

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістр

студента Сороки Тетяни Юріївни
(ПІБ)
академічної групи 101М-19-1
(шифр)
спеціальності 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – «Екологія»
на тему Дослідження меліоративних властивостей рослин в умовах вугільних
відвалів Західного Донбасу
(назва за наказом ректора)

Керівники роботи розділів:	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Теоретичного	Клімкіна І.І.		
Дослідного	Клімкіна І.І.		
Технологічного	Клімкіна І.І.		
Охорони праці	Столбченко О.В		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент	Харитонов М.М.		
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро
2020

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри ЕТЗНС

«__» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

студенту Сорока Т.Ю. академічної групи 101М-19-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 101 «Екологія»

за освітньо-професійною програмою – Екологія
(офіційна назва)

на тему «Дослідження меліоративних властивостей рослин в умовах вугільних відвалів Західного Донбасу», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.11.2020 № 988-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Обстежити екологічну небезпеку породних відвалів вугільних шахт і проаналізувати їхній вплив на стан довкілля, зокрема на рослинність. Проаналізувати основні підходи біологічної рекультивації, меліорації та фіто рекультивації земель, фіторемедіації та фітомайнінгу. Проаналізувати властивості біочару та гумату натрію.	01.09.2020– 01.11.2020
Дослідницький	Дослідити рівень екологічної небезпеки ґрунтів на ділянках рекультивації вугільних відвалів за показниками концентрації важких металів; біогеохімічні показники за важкими металами із застосуванням спонтанно-прозростаючих культур. Визначити перспективи застосування дикорослих рослин на ділянках рекультивації вугільних відвалів для збагачення корисних копалин. Дослідити вплив біочару та гумату натрію на ростові показники рослин-індикаторів.	05.10.2020– 29.11.2020
Технологічний	Розробити технологію фіторекультывації ділянки рекультывації вугільних відвалів західного Донбасу (на прикладі шахти «Павлоградська»)	05.10.2020– 29.11.2020
Охорона праці	Розробити заходи з охорони праці при рекультывації вугільних відвалів	09.11.2020– 13.12.2020
Економічний	Розрахувати економічну ефективність впровадження розроблених екологічних заходів	09.11.2020– 13.12.2020

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Сорока Т.Ю.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 86 с., 16 рис., 8 таблиць, 44 літературних джерел, 5 додатків.

У вступі аналізується актуальність боротьби з відходами гірничовидобувної та гірничопереробної промисловостей, наведені об'єкт, мета та задачі роботи.

Теоретичний розділ містить аналіз негативного впливу породних відвалів вугільних шахт на екосистему, а також аналіз існуючих методів очищення ґрунтів від важких металів та інших токсичних елементів.

У дослідницькому розділі приведено результати оцінки екологічного стану ґрунтів на ділянках рекультивації вугільних відвалів. Визначено біогеохімічні показники за важкими металами із застосуванням спонтанно-прозростаючих культур на ділянках рекультивації та досліджено вплив біочару та гумату натрію на показники біопродуктивності фітоіндикаторів.

У технологічному розділі наведено обґрунтування технології біологічної рекультивації ділянки рекультивації (на прикладі шахти Павлоградська). Запропоновано загальну схему технології рекультивації порушених земель.

У розділі «Охорона праці» обґрунтовані заходи щодо безпечної рекультивації породних відвалів вугільних шахт.

Економічний розділ включає розрахунки капітальних і експлуатаційних витрат для передбачуваного впровадження запропонованого етапу біологічної рекультивації, а також визначення економічного ефекту від його впровадження.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи.

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ, БІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ, БІОПРОДУКТИВНІСТЬ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, БІОГЕОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, БІОЧАР, ГУМАТ НАТРІЮ.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	6
1 БІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Екологічна небезпека породних відвалів вугільних шахт	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Основні підходи до біологічної рекультивації вугільних відвалів	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Особливості технологій меліорації та фіторекультивації земель	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.1 Очищення ґрунтів від важких металів за допомогою методів фіторемедіації	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.2 Фітомайнінг як метод вилучення економічно цінних елементів з субстрату за допомогою рослин	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Методи підвищення родючості ґрунтів..	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.1 Роль органічної речовини в ґрунті.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.2 Властивості біочару	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.3 Властивості гумінових речовин	Ошибка! Закладка не определена.
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ...	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Оцінка екологічного стану ґрунтів на ділянках рекультивації вугільних відвалів	Ошибка! Закладка не определена.
2.1.1 Характеристика ділянок дослідження .	Ошибка! Закладка не определена.
2.1.2 Фізико-хімічні методи оцінки ґрунтів .	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Дослідження біогеохімічних показників за важкими металами із застосуванням спонтанно-прозростаючих культур на ділянках рекультивації	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Дослідження впливу біочару та гумату натрію на показники біопродуктивності фітоіндикаторів	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.1 Методика проведення експериментальних досліджень	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.2 Методи статистичного аналізу	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Результати досліджень	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.1 Результати дослідження рівня екологічної небезпеки ґрунтів на ділянках рекультивації вугільних відвалів за показниками концентрації важких металів	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2 Результати дослідження біогеохімічних показників за важкими металами із застосуванням спонтанно-прозростаючих культур на ділянках рекультивації	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.3 Перспективи застосування дикорослих рослин на ділянках рекультивації вугільних відвалів Західного Донбасу для збагачення корисних копалин	Ошибка! Закладка не определена.

