

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

УДК 581.5:631.416.8

ПОГЛИНАННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ *Sorghum halepense* ІЗ СУБСТРАТІВ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ

© 2014 р. З. Бешлей¹, С. Бешлей²,
В. Баранов¹, О. Терек¹

¹Львівський національний університет ім. Івана Франка
(Львів, Україна)

²Інститут екології Карпат Національної академії наук України
(Львів, Україна)

Визначено вміст важких металів у рослин сорго алепського (*Sorghum halepense*) за умов їх росту в модельних системах на субстратах породних відвалів з додаванням нетрадиційних добрив (глауконіту і відходів з дріжджового заводу). Виявлено значну різницю у вмісті важких металів у фітомасі рослин за умов додавання обох типів нетрадиційних добрив, що свідчить про їх сприяння інтенсивнішому поглинанню важких металів рослинами з субстратів відвалів вугільних шахт.

Ключові слова: *Sorghum halepense* L., важкі метали, нетрадиційні добрива, субстрати породних відвалів

У зв'язку із посиленням антропогенного забруднення територій важкими металами важливим є вивчення їх перерозподілу між ґрунтом і рослинами для з'ясування фітореMediaційних властивостей останніх (Бортник, 1998; Баимова, 2009).

Одними з таких антропогенно порушених територій є відвали вугільних шахт. Відвали, на яких не здійснюються рекультивацийні роботи, є джерелом пилоутворення. Лише з одного середнього терикона щороку вимивається і видувається у вигляді пилу понад 400 тонн породи. Крім того, з нього вилуговується понад 8 тонн хімічних сполук, в тому числі сполуки важких металів. Усі ці речовини створюють навколо терикону зону техногенного забруднення. Оптимізація техногенно порушених територій внаслідок функціонування промисловості стає дедалі актуальнішою у контексті зменшення площ для сільськогосподарського використання (Геник, 2008). Проблема рекультиваций вугільних териконів актуальна і для України, де розташовані два вугільних басейни: Донецький та

Львівсько-Волинський. Останній у межах Львівської і Волинської областей України, а також Люблінського воєводства Польщі охоплює площу близько 10 тис. кв. км. Балансові запаси вугілля – близько 970 млн. т.

Наші попередні дослідження та світовий досвід рекультиваций порушених земель вказує на те, що перспективним для «озеленення» відвалів є використання багаторічних злакових культур. У США і Канаді (провінції Онтаріо, Альберта, Британська Колумбія) злакові травосуміші висівають з метою закріплення поверхні відвалів, запобігання водній і вітровій ерозії. Обробіток на відвалах злакових культур пришвидшує розвиток ґрунтоутворювального процесу (Лукина и др., 2008).

Для очищення субстратів породного відвалу від важких металів нами запропоновано після посіву насіння рослин-акумуляторів вносити мінеральні добрива у вигляді нітроамофоски, капсульованої природним сорбентом глауконітом (800 + 50 г на 100 м²) (Пат. 50789, 2010). Необхідно зазначити, що даних щодо впливу нетрадиційних добрив на здатність рослин поглинати важкі метали із субстрату вкрай мало. Тому метою роботи було дослідити вплив нетрадиційних добрив (глауконіт і відходи дрі-

Адреса для кореспонденції: Бешлей Зоряна Михайлівна,
Львівський національний університет ім. Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна;
e-mail: zirka_blb2@ukr.net

жджового виробництва) на нагромадження важких металів надземними органами рослин сорго за умов росту на субстратах відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) «Червоноградська».

МЕТОДИКА

Об'єктом дослідження були рослини сорго алепського (*Sorghum halepense* L. (Pers.)). Для закладання напівпольового експерименту і моделювання техногенного едафотопу використовували субстрати породних відвалів Центральної збагачувальної фабрики. Колір субстратів, з яких сформований відвал – червоний (перегоріла порода зі зміненими структурно-текстурними особливостями, різноманітних відтінків, що свідчить про складні літологічні та петрографічні перетворення, які відбувалися у процесі термального “метаморфізму”) і чорний (неперегоріла порода, для якої характерний природний чорно-сірий колір) (Баранов та ін., 2012).

До цих техногенно забруднених субстратів додавали нетрадиційні добрива – глауконіт (мінерал, класу силкатів групи гідролуод, що має сорбційні властивості) і відходи виробництва дріжджів Львівського дріжджового заводу (у співвідношенні 50 г на 1000 г субстрату відвалу).

Субстрат змішували з добривами, вносили у дерев'яні ящики і висівали насіння *Sorghum halepense*. Аналізували вміст важких металів у субстратах відвалів, нетрадиційних добривах і рослинах, які росли 120 діб на субстратах відвалу із додаванням нетрадиційних добрив.

