

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РЕМЕДІАЦІЇ ГРУНТОВОЇ
ЕКОСИСТЕМИ

Шуліна Є.О.

Сумський державний університет, кафедра ПЕК

lady.shulipa@gmail.com

Упродовж останніх десятиліть у зв'язку з бурхливим розвитком промисловості спостерігається значне зростання вмісту важких металів (ВМ) у біосфері, атмосфері та гідросфері, тому нині вони є одним із пріоритетних забруднювачів земельних ресурсів. В умовах інтенсивного антропогенного впливу надходження ВМ у агроєкосистему перевищує її захисні (буферні) властивості. Це призводить до зниження врожайності та якості продукції рослинництва, робить її небезпечною для людей і тварин. [1]

Площі територій з понаднормовими концентраціями ВМ у ґрунтах збільшуються, отже, проблема набуває загрозливого характеру і потребує запровадження сучасних і ефективних заходів ремедіації забрудненого середовища. При розробці технології очищення необхідно враховувати комплексність і масштаби забруднення ґрунтів, найменші ризики повторного забруднення середовища, а також максимально забезпечити відновлення ґрунту до природного стану. [8]

Сьогодні велику увагу привертають біологічні способи очищення, які характеризуються високою ефективністю та нетоксичністю. Методи біоремедіації засновані на здатності різних груп живих організмів у процесі життєдіяльності розкладати або акумулювати у своїй біомасі забруднювачі.[2]

Найбільш перспективним і екологічно безпечним методом деконтамінації забруднених ґрунтів вважається **фіторемедіація**. Механізм очищення ґрунтується переважно на використанні рослин-гіперакумуляторів, які здатні вилучати токсиканти із середовища у високих концентраціях і проявляти толерантність до їх дії [6,7,8]. Головна перевага фітотехнологій – процес

видалення забруднюючих речовин відбувається без руйнування структури ґрунту і зменшення його родючості.

Існують різні **види фіторемедіації**: фітоекстракція, фітостабілізація, фітодеградація, фітостимуляція, ризофільтрація, ризодеградація, фітовипаровування тощо [7,8]. Для очищення ґрунтів від ВМ використовують фітоекстракцію (поглинання та накопичення ЗР в організмі рослини), фітостабілізацію (зменшення мобільності поллютантів і/чи накопичення у кореневій системі рослини-акумулянта) чи ризофільтрацію (метали абсорбуються і зв'язуються у кореневих системах фіторемедіантів) [6].

Поглинання ЗР та їх розподіл у рослинах залежить від їх біодоступності, яка складається із доступності поллютантів (їх фізико-хімічних властивостей: розчинність у воді, молекулярна маса тощо), характеристик середовища (кислотність, гранулометричний склад ґрунту, рівень гумусу, вологість та ін.) і фізіологічних та морфологічних особливостей рослин (рівень стійкості до дії забруднювачів, рівень розвиненості кореневища тощо). [2]

Незважаючи на переваги фіторемедіація має ряд недоліків: високі концентрації поллютантів у середовищі можуть бути токсичними для рослин і мікроорганізмів; ЗР повинні бути біологічно доступними для рослин; процес очищення може займати великий проміжок часу; окрім того токсичність і біологічна активність деградованих сполук мало досліджена [10].

Після подібної обробки зараженого об'єкта фітомаса рослин може служити джерелом для виділення ВМ. Для цього їх спалюють, а ВМ відновлюють із золи. Відомі й інші випадки утилізації. Фітомасу, яка містить Se, використовували як добавку в корм тваринам за умови, що вона не токсична. Фітомасу, що містить Zn і Cu можна використовувати в якості добрив для ґрунтів, що відчувають нестачу цих мікроелементів як есенціальних. [3]

Також існують інші біотехнологічні методи, такі як **біоаугментація** - внесення (у вигляді біопрепаратів) спеціалізованих мікроорганізмів, чужорідних для даного місця проживання, які заздалегідь були виділені з природних джерел або спеціально генетично модифіковані та селекціоновані. Вони володіють

необхідною біодеградуючою активністю, стійкі до високих концентрацій полютанта і не володіють небажаними побічними ефектами. Внесені мікроорганізми розкладають основну масу забруднень, знижують їх негативний вплив на біоту і тим самим стимулюють процеси самоочищення. [4]

До біопрепаратів для рекультивації і відновлення родючості ґрунтів можна віднести:

- різні органічні відходи та ін. матеріали, модифіковані при хімічній або мікробіологічній дії, в процесі анаеробного зброджування, аеробної ферментації, компостування або вермикомпостуванні;
- спеціалізовані препарати на основі мікроорганізмів і ферментів: біодобрива, які включають азотфіксатори, препарати ендомікоризних грибів та ін.;
- біопрепарати проти збудників різних захворювань рослин (засоби захисту рослин), для поліпшення фітосанітарного стану ґрунтів. [6]

У роботі [9] досліджено вплив неорганічного добрива (NPK, 100 кгN/га), компостів із кацави (*Manihot utilissima* Pohl.) і тітонії (*Tithonia diversifolia*) у концентраціях 20 і 40 т/га на процес іммобілізації Pb у ґрунті, в якому вирощували кукурудзу (*Zea mays* L.). Додавання компосту сприяло збільшенню висоти рослини на 89 – 94%, а також площі листків та їх кількості (особливо при внесенні у ґрунт компосту із тітонії у концентрації 40 т/га).