2.4.4 Результати дослідження впливу біочару та гумату натрію на ростові показники рослин-індикаторів..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФІТОРЕКУЛЬТИВАЦІЇ ДІЛЯНКИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ (НА ПРИКЛАДІ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА») **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1 Розрахунок необхідних матеріалів для рекультивациі на 1 га **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2 Розрахунок необхідної кількості насінин кострецю безостого для засіву 1 га рекультивованої ділянки..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3 Розрахунок кількості необхідної води для поливу території рекультивациі **Ошибка! Закладка не определена.**

3.4 Технологія рекультивациі **Ошибка! Закладка не определена.**

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ **Ошибка! Закладка не определена.**

4.1 Заходи з охорони праці перед та під час роботи в лабораторії **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2 Шкідливі та небезпечні виробничі чинники при роботі з компютерною технікою **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2.1 Техніка безпеки при роботі за комп'ютером **Ошибка! Закладка не определена.**

4.3 Протипожежна безпека **Ошибка! Закладка не определена.**

4.4 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при рекультивациі земель **Ошибка! Закладка не определена.**

4.4.1 Шкідливі виробничі фактори **Ошибка! Закладка не определена.**

4.4.2 Розробка інженерних заходів по охороні праці **Ошибка! Закладка не определена.**

4.4.3 Заходи безпеки при роботі механізмів **Ошибка! Закладка не определена.**

4.4.4 Пожежна безпека на породних відвалах **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ **Ошибка! Закладка не определена.**

5.1 Розрахунок вартості проведення робіт з рекультивациі відвалу **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2 Розрахунок затрат **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3. Розрахунок експлуатаційних витрат..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.4 Розрахунок економії екологічного податку за забруднення навколишнього середовища..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ВИСНОВОК.....9

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 11

Додаток А..... 16

Додаток Б 21

Додаток В 22

Додаток Д..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Додаток Г 23

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах сьогодення, внаслідок розвитку гірничовидобувної і гірничопереробної промисловості відбувається значне порушення земної поверхні, в результаті чого набуває особливої гостроти розробка і впровадження природоохоронних технологій. Накопичення великих об'ємів техногенних відходів у відвалах призводить до порушень природних ландшафтів, забруднення всіх складових навколишнього природного середовища, вилучення з господарчого обігу значних площ земельних угідь.

Для попередження негативних процесів виникає необхідність у прогнозі ризику забруднення навколишнього природного середовища, який повинен базуватися на результатах хімічного аналізу розкритих гірських порід, і оцінці їх фітотоксичних властивостей, які пов'язані із зниженням рН, підвищенням міграції токсичних солей важких металів після їх винесення на земну поверхню [1].

Основними видами впливу, що визначають загальну шкоду, є: вилучення з господарського використання територій під відвали, розвиток ерозії на схилах відвалів та забруднення прилягаючих ділянок землі, підвищення мінералізації поверхневих та підземних вод за рахунок вимивання з відвалу водорозчинних сполук, забруднення атмосфери газом та пилом.

Самовільне заростання вугільних відвалів після гірничотехнічної рекультивації вважається важливою частиною відновлення природного середовища. Знижені значення рН, наявність великої кількості рухомих форм важких металів, алюмінію, мала вологоємність та інші несприятливі процеси негативно впливають на швидкість озеленення вугільних відвалів. За відсутності вегетативного покриву спостерігаються активні процеси фізичного і хімічного вивітрювання, при якому порода руйнується,

перетворюється в пил і стає одним з основних джерел забруднення атмосфери, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових природних вод [2].

Мета роботи та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи є дослідження меліоративних властивостей рослин при фіторекультивациї породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати літературні дані щодо впливу вугледобувної промисловості на навколишнє середовище та вивчити особливості біологічної рекультивациї вугільних відвалів.

2. Провести фізико-хімічний аналіз зразків ґрунтів, а також домінантних видів рослин, що спонтанно ростуть на ділянках рекультивациї вугільних відвалів.