Для визначення важких металів проби рослин і субстратів спалювали в фарфорових тиглях у муфельній печі за температури 400-450°C протягом 2-4 год до отримання золи однорідного кольору. Після цього дослідні проби обробляли концентрованою HNO₃. Валовий

вміст металів у пробах рослин і субстратах визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С115М1 у пропан-бутановому полум'ї з використанням дейтерієвого коректора неселективної абсорбції (Методичні рекомендації ..., 1981). Актуальну кислотність у техногенних субстратах і нетрадиційних добривах визначали потенціометрично за співвідношення ґрунт/розчин 1:5.

Усі визначення проводили в трьох повтореннях. Результати статистично опрацьовували визначаючи середнє арифметичне і стандартну похибку (Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Початковим етапом рекомендації будь-якої сировини для впровадження у практику рекультивациі порушених ландшафтів є оцінка їх хіміко-фізичних характеристик і дослідження токсичної дії на рослинні об'єкти. У зв'язку з цим було проаналізовано вміст хімічних елементів та реакцію середовища досліджуваних субстратів. Показано, що субстрати відвалів вугільних шахт характеризуються значним нагромадженням Fe, Ni, Pb, Cu порівняно із глауконітом та відходами дріжджового виробництва (табл. 1). Встановлено, що глауконіт збагачений Zn і Mn, які є фізіологічно необхідними елементами для рослин. Зольність відходів дріжджового заводу становить лише 7,4 % і вносили їх у субстрат в сирому вигляді. Тому їх вплив на вміст важких металів у техногенному субстраті не істотний.

Реакція середовища нетрадиційних добрив близька до нейтральної, яка оптимальна для росту і розвитку судинних рослин, (рН глауконіту – 6,4, відходів дріжджового виробництва – 7,7). Таким чином, ці добрива можуть сприяти нейтралізації кислотності техногенних субстратів, що мають кислу реакцію середовища (чорна порода – 3,7, червона порода – 4,1).

У результаті проведених досліджень

Таблиця 1. Вміст важких металів у техногенних субстратах і нетрадиційних добривах (мг/кг повітряно-сухого матеріалу)

Варіант	Зольність, %	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu
Чорна порода	97,2 ±1,9	22,1 ±1,2	0,28 ±0,02	7,5 ±0,3	сліди	1280,4 ±96	68,8 ±2,6	10,2 ±0,8	23,9 ±0,9
Червона порода	98,3 ±2,1	21,6 ±0,9	0,28 ±0,03	7,5 ±0,2	сліди	1293,6 ±86	208,7 ±3,6	5,2 ±0,3	18,9 ±0,9
Глауконіт	97,4 ±1,6	67,9 ±1,9	0,17 ±0,01	сліди	сліди	213,4 ±15	77,6 ±2,9	сліди	1,9 ±0,1
Відходи дріжджового виробництва	7,4 ±0,3	30,3 ±1,5	0,22 ±0,02	сліди	сліди	16,3 ±2	39,9 ±2,4	2,2 ±0,3	11,8 ±0,6

ПОГЛИНАННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

**Таблиця 2. Вміст важких металів у надземній фітомасі *Sorghum halepense* L.
(мг/кг повітряно-сухого матеріалу)**

Варіант	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu
Чорна порода	49,19 ±1,6	0,12 ±0,01	0,53 ±0,02	сліди	37,84 ±1,4	61,03 ±2,4	1,36 ±0,1	6,28 ±0,20
Чорна порода + глауконіт	80,08 ±2,1	0,30 ±0,02	2,40 ±0,09	сліди	54,91 ±1,8	121,78 ±3,2	1,64 ±0,1	8,40 ±0,21
Чорна порода + відходи дріжджового виробництва	50,09 ±1,9	0,14 ±0,01	1,52 ±0,2	сліди	29,04 ±1,2	77,28 ±2,1	1,56 ±0,1	6,09 ±0,19
Червона порода	11,75 ±0,5	0,05 ±0,001	0,41 ±0,03	сліди	67,88 ±1,9	18,95 ±0,8	1,41 ±0,1	2,74 ±0,2
Червона порода + глауконіт	13,07 ±0,6	0,08 ±0,001	0,46 ±0,03	сліди	43,56 ±2,1	21,08 ±0,9	2,08 ±0,1	5,71 ±0,3
Червона порода + відходи дріжджового виробництва	27,74 ±0,9	0,42 ±0,02	0,45 ±0,02	сліди	51,22 ±2,2	20,65 ±1,1	1,02 ±0,1	5,22 ±0,4

встановлено, що при додаванні глауконіту до субстратів відвалу ЦЗФ відбувалося збільшення вмісту Cd, Zn, Fe, Mn, Ni в фітомасі рослин у 1,5-4,5 раза на чорній породі та Cd у 1,6 раза на червоній породі, порівняно із ростом на «чистій» породі (табл. 2). За росту рослин на червоній породі із додаванням відходів дріжджового виробництва спостерігалось збільшення вмісту Zn (у 2,1 раза) і Cd (у 8,4 раза) у надземній фітомасі порівняно із відповідним показником у варіанті без додавання добрив.

