

¹Романчук Л. Д., ²Матвійчук Н. Г., ²Матвійчук Б. В.,

¹Абрамова І. В., Трибой О. В.

¹Державний університет «Житомирська політехніка»,

Житомир, Україна;

²Житомирський державний університет імені Івана Франка,

Житомир, Україна

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ҐРУНТІВ ШЛЯХОМ ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ ГІГАНСЬКОГО ТА ОЧЕРЕТЯНКИ ЗВИЧАЙНОЇ

Ґрунти є основою усіх наземних екосистем, тому екологічний стан ґрунтового покриву визначає стійкість біосфери – як основної умови виживання людства. Оскільки техногенне навантаження на ґрунти призводить до їх деградації та зниження бонітету, показників якості і продуктивності (гранулометричного складу, наявності гумусу, елементів живлення рослин, водного і теплового режиму), ступеню еродованості, засоленості, кислотності, солонцюватості забрудненості та ін., тому

для збереження біосфери надзвичайно важливим є зберегти ґрунтовий покрив що найменше у задовільному стані. Особливо це стосується урбанізованих територій, де техногенне навантаження на ґрунти давно вже перевищило всі допустимі межі, що створює загрозу для здоров'я та життя населення [2, 5, 6].

Ґрунт, як природний фільтр, у який потрапляють важкі метали, в тому числі із атмосфери, з поверхневим стоком, з підґрунтових порід і підземних вод, вони служать джерелом вторинного забруднення приземного повітря і водного середовища. Із ґрунту важкі метали засвоюються рослинами, які потім є їжею високоорганізованим тваринам і людині [6]. Сільськогосподарські ґрунти все більше забруднюються важкими металами через індустріалізацію та збільшення антропогенної діяльності.

На території України особливо актуальним дане питання є зараз, коли більша частина земель країни зазнає екологічної небезпеки внаслідок військових дій. Найбільша площа ґрунтів в Україні забруднена кобальтом, молібденом та міддю, показники вмісту яких перевищують не лише фонові значення, а й ГДК [1]. Зокрема, як зазначають дослідники на території військових дій встановлено перевищення ГДК валового вмісту таких важких металів, як свинцю у 5,4 рази, цинку – 3,9, кадмію – 1,4, марганцю – 4,8, міді – 4,6, заліза – в 1,2 рази більше [5].

Науковці всього світу досліджують питання фітотерапії ґрунту з використанням енергетичних культур. Інтенсивно вивчають і вдосконалюють технологію вирощування енергетичних культур і вітчизняні вчені: М. В. Роїк, В. Л. Курило, Д. Б. Рахметов, В. А. Доронін, М. Я. Гументик, О. М. Ганженко та ін. Обрані культури повинні відновлювати забруднені території, підвищувати якість ґрунту, створювати естетично приємний ландшафт та депонування вуглецю. У такий спосіб відбувається потенційний зв'язок між вирощуванням енергетичних культур та фітореMediaцією забруднених земель [3, 5].

Поряд з цим у сучасних наукових публікаціях неповною мірою висвітлені особливості накопичення важких металів енергетичними культурами, механізм переходу забруднювачів із ґрунту в рослини; потребує уточнення й використання моделі очищення ґрунтів від поллютантів, що і обумовило актуальність наших досліджень в обраному напрямі.

Наші дослідження проводилося протягом 2021–2023 років в рамках проекту CERESiS (ContaminatEd Land Remediation through Energy crops for Soil поліпшення до рідкого біопалива) H2020 Project (GA 101006717)

в досліді, який був закладений у 2021 році у стаціонарному досліді в зоні Полісся України. Для вивчення питання концентрації важких металів у фітомасі енергетичних культур нами було закладено дослідні ділянки енергетичних рослин *Miscanthus x giganteus* та *Phalaris arundinacea* на забруднених ґрунтах нафтопродуктами та органічними пестицидами [4].

Дослід було закладено у 3-кратній повторності на ясно-сірих опідзолених глеюватих ґрунтах, розміщення повторень в один ярус. Загальна площа ділянки – 540 м², площа посівної ділянки – 135 м², облікової – 100 м². Лабораторні дослідження ґрунту та рослин на вміст важких металів проводили згідно діючих методик та ДСТУ у сертифікованій лабораторії.