3. Дослідити рівень екологічної небезпеки ґрунтів на ділянках рекультивациї вугільних відвалів за показниками концентрації важких металів.

4. Визначити біогеохімічну роль дикорослих рослин та їх здатність/стійкість до акумуляції важких металів.

5. Дослідити вплив біочару та гумату натрію на ростові показники рослин-індикаторів.

6. Дослідити коефіцієнти накопичення рідких металів та вивчити роль домінантних форм рослин на ділянках рекультивациї вугільних відвалів у фітомайнінгу для отримання рідкісних елементів.

Апробація результатів магістерської роботи.

Апробація роботи проводилась на секції 10 VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації». За результати доповіді надруковано тези: Сорока Т. Ю., Клімкіна І. І. Дослідження ефективності застосування біочару та гумату натрію при фіторекультивациї вугільних відвалів західного Донбасу // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро,

27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10. – С. 87-88.

Всього за тематикою кваліфікаційної роботи опубліковано 6 наукових праць, з яких 1 у фаховому виданні і 2 англomовні. Повний перелік публікацій приведений у додатку А.

ВИСНОВОК

В даній науково-дослідницькій роботі досліджена можливість використання дикорослих (нативних) й індикаторних фітокультур для біологічної рекультивації вугільних відвалів у Західному Донбасі. Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

1. Біологічний етап рекультивації вугільних відвалів після гірничотехнічної рекультивації вважається важливою частиною відновлення природного середовища. За відсутності вегетативного покриву спостерігаються активні процеси фізичного і хімічного вивітрювання, при якому порода руйнується, перетворюється в пил і стає одним з основних джерел забруднення атмосфери, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових природних вод.

2. Фізико-хімічний аналіз ґрунтових субстратів з ділянок рекультивації ш. Павлоградська свідчить про недостатній рівень вмісту доступної для рослин форми PO_4^{3-} , NH_4^+ та NO_3^- (0,006, 0,006 та 0,069 мг/г відповідно). Показник рН ґрунту з дослідних ділянок знаходиться у межах від 6 до 8,4; значення питомої електропровідності – від 13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ до 104 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3. Встановлено перевищення норми вмісту шести з одинадцяти важких металів у ґрунтах 0-20 см на основі індексу забруднення (в порядку убубання) – $\text{As} > \text{Fe} > \text{Co} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cr}$.

4. ICP-MS аналіз вмісту мікроелементів у ґрунтах та рослинних зразках показав, що з 37 елементів в 26-ти йде перевищення співвідношення коефіцієнта біологічного накопичення у *B. inermis* над *L. tuberosus* в 2-3 рази, Mn (6.9 раз), Cd (7.7 раз) і Ge в 20 разів, в інших 3-х елементах (Mg, Zn, Mo) *L. tuberosus* накопичує більше ніж *B. inermis* в 1-2 рази і є більш стійким до дії важких металів та інших токсичних елементів.

5. В результаті досліджень встановлено, що домінуючі дикорослі види *B. inermis* та *L. tuberosus* можуть бути використані для технологій фітореMediaції (очищення ґрунтів від важких металів та інших токсичних елементів) так як *B.*

inermis та *L. tuberosus* проявили здатність накопичувати як корисні, так і токсичні елементи, включаючи важкі метали, а також рідкі метали: P > Mg > Cu > S > Zn > Mo (перевищення в діапазоні від 2,5 до 1 раз); Ge > Si > Mn > Cd > Cr > Co > U > Gd > Tb > Er > Dy > Tm > Sm > Ho > Nd > Yb > Lu > Th > Pr > Ce > Y > Eu > As > Sc > Al > V > La > In > Ga > Fe > Ag > Pb (17,6-1,1 раз). Таким чином, *B. inermis* та *L. tuberosus* можуть бути використані для технологій фітореMediaції (очищення ґрунтів від важких металів та інших токсичних елементів)

6. При дослідженні впливу добрив біочару та гумату натрію на ростові показники рослин-індикаторів було встановлено, що в середньому, біочар підвищує родючість ґрунтів на 20-30% відсотків від попереднього рівня. Додавання гумату натрію в концентрації 1% не впливає позитивним чином на збільшення біопродуктивності. Більше того, гумат натрію в концентрації 3% пригнічує показники росту коренів на майже 19% у порівнянні з контролем 1 ($p < 0,05$).

7. Обґрунтовано технологічне рішення, яке полягає у додаванні до насипного шару чорнозему на ділянці рекультивації 1% біочару, що у перерахунку на 1 га ділянки складає 1,2 т, висадженні кострецю безостого (*B. inermis*) – 27 кг на 1 га та поливу ділянки рекультивації на що потрібно 64 м³ води.

