

Методичні рекомендації до ПР 9.

Тема. Основні підходи до використання фіторе mediaції у ґрунтозбереженні та ґрунтовикористанні.

Теоретичні відомості.

Початково фіторе mediaція як метод знешкодження ґрунтів була розроблена для усунення забруднень важкими металами. Було встановлено, що деякі види рослин здатні не тільки витримувати наявність, але й поглинати та накопичувати більше іонів свинцю, ртуті, цинку та інших токсичних металів, ніж інші рослини.

Це відкриття дозволило зробити висновок: для очищення ґрунтів необхідно лише засіяти ґрунти певними рослинами, в кінці сезону зібрати «врожай» важких металів і вивезти його на спеціально призначене місце для вилучення металів або їх знешкодження. В основі розглянутої технології лежить природний процес біологічного кругообігу, складовими частинами якого є культивування рослин- акумуляторів, покращення властивостей ґрунтів та їх захист від ерозії.

Фіторе mediaція має ряд переваг перед фізичними методами ре mediaції: може використовуватися на великих площах, значно дешевша, не вимагає спеціального обладнання, сприяє збереженню та покращенню навколишнього середовища, тому що пов'язана із вирощуванням рослин та покращенням стану ґрунтів.

Серед *рослин-гіперакумуляторів* високою поглинальною здатністю важких металів відрізняються гірчиця сарентська та овес польовий. На прикладі зазначених рослин у роботі розглянуто міграційну здатність плюмбуму та кадмію в системі «ґрунт - рослина». Досліди були проведені в польових та лабораторних умовах.

На основі отриманих експериментальних даних розраховані показники впливу важких металів на рослини: фітотоксичний ефект - рівень зниження біомаси рослин, що вирости на забрудненому ґрунті, щодо біомаси рослин, які вирости на умовно чистому ґрунті; показник фітотоксичності - накопичення важких металів у рослині під час зниження її біологічної маси; коефіцієнт біологічного поглинання - міграційна здатність металів із ґрунтів у рослини. Встановлено, що плюмбум і кадмій (60- 65 %) нагромаджуються переважно в наземній частині рослин.

Ступінь вилучення з ґрунтів плюмбуму та кадмію залежить від складу ґрунтів і зростає в напрямку: важкосуглинкові < середньосуглинкові < легкосуглинкові ґрунти.

З метою біологічного очищення ґрунтів, використовують гречку та

кормові боби, що характеризуються високим виносом міді, нікелю, цинку, кобальту, свинцю та кадмію. В роботі запропоновано спосіб використання бобових трав на забруднених важкими металами ґрунтах. Спосіб включає висів рослин, що акумулюють важкі метали з ґрунту, їх скошування. У рік висіву у фазу утворення стебла визначають уміст важких металів у зеленій масі. При зниженні в цю фазу гранично допустимої концентрації менше ніж удвічі, біомасу трав залишають до фази цвітіння для використання на корм.

Показано, що війник наземний доцільно використовувати для відновлення полігонів твердих побутових відходів. Зазначена рослина відрізняється максимальною акумуляцією важких металів, зокрема нікелю. В листках війника вміст нікелю досягає 703 мг/кг, у коренях - 346 мг/кг сухої маси. Висока продуктивність війника (15 ц/га) сприяла виносу рухомих форм важких металів з твердих побутових відходів і підтриманню концентрації металів у ґрунтах на рівні 5-10 разів менше від порогової. Вилучення важких металів кадмію, купруму, цинку з ґрунтів за допомогою рапсу вивчено в Італії.

Встановлено, що внесення цих металів у ґрунт у кількостях 50,500,600 мг/кг не приводить до певних ознак пригнічення рослин. Винос важких металів зростає з наступною акумуляцією в наземних органах. З метою фітореMediaції рекомендовано використовувати рапс для видалення кадмію та цинку на забруднених ділянках земель.

Для підвищення ефективності фітореMediaції пропонується використовувати наступні речовини: поліцукрид, хітозан, етилендіамінтетраацетатну, бурштинову, гідроксиетидендифосфонову кислоти, що збільшують рухомість важких металів та прискорюють їх надходження в рослини. Міграційна здатність важких металів зумовлена їх здатністю до адсорбції на ґрунтових органомінеральних сполуках. Вивчення адсорбційних характеристик ґрунтових мінералів є важливим для розуміння механізмів фітореMediaції через те, що адсорбція на ґрунтовій основі веде до концентрації важких металів, тоді як утворення більш міцних комплексів з несорбованою частиною органічної речовини сприяє зростанню міграційної здатності металів і тим самим полегшує їх перехід у кореневі системи рослин. Останнє використовують при фітореMediaції.

Встановлено високий винос цинку зі світло-каштанових ґрунтів гірчицею сарептською.

Показано, що вилучення цинку значно покращується при внесенні фітоекстрактора гідроксиетилідендифосфонової кислоти. Так при збільшенні дози гідрокшетилідендифосфонової кислоти від 0,175 моль/кг до 0,70 моль/кг коефіцієнт концентрації цинку (відношення вмісту металу в рослині

гірчиці сарептській і ґрунті) зростає від 0,26 до 2,48 разів.