За результатами наших досліджень встановлено, що при вирощуванні на техногенно забруднених ґрунтах *Phalaris arundinacea* та *Miscanthus x giganteus* найбільша вегетативна маса їх була на другому році вирощування і становила *Miscanthus x giganteus* – 17,12 т/га та 18,7, що на 2–22 % більше чим першого року, *Phalaris arundinacea* – 4,62 та 5,03 т/га, що на 14–32 % більше чим 2022 року.

Концентрація всіх важких металів у фітомасі енергетичних рослин не перевищувала ГДК, крім цинку у рослинах *Miscanthus x giganteus* (від 50,2–61,9 мг/кг).

За перший рік дослідження відмічено значно більший вміст таких токсикантів як мідь, марганець, та цинк в рослинах *Miscanthus x giganteus* ніж в *Phalaris arundinacea*. По таких елементах як хром, нікель, ванадій, стибій коефіцієнти накопичення енергетичними рослинами не мали суттєвої різниці. А такі елементи, як свинець, кадмій, арсеній, станум та ртуть рослини *Phalaris arundinacea* поглинали більше за рослини *Miscanthus x giganteus*. За другого року вирощування коефіцієнт накопичення міді, цинку, свинцю, кобальту, нікелю, арсенію, ванадію, стибію, стануму. Однак рослини *Phalaris arundinacea* поглинали більше за рослини *Miscanthus x giganteus* такі токсиканти як кадмій, хром та ртуть.

За другого року вирощування коефіцієнт поглинання рослинами важких металів значно підвищувався в порівнянні з першим роком за рахунок збільшення вегетативної маси рослин.

В середньому за 2021–2023 роки наших досліджень винос важких металів енергетичними культурами становив: *Phalaris arundinacea* виносила з врожаєм з 1 га ґрунту: Cu – 12,8 кг; Mn – 59,5 кг; Zn – 175 кг; Pb – 6,8 кг; Co – 9 г; Cd – 0,8 кг; Cr – 7,1 кг; Ni – 120 г; As – 15 г;

V – 61 г; Sb – 658 г; Sn – 18 г; Hg – 670 г. *Miscanthus x giganteus* відповідно виносив з врожаєм з 1 га ґрунту Cu в 12 разів більше; Mn в 8,4 разів більше; Zn в 5,5 разів більше; Pb в 3 рази більше; Co в 7 разів більше; Cd – 2,5; Cr – 3,9; Ni – 4,3; As – 5; V – 3,9; Sb – 4,6; Sn – 4; Hg – в 2,4 рази [4].

Встановлено, що характер накопичення важких металів рослинами знаходився в залежності від виду культури та її продуктивності. Однозначно доведено, що такі енергетичні культури, як *Phalaris arundinacea* та *Miscanthus x giganteus* сприяють очищенню техногенно забруднених ґрунтів від важких металів, а їх продукція може використовуватися в подальшому як біопаливо та для інших технічних цілей, так як вміст токсикантів в їх фітомасі не перевищує ГДК, крім незначного перевищення цинку.

Література

1. Kulyk, M. I., Galytska, M. A., Samoylik, M. S., & Zhornyk, I. I. (2019). Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*, 2 (1), 65–73. doi: 10.32819/2617-6106.2018.14020
2. Rascio N., Navari-Izzo F. (2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science*. 2011. Vol. 180. № 2. P. 169–181. doi:10.1016/j.plantsci.2010.08.016
3. Witters N., Mendelsohn R. O., Van Slycken S., Weyens N., Schreurs E., Meers E., Tack F., Carleer & R., Vangronsveld J. (2012). Phytoremediation, a sustainable remediation technology? Conclusions from a case study. I: Energy production and carbon dioxide abatement. *Biomass and Bioenergy*, 39, 454–469. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.08.016
4. Romantschuk L., Matviichuk N., Mozharivska I., Matviichuk B., Ustymenko V., Tryboi O. Phytoremediation of Soils by Cultivation *Miscanthus x Giganteus* L. and *Phalaris arundinacea* L. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 6, Iss. 25. P. 137–147. doi: 10.12912/27197050/186902
5. Зайцев Ю. О., Грищенко О. М., Романова С. А., Зайцева І. О. (2022). Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської області. *Agroecological journal*. № 3. С. 136–149. doi:10.33730/2077-4893.3.2022.266419
6. Романчук Л. Д., Вишнівський П. С., Можарівська І. А. (2022). Концентрація важких металів у фітомасі енергетичних культур при вирощуванні в умовах Житомирського Полісся. *Агробіологія : збірник наукових праць*. 2022. № 2. С. 13–18. doi:10.33245/2310-9270-2022-174-2-13-18