8. Економічний розрахунок запропонованого технологічного рішення показав, що впровадження даного рішення буде коштувати загалом 24 990 грн на 1 га.

Забезпечення охорони праці при даному методі фітореMediaції полягає у проходженні інструктажу робочого персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Харитонов М.М. Агроекологічні основи відновлення техногенно порушених земель в гірничовидобувних регіонах України : дис. доктора с/г наук : 03.00.16. Дніпропетровський держ. аграрний ун-т. Дніпропетровськ, 2009. 37 с.
2. Kharytonov M.M. and Kroik A.A. Environmental Security of Solid Wastes in the Western Donbas Coal Mining Region, Ukraine. Environmental Security and Ecoterrorism, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, H. Alpaş et al. (eds.), 2011. – P. 129-138.
3. Кузік, І.М. Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення [Текст] / І.М. Кузік // Екологія і природокористування. – 2012. – № 15. – С. 31-37.
4. Панов Б.С. Модель самовозгорання породних отвалов угольных шахт Донбасса / Б.С. Панов, Ю.А. Проскурня // Геология угольных месторождений: Межвузовский научный тематический сборник. — 2002. — Вып. 12. — С. 274–281.
5. Кроик А.А. Прогнозирование загрязнения подземных вод в угледобывающих районах / А.А. Кроик // Уголь Украины. — 2002. — № 6. — С. 40–41.
6. Зубов А.О. Екологічна небезпека породних вугільних відвалів у агроландшафтах. Агроекологічний журнал. 2019. №. 2. С. 16-17. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013>
7. Zubova, L.H., Zubov, A.R., Zubov A.A., Kharlamova, A.V., Vorobiov S.H., Makarishina, Yu.I. et. al. Terrikony: Waste dumps of coal mines. Luhansk: Nouldzh [in Russian]. 2015. С. 25-26.
8. А.А. Коваленко, А.В. Павличенко. Аналіз еколого-соціальних наслідків розміщення відходів вуглевидобутку // Розробка родовищ. 2013. С. 405-408.

9. S.K. Chaulya, R.S. Singh, M.K. Chakraborty and B.K. Tewary. Bioreclamation of coal mine overburden dumps in India. *Land Contamination & Reclamation*. 2014. № 3. С. 8.
10. S.K. Chaulya, R.S. Singh, M.K. Chakraborty and B.K. Tewary. Bioreclamation of coal mine overburden dumps in India. *Land Contamination & Reclamation*, 8 (3), 2014
11. S.K. Chaulya, R.S. Singh, M.K. Chakraborty and B.K. Tewary. Bioreclamation of coal mine overburden dumps in India. *Land Contamination & Reclamation*. 2014. 8 (3). P. 12.
12. Демидов А.А., Кобец А.С., Грицан Ю.И., Жуков А.В. (2013). Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монографія. Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А.Л.». 2013. 560 с.
13. Савосько В. М. Меліорація та фіторекультивация земель навчальний посібник / В. М. Савосько. – Кривий Ріг : Видавництво «Діоніс», 2011. – 288 с.
14. E.C. Ogoko. Accumulation of Heavy Metal in Soil and Their Transfer to Leafy Vegetables with Phytoremediation Potential. *American Journal of Chemistry* 2015, 5(5): 125-131.
15. В.І. Баранов, І.М. Книш, І.А. Блайда, С.П. Ващук, М.С. Гавриляк. Очерет звичайний – фіторемедіант важких металів у дренажних канавах породних відвалів вугільних шахт. ISSN 1996-4536 Біологічні Студії / *Studia Biologica*, 2012. Том 6/№1. С. 93-100.
16. S.S. Timofeeva. Phytomining Perspectives in Rehabilitation of Mining and Industrial Areas of South Ural: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. 66. doi:10.1088/1755-1315/66/1/012030
17. Ярмоленко Є. В., Глущенко, М. К., Запасний, В. С., Крупко, Г. Д., Клименко, М. О. Основні шляхи підвищення родючості ґрунтів, завдання та перспективи. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*, 2016. №1(73), С. 39-48.

