].

Можна запропонувати кілька економічно та екологічно обґрунтованих шляхів вирішення проблеми:

- термічна утилізація та «фітомайнінг» (phytomining). Біомасу піддають контрольованому спалюванню зі спеціальними фільтрами, що дозволяє зменшити її об'єм на 90–95 %. Отриманий попіл містить надзвичайно високу концентрацію металів. За допомогою технології фітомайнінгу з цього попелу хімічним шляхом вилучають цінні метали (мідь, цинк, нікель) для їх подальшого використання у промисловості. Це дозволяє частково або повністю компенсувати витрати на рекультивацію земель [3].
- термохімічна переробка на біопаливо (піроліз). Це найбільш інноваційний напрям, який передбачає переробку забрудненої фітомаси за умов нестачі кисню. Під час піролізу важкі метали надійно фіксуються та концентруються у твердому залишку (біовугіллі), який підлягає безпечному захороненню. Натомість леткі сполуки перетворюються на чистий синтез-газ або рідке біопаливо, що використовується для генерації теплової та електричної енергії [4].
- компактування (пресування). У разі неможливості глибокої переробки, рослинна маса піддається пресуванню з метою максимального зменшення об'єму та ізолюється на спеціалізованих полігонах для зберігання токсичних відходів [3].

Отже, інтеграція процесів фіторемедіації з технологіями виробництва біоенергії здатна перетворити очищення сільськогосподарських угідь із суто витратного екологічного заходу на економічно рентабельний цикл [4].

Застосування фіторемедіації є економічно обґрунтованим та екологічно безпечним напрямом подолання наслідків ґрунтового забруднення в післявоєнний період. Інтеграція процесів фітоочищення з технологіями виробництва біоенергії здатна перетворити рекультивацію сільськогосподарських угідь із суто витратного екологічного заходу на

рентабельний цикл, сприяючи швидкому та безпечному поверненню земель у повноцінний аграрний обіг.

Список використаних джерел

1. Забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок військових дій та їх рекультивация. *Агротехносоюз*. URL: <https://surl.li/gwmxvy>
2. ФітореMediaція: рослини як природні очищувачі забруднених ґрунтів та вод. *Державна екологічна інспекція Південно-Західного округу*. 2026. URL: <https://sw.dei.gov.ua/post/5164>
3. Liu Z., Tran K.-Q. A review on disposal and utilization of phytoremediation plants containing heavy metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. Vol. 226. P. 112821. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651321009337?via%3Dihub>
4. Vaca-Paulín R., Esteller-Alberich M. V., Lugo-de la Fuente J., Zepeda-Gómez C. Coupling Plant Biomass Derived from Phytoremediation of Potential Toxic-Metal-Polluted Soils to Bioenergy Production and High-Value by-Products—A Review. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, Is. 7. P. 2982. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/7/2982>

Abstract: The thesis deals with the problem of contamination of agricultural land with heavy metals as a result of hostilities. The expediency of using phytoremediation as an ecologically safe and economically effective method of restoring soil fertility for further agricultural use is substantiated.

Key words: phytoremediation, heavy metals, soil degradation, hyperaccumulators, post-war recovery.

УДК 631.4 : 551.311(477.7)

DOI 10.31521/978-617-7149-94-0-70

ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ СТЕПУ УКРАЇНИ

Письменний О.В., канд. с.-г. наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет
<http://orcid.org/0000-0002-3338-3349>

Анотація: У степовій зоні України дефляція (вітрова ерозія) ґрунтів є досить пересічним явищем. Важливим фактором дефляції є здатність ґрунтів регіону протистояти видуванню у найбільш вітроерозійний період року (лютий–квітень). Цей фактор має назву «протидефляційна стійкість ґрунту». Актуальність нашого дослідження зумовлена підвищенням зимових температур повітря і нераціональним господарюванням власників земельних ділянок. Метою нашого дослідження є встановлення впливу зрошення і клімату на трансформацію протидефляційної стійкості ґрунтів Степової зони України. Дослідженнями встановлено, що зрошення сприяє покращенню протидефляційної стійкості чорноземів південних і збільшує вміст гумусу. Вміст обмінного Na більше 3% сприяє підвищенню протидефляційної стійкості темно-каштанових ґрунтів, але негативно впливає на їх структуру. Стосовно найбільш дефляційно-небезпечної фракції < 0,25 мм, яка швидше починає видуватись сильними вітрами, то на всіх досліджуваних ґрунтах її вміст зріс. Підвищення позитивних температур в зимово-весняний період негативно впливає на