Одночасно з практичним значенням фіторе mediaції (очищення ґрунтів за рахунок виносу важких металів) обговорюється механізм токсичної дії сполук важких металів на живі організми. Згідно з уявленнями авторів, важкі метали реагують із функціональними групами ферментних і мембранних білків рослин, насамперед сульфідними, змінними, карбоксильними, наприклад, за схемою: Me^{3+}

$+ 2\text{HS-R} \rightarrow 2\text{Me S-R} + 2\text{H}^+$ Такі взаємодії змінюють конформацію білкових молекул, що порушує їх ферментну та транспортну активність. Висока хімічна спорідненість переважної більшості важких металів до зазначених функціональних груп сприяє нагромадженню токсикантів у рослинних організмах.

Таким чином, **основними задачами фіторе mediaції на сучасному етапі розвитку науки є** добір рослин-гіперакумуляторів важких металів з метою їх вилучення із забруднених ділянок, вивчення механізму дії фітоекстракторів, виявлення територій з підвищеним вмістом важких металів, що можуть бути очищені за допомогою прогресивної технології. Перспективним напрямком розвитку фіторе mediaції є створення на основі методів генної інженерії рослин, здатних більшою мірою, ніж відомі на теперішній час види рослин, концентрувати важкі метали.

Фітоекстракція – найоптимальніший спосіб видалення солей важких металів з ґрунтів без руйнування ґрунтової структури і родючості. Деякі автори називають цей метод фітоакумуляцією. Оскільки рослина абсорбує, концентрує і осаджує токсичні метали і радіонукліди з забруднених ґрунтів у біомасі, це кращий спосіб очищення територій з розсіяним поверхневим забрудненням і відносно низькою концентрацією контамінантів.

Існує дві основні стратегії фітоекстракції:

- фітоекстракція в присутності хелатів, або індукована фітоекстракція, в якій додавання штучних хелатів збільшує рухливість і поглинання металу
- контамінанта;
- послідовна фітоекстракція, в якій видалення металу залежить від природної здатності рослин очищати; при цьому під контролем знаходиться тільки кількість висіву (посадки) рослин. **При цьому важливі такі фактори, як швидкість росту, вибірковість до елементу, стійкість до хвороб, метод збирання.**

Проте повільне зростання, поверхнева коренева система, низька продуктивність біомаси обмежують застосування гіперакумуляуючих видів для очищення забруднених важкими металами територій. Для фітоекстракції використовуються рослини, які акумулюють забруднення переважно у

наземній масі. Рослини, накопичують забруднення в коренях, непридатні для фітоекстракції, оскільки збір коренів скрутний і потребує великих витрат. Наземна фітомаса може бути зібрана за допомогою звичайної сільськогосподарської техніки і перевезена на місця складування і переробки.

Під час накопичення радіоактивних елементів важлива стійкість рослини до радіоактивного опромінення. З деревних рослин при фіторе mediaції територій, забруднених радіонуклідами, краще використовувати листяні породи дерев, наприклад, маньчжурський горіх (*Juglans mandshurica*), амурський пробконос (*Phellodendron amurense*), які більш радіаційностійкі, ніж хвойні дерева, чагарники і трави.

Фітоекстракцією відносно легко можуть бути вилучені тільки метали, що знаходяться у вигляді вільних іонів і розчинних комплексів у ґрунтових розчинах і частково у формі іонів, пов'язаних з іонообмінними групами ґрунтового мінеральної речовини та адсорбованих неорганічних компонентів ґрунту. У більшості випадків найбільш ефективні рослини-гіперакумулятори дозволяють очистити лише поверхневий шар ґрунту, не більше 0,5 м, що обмежує застосування фітоекстракції. Вилучати важкі метали з більш глибоких ґрунтових горизонтів можливо при використанні інших методів.

Рекомендована література

1. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фіторе mediaції та фіторекультивуації у сучасних системах землеробства. Монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2022. 1200 с.
2. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ- 2000», 2021. 481 с.
3. Войтків П. С. Технології захисту та відновлення ґрунтів : методичні вказівки для самостійної роботи студентів Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 50 с.
4. Моніторинг та охорона земель. Практикум : навчальний посібник / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська, А. Г. Ліщинський, Ж. В. Наконечна. Вид. 2- ге, перероб. та доповн. Рівне : НУВГП, 2019. 202 с.
5. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.
6. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: навчальний посібник / Забалуєв В.О., Балаєв А.Д., Тараріко О.Г. та ін.; за ред. д-рів, проф. В.О. Забалуєва та В.В. Дегтярьова. Вид. 2-ге, змін. і допов. Х.ФОРМ Бровін, 2017. 348 с.
7. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний

посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця : ВНТУ, 2013. 253 с.

8. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Київ: Наукова думка, 2012. 312 с