18. Панас Р.М. Ґрунтознавство: Навчальний посібник. – Львів: “Новий Світ – 2000”, 2006. – 372с.
19. Lehmann, J. Black is the new green. NATURE, 2006. Vol 442–10, P. 624–627.
20. Tripathi, Manoj; Sabu, J.N.; Ganesan, P. Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol 55. P. 467–481. doi:10.1016/j.rser.2015.10.122
21. Biochar Soil Amendment FAQ. (2019). American public gardens association. website. Retrieved from: <https://www.publicgardens.org> (Date of application: 15.12.2019).
22. Мандро Ю. Н., Давидова І. В. Перспективи застосування деревного вугілля (біочару) як ефективного контрзаходу для радіоактивно забруднених і деградованих лісових екосистем. Науковий вісник НЛТУ України. 2020, т. 30, № 4. С. 92–98. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2020/30_4/18.pdf
23. Кравцов Д. Біочар – інноваційне добриво, про яке забуло людство. 2019. <https://uhbdp.org/ua/eco-technologies/articles/2044-biochar-innovatsiine-dobryvo-pro-iake-zabulo-liudstvo>
24. Day, Danny, Robert J. Evans, James W. Lee, and Don Reicosky, Economical CO₂, SO_x, and NO_x capture from fossil-fuel utilization with combined renewable hydrogen production and large-scale carbon sequestration, 2005. 30 Energy. P. 2558-2560.
25. Meller Harel, Y., Elad, Y., Rav David, D., Borenstein, M., Schulcani, R., Lew, B., Graber, E.R. Biochar mediates systemic response of strawberry to foliar fungal pathogens. Plant and Soil, 2012. 357: С. 245-257.
26. Яцина А. (2020) Правда про гумати та їх ефективність. <https://kurkul.com/spetsproekty/814-pravda-pro-gumati-ta-yih-efektivnist>
27. Макеева Н.А. Оценка продукционных процессов овса в условиях внесения гуматов калия и натрия на породный отвал // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.

URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16679> (дата
обращення: 10.11.2020).

28. Кондратенко, Е. П., Сухих, А. С., Вербицкая, Н. В., & Соболева, О. М. Биостимулирующие и физико-химические свойства гумата натрия. Химия растительного сырья, 2016. №3.
29. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. – [Чинний від. 2005-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 10 с.
30. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. К.: Держспоживстандарт України, 2006.
31. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Ч.2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381-2:2002, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2006.
32. ГОСТ 17.5.4.01-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Метод определения рН водной вытяжки вскрышных и вмещающих пород.
33. ДСТУ ISO 11265:2001. Якість ґрунту. Визначання питомої електропровідності. К.: Держспоживстандарт України, 2002.
34. ДСТУ Б В.2.1-16:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин. К.: Держспоживстандарт України, 2009.
35. ДСТУ ISO 14869-1:2005. Якість ґрунту. Розчинення для визначення валового вмісту елемента. Частина 1: Розчинення кислотами. — [Чинний від 2006-07-01]. – К., 2006. – IV, 5 с.
36. ISO 11464:1994 Якість ґрунту. Попередня підготовка зразків для фізико-хімічного аналізу. – [Чинний від 2003-07-01]. – К., 2003. – 25 с.
37. E.C. Ogoko Accumulation of Heavy Metal in Soil and Their Transfer to Leafy Vegetables with Phytoremediation Potential. American Journal of Chemistry 2015, 5(5): 125-131.
38. Наказ Держгірпромнагляду України «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» від 26 березня 2010 р. № 65;

39. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 р. № 7;
40. Система управления охраной труда в угольной промышленности Украины (Типовое положение) [Текст] // К.: Основа, 2002. - С. 280.
41. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – Взамен СНиП II.Д.5-72 и СН 449-72. – Введ. 01.01.1987, - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-52с.
42. ГОСТ 27435-87. Внутрішній шум автотранспортних засобів. Припустимі рівні й методи вимірювань — [Текст]. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с.
43. ГОСТ 12.4.026-76. Система стандартов безопасности труда. Цветасигнальные и знаки безопасности.
44. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

Перелік публікацій за темою кваліфікаційної роботи

Клімкіна І.І., Сорока Т.Ю., Харитонов М.М. Дослідження фітомеліоративних властивостей дикорослих рослин на ділянках рекультивації вугільних відвалів Західного Донбасу // Екологічні науки : науково-практичний журнал. – Київ : ДЕА, 2019. – 1(24). Т.2. – С. 42–46 (Додаток А2).

Сорока Т.Ю., Клімкіна І.І. Біологічна рекультивація вугільних відвалів // Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації». – Том 10 – Екологічні проблеми регіону, 2018. – С. 76-77.

Сорока Т.Ю., Клімкіна І.І. Дослідження стійкості домінантних видів рослинності в умовах відвалів вугільних шахт // Матеріали IX Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна». – Том 10 – Екологічні проблеми регіону, 12-13 квітня 2018 року. – С. 10-32 – 10-33.

Soroka T.Yu., Klimkina I.I. Investigation the stability of dominant vegetation types in conditions of coal dumps // Materials of the IX All-Ukrainian Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists “Scientific Spring”. Vol. 10 “Environmental Issues in the Region”, April 12-13, 2018. P. 32-33.