Додавання відходів дріжджового виробництва при вирощуванні рослин на чорній породі також призводило до збільшення вмісту деяких важких металів у біомасі, зокрема, Cd у 1,2 раза, Ni – у 2,9, Mn – у 1,3, порівняно із показниками у варіанті без добрива (табл. 2). При цьому зміни вмісту Co, Pb у пробах рослинного матеріалу, відібраного у варіантах із додаванням нетрадиційних добрив, незначно відрізняються порівняно із зразками рослин, які росли лише на субстратах відвалу.

Отримані результати свідчать про те, що при використанні глауконіту на чорній породі збільшується акумуляція у фітомасі сорго цинку, кадмію, нікелю, заліза, мангану, а на червоній породі – кадмію. За використання відходів дріжджового заводу в органах рослин відбувається інтенсивніше нагромадження на чорній породі нікелю, кадмію, мангану, а на червоній – цинку і кадмію. Таким чином, використання цих нетрадиційних добрив сприяє інтенсивнішому поглинанню рослинами важких металів із техногенних субстратів і тим самим пришвидшенню деконтамінації ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

- Баимова С.Р.* Тяжелые металлы в системе «почва–растения–животные» в условиях башкирского Зауралья: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2009. – 19 с.
- Баранов В.І., Книш І.М., Блайда І.А., Ващук С.П., Гавриляк М.С.* Очерет звичайний – фіторемедіант важких металів у дренажних канавах породних відвалів вугільних шахт // Біологічні студії / *Studia Biologica*. – 2012. – Т. 6, № 1. – С. 93-100.
- Бортник Л.М.* Забруднення ґрунту важкими металами та стан рослинності на території міста Харкова // *Агрохімія та ґрунтознавство: спец. вип. до V з'їзду ґрунтознавців*. – Харків, 1998. – Ч. IV. – С. 207-214.
- Геник Я.В.* Порушені території львівщини та шляхи їх фітомеліорації та рекультивациі // *Наук. вісн. НЛТУ України*. – 2008. – Вип. 18.10. – С. 22-26.
- Лакін Г. Ф.* Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
- Лукина Н. В., Чибрик Т. С., Глазырина М. А., Филимонова Е. И.* Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель. – Екатеринбург, 2008. – 256 с.
- Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами.* – М.: Гидрометеоздат, 1981.
- Пат. 50789*, Україна, МПК А 01 В 79/02. Спосіб очищення ґрунтів породного відвалу вугільних шахт від важких металів / Гавриляк М., Баранов В. Заявник і патентоодержувач ЛНУ ім. Івана Франка. № u200913111; заявл. 16.12.2009; опубл. 25.06.2010. – Бюл. №12. – С. 3.

*Надійшла до редакції
15.05.2014 р.*

БЕШЛЕЙ

**ABSORPTION OF *Sorghum halepense* HEAVY METALS
FROM SUBSTRATE OF THE ROCK DUMPS**

Z. Beshley¹, S. Beshley², V. Baranov¹, O. Terek¹

¹*Ivan Franko Lviv National University*

(Lviv, Ukraine)

e-mail: zirka_blb2@ukr.net

²*Institute of Ecology of the Carpathians of National Academy of Sciences of Ukraine*

(Lviv, Ukraine)

The results of determination of heavy metals content in *Sorghum halepense* by addition of alternative fertilizers in model systems on the substrata of coal mine rock dump are given. It is observed the difference in heavy metals content in the phytomass by the action of both types of fertilizers (glaucanite and waste of yeast plant) and it is showed that these fertilizers contribute to better absorption of heavy metals by plants from the dump substrata.

Key words: *Sorghum halepense L., heavy metals, nontraditional fertilizers, substrates of rock dump*

**ПОГЛОЩЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ *Sorghum halepense*
ИЗ СУБСТРАТОВ УГОЛЬНЫХ ОТВАЛОВ**

З. Бешлей¹, С. Бешлей², В. Баранов¹, О. Терек¹

¹*Львовский национальный университет им. Ивана Франко*

(Львов, Украина)

e-mail: zirka_blb2@ukr.net

²*Институт экологии Карпат Национальной академии наук Украины*

(Львов, Украина)

Изучено содержание тяжелых металлов в растениях сорго апельского *Sorghum halepense* при росте в модельных системах на субстратах породных отвалов с добавлением нетрадиционных удобрений (глауконита и отходов дрожжевого завода). Выявлена значительная разница в содержании тяжелых металлов в фитомассе при добавлении обоих типов нетрадиционных удобрений, что свидетельствует о том, что они способствуют более интенсивному поглощению тяжелых металлов растениями из субстратов отвалов угольных шахт.

Ключевые слова: *Sorghum halepense L., тяжелые металлы, нетрадиционные удобрения, субстраты породных отвалов*