

УДК622.271.45

Красовський С.А., студент гр. 183м-18-1**Науковий керівник: Клімкіна І.І., к.б.н., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища**

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ВПЛИВ ЕДТА ТА СУЛЬФАТУ АМОНІЮ НА РЕМЕДІАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ФІТОІНДИКАТОРІВ В УМОВАХ ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Накопичення відвалів гірських порід є великою екологічною проблемою гірничодобувної промисловості. Зараз в українській частині Донбасу нараховується 1185 відвалів порід шахт. Відвали та шламонакопичувачі містять близько 1,3 млрд. т порід із щорічним поповненням близько 60 млн. т. Дані території займають великі площі і потребують рекультивациі в майбутньому [1].

Метою даної роботи було дослідити ремедіаційні властивості фітоіндикаторів в умовах вугільних відвалів Західного Донбасу за рахунок посилення фітоекстракції важких металів та інших токсичних елементів.

Головною ідеєю було вивчити у модельних експериментах можливість змінення інтенсивності міграції важких металів та інших токсичних речовин та їхньої можливої акумуляції рослинами-індикаторами за рахунок впливу ЕДТА або сульфату амонію.

Основними завданнями на дану роботу було: 1) вивчити фізико-хімічні властивості червоно-бурої глини, яка використовувалася як ґрунтовий субстрат для рекультивациі вугільних відвалів Ш. Павлоградська; 2) дослідити вплив ЕДТА та сульфату амонію на темпи росту фітоіндикаторів, а також на фітоекстракцію важких металів та інших токсичних речовин із ґрунтового субстрату вугільного відвалу.

Субстратом слугувала ґрунтова суміш з ділянки рекультивациі шахти Павлоградська. Основа ділянки була сформована товстим шаром гірської породи (8-10 м), поверх якої було нанесено 50 сантиметровий ґрунтовий субстрат червоно-бурої глини. Для хімічного аналізу були відібрані зразки ґрунту з глибини 0-20 см. У якості фітоіндикаторів використовували *Bromopsis inermis* (стоколос безостий) і *Triticum L.* (пшениця звичайна). Насіння *B. inermis* і *Triticum L.*, після замочування протягом доби висаджували у чашки Петрі на субстрат, що досліджувався, у кількості по 30 шт. на кожену чашку. Порівнювали ростові процеси за умов зволоження ЕДТА (1-й варіант) та розчином сульфату амонію (2-й варіант) у концентраціях по 5 ммоль/л. Рівень зволоження підтримували на рівні 70 %. При вивченні ростових процесів у якості контролю використовували відстоюну водопровідну воду. Дослід тривав 21 день та проводився у 5 повторностях.

Було проведено комплексний аналіз таких фізико-хімічних показників ґрунтів як: рН, питома електропровідність ґрунту (ЕС), валовий вміст важких металів, інших токсичних елементів та рідких металів. Для інтактної проби ґрунту було визначено додатково кількісний вміст поживних речовин для рослин, а саме іонів NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} (спектрофотометрично) і концентрації рухомих форм елементів, отриманих шляхом водної витяжки та екстракції амонійно-ацетатним буфером (рН=7) і амонійно-ацетатним розчином з додаванням лимонної кислоти (рН=4).

Проби ґрунтів відбирали згідно з чинними ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 10381-2:2004. Вони були доведені до рівноважного повітряно-сухого стану, після чого робили ґрунтово-водні витяжки у співвідношенні 1:10. рН водної витяжки визначали за ГОСТ 17.5.4.01-84, питому електропровідність – за ДСТУ ISO 11265:2001.

Валовий вміст мікроелементів в ґрунтах та тканинах рослин визначали на підставі методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS). Підготовку проб для аналізу валового вмісту елементів здійснювали згідно ISO 11464:1994 та ДСТУ ISO 14869-

1:2005 при розчиненні проб ґрунту кислотним плавленням, а проб рослин – мікрохвильовим розчиненням у суміші азотної та ортофосфорної кислот.

Статистичну обробку результатів дослідження виконано за допомогою пакету програми «Microsoft Excel 2010».

Аналіз фізико-хімічних даних показав, що рН ґрунту з ділянки рекультивації складає 8,78, значення питомої електропровідності становить 301,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Результати спектрофотометричного аналізу забезпеченості субстрату елементами живлення рослин свідчать про недостатню кількість нітратної (від 0,176 мг/кг) та амонійної форм азоту (0,0035 мг/кг), а також фосфатів (0,0016 мг/кг).

В результаті отриманих даних ростового тесту було встановлено, що найбільший приріст біомаси спостерігається у *Triticum L.*, причому на обох субстратах.

ICP-MS аналіз валового вмісту й рухомих форм мікроелементів у ґрунті з ділянки рекультивації та в рослинах після їх вирощування на даному ґрунті з додаванням ЕДТА або сульфату амонію дозволив розрахувати коефіцієнти біологічного накопичення, що представлені у таблиці 1. Крім того, встановлено, що концентрація таких елементів як Co, As і Cu перевищує норми ГДК в 1,2; 10,1 та 1,9 рази відповідно.

Табл. 1 – Коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) пшеницею та стоколосом безостим різних форм мікроелементів за умов їх вирощування на ґрунтовому субстраті з додаванням ЕДТА і сульфату амонію у концентрації по 5 ммоль/л

Елемент	ЕДТА				Сульфат амонію			
	КБН для <i>B. inermis</i>		КБН для <i>Triticum L.</i>		КБН для <i>B. inermis</i>		КБН для <i>Triticum L.</i>	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Mn	0,4	0,06	0,87	0,13	0,95	0,15	0,48	0,07
Cr	5,4	0,05	1,1	0,01	10,3	0,1	5,05	0,05
Co	0,97	0,05	1,83	0,11	0,87	0,05	2,59	0,18
As	0,39	0,02	0,07	0,003	0,921	0,04	0,36	0,02
Pb	9,7	0,08	10,6	0,09	7,74	0,07	3,23	0,03
Cd	0,59	0,0005	0,21	0,0001	0,46	0,0004	0,26	0,0002

1* – відношення концентрації елемента у рослинах до загальної концентрації рухомих форм даного елемента; 2* – відношення концентрації елемента у рослинах до валового вмісту даного елемента.

Як видно з отриманих даних, більшу активність до накопичення рослинами мали елементи у рухомих формах. Проте, встановлено різний ефект впливу ЕДТА та сульфату амонію на здатність *B. inermis* й *Triticum L.* до акумуляції токсичних елементів. В обох випадках спостерігається гіперфітоакумуляція хрому та свинцю.

Отримані дані свідчать про перспективність розробки технологій фітореMediaції порушених земель з визначенням оптимального складу толерантних видів рослин, здатних не тільки вижити в умовах забруднень, але трансформувати і знешкодити їх.

Acknowledge: Presented research was supported in the frame of the DAAD project “EcoMining: Development of Integrated PhD Program for Sustainable Mining & Environmental Activities” and cooperation between Technische Universität Bergakademie Freiberg, Germany, and Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine (2019-2022).

Перелік посилань

1. Звіт «Основні проблеми розвитку вугільної галузі і регіону Донбасу», Київ, 2002, 128 с.

2. Mahdiah E. Effect of EDTA application on heavy metals uptake and germination of *Echinochloa crus galii* (L.) Beave in contaminated soil / International Journal of Agriculture and Crop Sciences. – Vol. 6 (4), 2013. – P. 197-202.