Tetiana Soroka, Iryna Klimkina, Mykola Kharytonov, Oliver Wiche and Hermann Heilmeier. Phytoremediation potential of native plants growing on reclaimed coal dumps // Proceedings of the International Conference “Applied Biotechnology in Mining”, April 25-27, 2018. – p. 50.

«Молодь: наука та інновації»
 Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної
 конференції студентів, аспірантів і молодих вчених.
 Секція 10 – «Екологічні проблеми регіонів».
 Дніпро, 25 листопада – 27 листопада 2020 року

Дніпро
 2020

Сорока Т.Ю. студентка гр. 101м-19-1

Науковий керівник: Клімкіна І.І., к.б.н., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
 Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЧАРУ ТА ГУМАТУ НАТРІЮ ПРИ ФІТОРЕКУЛЬТИВАЦІЇ ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Існує світова тенденція закриття шахт і переходу на відновлювальні джерела енергії. Внаслідок лишається порушення природних ландшафтів, забруднення всіх складових навколишнього природного середовища та вилучення з господарського обігу значних площ земельних угідь, тому необхідність розробки і впровадження природоохоронних технологій рекультивції породами відвалів дійсно актуальне питання у наш час.

Самостійність і регенеративні здатності залежних шахтних районів повинні розвиватися для належного функціонування екосистем за рахунок рекультивції. Фіторекультивация земель – це комплекс заходів оптимізації антропогенних ландшафтів шляхом створення на них екологічно стійкого рослинного покриття (культурифіценоза). В наш час вона є актуальною частковою заходою щодо охорони природи загалом і зокрема, нейтралізації руйнівних впливів промисловості на навколишній ландшафт, а також має велике соціальне, економічне і екологічне значення [1].

Для підвищення ефективності рекультивції до ґрунтових субстратів застосовуються різні добрива, одним із перспективних з яких є біочар [2]. Це добриво має своєрідну пористість, що забезпечує затримку поживних речовин і вологи в ґрунті, створює транспортний шлях для мікориза (грибниці, що розвивається на корені рослини і поліпшує його врожайність). В середньому, біочар підвищує родючість ґрунтів на 30% відсотків від попереднього рівня [2].

Гумат натрію активує діяльність мікроорганізмів, прискорює і регулює обмін речовин в тканинах рослини. Підвищує стійкість до хвороб і впливу несприятливих чинників. Стимулює збільшення приросту пагонів, підвищує стійкість рослини до стресових факторів вегетаційного періоду в посушливі, вологі і холодні роки.

Метою даної роботи було визначення перспектив використання біочару та гумату натрію в якості добрив для насипного шару чорнозему при рекультивції вугільних відвалів Західного Донбасу.

Дослідження проводили на ділянках рекультивції Павлоградської експериментальної станції для відновлення порушених земель в Західному Донбасі. Основа ділянок була сформована товстим шаром гірської породи (8-10 м), поверх якої були насипані ґрунтової субстрати різної потужності. У наших дослідженнях вивчалися фізико-хімічні властивості ґрунту з ділянок рекультивції з насипаним на породи чорнозему потужністю 30 см.

Вплив біочару та гумату натрію на ріст фітоіндикаторів визначали за допомогою ростового тесту в чашках Петрі. Всього було 7 варіантів досліду по 5 повторюваностей кожного: 1) Очищена водопровідна вода (контроль 1); 2) Промитий і висушений пісок (контроль 2); 3) Насипний шар чорнозему (НШЧ, 30 см) з рекультивованого вугільного відвалу; 4) НШЧ з рекультивованого вугільного відвалу з додаванням 1% гумату натрію; 5) НШЧ з рекультивованого вугільного відвалу з додаванням 3% гумату натрію; 6) НШЧ з рекультивованого вугільного відвалу з додаванням 1% біочару; 7) НШЧ з рекультивованого вугільного відвалу з додаванням 3% біочару.

В чашку Петрі поклали аркуш фільтрувального паперу, на який насипали висушений та подрібнений ґрунт і рівномірно розподілили по смістці. Додали очищеної водопровідної

Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ»

10-47

води у такий спосіб, щоб досягти зволоження ґрунту на 95%. Для пророщування використовували насіння пшениці звичайної *Triticum aestivum*. Контрольними варіантами слугували очищена водопровідна вода та промитий і висушений пісок. Перед висаджуванням у чашки Петрі пшениця була замочена у невеликій кількості води на 1 добу. Загалом експеримент тривав 5 днів.

Вимірювали довжину кореневої та стеблової системи. Результати обробляли статистично.