У експериментальній роботі англійські вчені у якості іммобілізатора використовували компост, який отримували при переробці осаду стічних вод і «зелених відходів» та збагачували його мінералами. Ґрунти із різними ступенями забруднення змішували з компостом у різних співвідношеннях. Критерієм оцінки слугували: кількість продукованої біомаси і акумульованих металів райграсом (*Lolium perenne* L.). Результати досліджень показали, що використання компосту (із зелених відходів) зменшує вилуговування Cd і Zn до 48%, тоді як внесення компосту із осаду стічних вод сприяє акумуляції Zn рослиною (удвічі більша кількість металу в тканинах), проте концентрація у райграсі Cd, Cu, Pb, навпаки, зменшується у середньому на 80%. [11]

У теперішній час спектр таких біопрепаратів, що показали на практиці свою високу ефективність і перспективність досить великий. Пропонується для використання значна кількість як українського так і зарубіжного виробництва. Серед зарекомендованих - препарати на основі гумінових кислот. Малі дози (0,1-1 кг/м²) препаратів гумінових кислот і гуматів, особливо фульвокислоти, а також різні модифікації гумінових речовин, стимулюють розвиток рослин.[5]

Висновки

Забруднення ґрунтів ВМ представляє важливу екологічну проблему. Однак сорбція їх сорбентами і переведення у важкорозчинні осаді призводять до виникнення відкладених негативних наслідків. Вимивання ВМ за межі ґрунтового профілю водою малоефективне у зв'язку зі слабкою розчинністю осадів ВМ в ґрунтах і значною міцністю їх зв'язку в ґрунтовому поглинаючому комплексі. Вищевказані недоліки існуючих методів очищення ґрунтів від ВМ визначають необхідність пошуку нових методів інтоксикації ґрунтів, які будуть більш рентабельні та екологічно чисті щодо технологій. Прикладами таких методів є біотехнологічні, а саме фіторе mediaція, біоаугментація, внесення біогенних органо – композитних систем, іоно – обмінних смол, тощо.

В цілому ці методи очищення ґрунтів в результаті невисокого ступеня впровадження в практику екологічних технологій займають невисоке місце в рейтингу популярних технологій детоксикації. Однак при їх подальшому більш детальному вивченні та розробці вони неодмінно превалюватимуть над фізико-хімічними та механічними методами.

Список використаної літератури

1. Антонюк Н. О. Шляхи очищення довкілля від забруднення важкими металами / Н. О. Антонюк, Н. А. Гриценко // Наукові праці НУХТ -2014 - Том 20 – №5.
2. Білик Т. І. Біодоступність забруднюючих речовин у водному та ґрунтовому середовищах / Т. І. Білик, о. с. Штика, А. О. Авдєєва, А. О. Падалка // Вісник Національного авіаційного університету. – 2008. – № 2(35). – С. 78-80.

3. Гош М. ФітореMediaція важких металів та утилізації їх побічних продуктів / М. Гош, С. Сінг // Азіатський журнал з енергетики та навколишнього середовища. – 2005. – №6(04). – С. 214 – 231.
4. Звягінцева, Д.Г. Мікроорганізми і охорона ґрунтів. – М.; 1997. – С.129-149
5. Марміролі Н. ФітореMediaція і фітотехнології: огляд за сьогодення і майбутнє / Н. Marmiroli, М. Marmiroli, Є. Маестрі // Моніторинг забруднення ґрунту та води, захист та відновлення. – 2006. – № 3(23) – С. 403 – 416.
6. Паскін І.І. ФітореMediaція: зелена революція в екології // І.І. Паскін // - М.: Планета, 2012. №1. - С. 23-25.
7. Шевелуха В.С. Сільськогосподарська біотехнологія: посіб. для студ. Вузів / ред. В. С. Шевелуха. - 3 вид., перероб. і дод. - Москва: Вища школа, 2008. - 710 с
8. Щербаченко О. І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища. Стійкість і адаптація рослин до їх впливу / О. І. Щербаченко // Наукові записки Державного природознавчого музею / Інститут екології Карпат НАН України – Львів, 2014 – Вип. 30. – С. 157-182.
9. Adejumo S. A. In situ remediation of heavy metal contaminated soil using Mexian Sunflower (*Tithonia diversifolia*) and Cassava waste composts / S. A. Adejumo, A. O. Togun, J. A. Adediran, M. B. Ogundiran // World Journal of Agricultural Sciences. – 2011. – № 7(2) – P. 224 – 233.
10. Dermont G. Metal-contaminated soils: remediation practices and treatment technologies / G. Dermont, M. Bergeron, G. Mercier, M. Richer-Lafleche // Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management. – 2008. – Vol. 12, № 3. – P. 188 – 209
11. Van Herwijnen R. Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts / R. van Herwijnen, T. R. Hutchings, A. Al-Tabbaa, A.

J. Moffatb, M. L. Johnsd, S. K. Oukia // Environmental Pollution. – 2007. –
Vol. 150, № 3. – P. 347 – 354.