Отримані результати (рис. 1) свідчать про те, що на насипному шарі чорнозему, як субстраті з ділянок рекультивції, без застосування будь-яких добавок спостерігається пригнічення показників росту рослин у порівнянні з контролем 2. Це може бути обумовлено токсичним впливом мікроелементів, що знаходяться у даному субстраті. Додавання гумату натрію в концентрації 1% не впливає позитивним чином на збільшення біопродуктивності. Більше того, гумат натрію в концентрації 3% пригнічує показники росту коренів на майже 19% у порівнянні з контролем 1 ($p < 0,05$). Застосування біочару в значній мірі сприяє підвищенню ростових показників фітоіндикаторів у порівнянні як з першим, так і другим контролем. Так, довжина стебелі перевищує аналогічні показники у контролі 2 (пісок) на 20,5% ($p < 0,05$), а довжина коренів – на 33% ($p < 0,05$). З огляду на те, що в нашому експерименті додавання біочару у концентраціях 1% і 3% не викликало достовірних відмінностей в біопродуктивності, то з огляду на вартість даної добавки ми рекомендуємо застосовувати біочар у концентрації 1%.

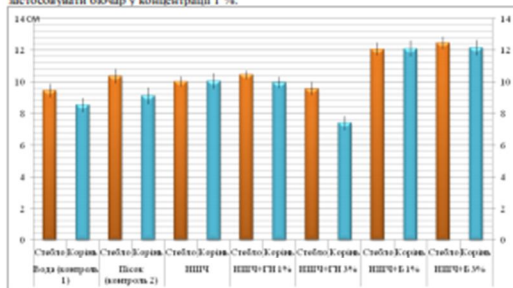
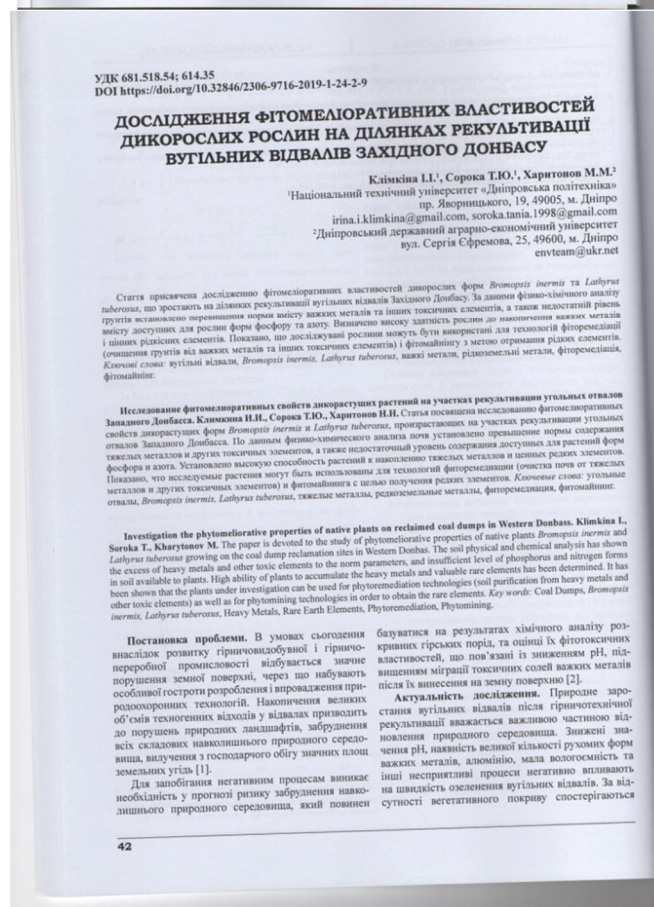
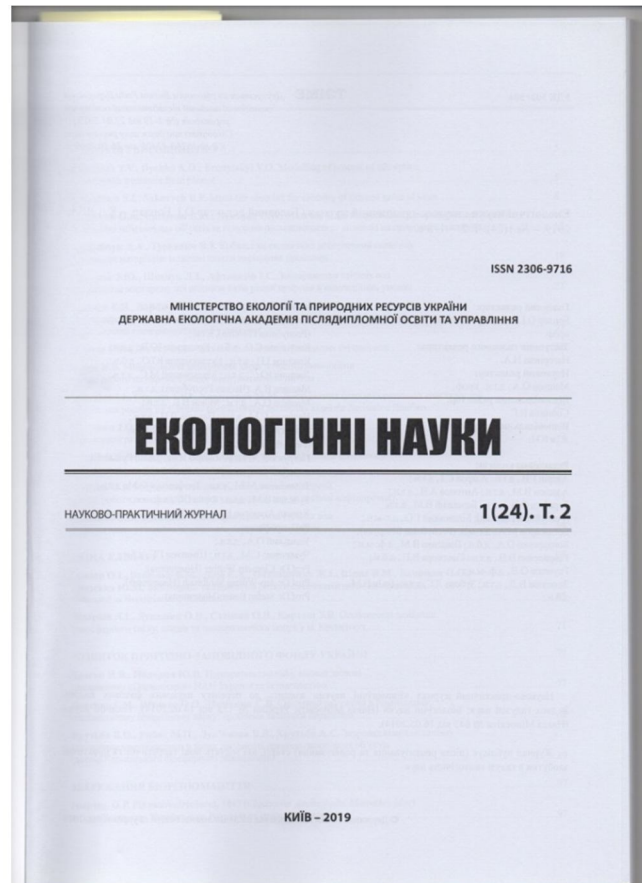


Рис. 1 – Результати ростових показників стеблової та кореневої системи фітоіндикатора

Таким чином, для підвищення біопродуктивності на ділянках рекультивції вугільних відвалів з насипаним шаром чорнозему у якості ґрунтового субстрату рекомендується застосування біочару у концентрації 1%.

Перелік посилань:

- Савосько В. М. Меліорація та фіторекультивация земель навчальний посібник / В. М. Савосько. – Кривий Ріг : Видавництво «Діоніс», 2011. – 288 с.
- Kookana R.S., Samah A.K., Zwieten L.V., Krull E., Sin B. Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences / Advances in Agronomy. – Volume 112. – 2011. – P. 103-143.



активні процеси фізичного і хімічного вивітрювання, за якого порода руйнується, перетворюється в ґрунт і стає одним з основних джерел забруднення атмосфери, ґрунту, поверхневих і ґрунтових підземних вод [1-4].

Вибір методів для відновлення техногенних територій, особливо в гірничодобувній і промисловій областях, визначається її кліматичними умовами, типом, рівнем і формою забруднення, особливостями ландшафту і технологами, що використовуються для отримання кінцевого продукту гірничо-багачувального комплексу.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. В останні роки методи фітореMediaції, які забезпечують фітоекстракцію (або фітомайнінг) – виділення металів шляхом їх накопичення в рослинних органах, – отримали широке визнання [3-8]. Цей метод більш вигідний порівняно з іншими методами очищення забруднених територій: він незорогий, і є можливість отримати додаткову продукцію. Сьогодні фітомайнінг визначається як використання зелених рослин для комерційного вилучення цінних металів із ґрунту з їх високою концентрацією.

Фітомайнінг розглядається як технологія фітоекстракції, яка дає змогу витягувати економічно цінні метали із субстрату (зокрема, з відвалів гірничодобувної промисловості). При цьому ключова роль у фітоекстракції і фітомайнінгу належить рослинам – гіпераккумуляторам металів. Такі рослини повинні поглинати метали із субстрату, утворювати їх у тканинах коренів, а потім транспортувати їх у надземну частину. Здатність утворювати велику кількість надземної біомаси протягом одного вегетаційного періоду, простота збору врожаю, здатність рости і розвиватися в несприятливих умовах також є важливими особливостями рослин – гіпераккумуляторів металів, які, перш за все, визначаються специфічністю субстрату. Розглянутими недоліками фітоекстракції важких металів є порівняно мала глибина використання рослин і повільні темпи вилучення важких металів із субстрату [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розроблено технології фітомайнінгу передують численні дослідження з вивчення закономірностей накопичення металів в органах рослин, що ростуть на забруднених ґрунтах [9]. Дослідження з розроблення екологічних технологій (біологічна рекультивація антропогенних ландшафтів, що утворилися внаслідок діяльності гірничодобувної промисловості) [4] та їх подальше практичне використання (особливо в сільському господарстві) проводиться вже майже півстоліття. Проте в останній роки приділяється велика увага розробленню комерційно життєздатних технологій із використання гіпераккумуляторних видів рослин для накопичення цінних елементів [6-8, 10].

Метою роботи було вивчити стійкість домінуючих видів диких рослин, які зростають на рекультивованих вугільних відвалах Західного Донбасу, до підвищених концентрацій важких металів та інших токсичних елементів, а також перспектив використання цих рослин для технологій фітореMediaції і фітомайнінгу.

Об'єкти та методи досліджень. Вибір зразків для дослідження проводили на базі Павлоградського дослідного стаціонару рекультивації порушених земель ДДІАЕУ у Західному Донбасі, який був заснований у 1976 р. в заплаві річки Самара з метою пошуку заходів відновлення природного потенціалу порушеної території. Схема результативної землі передбачала вивчення ефективності перекриття шахтних відвалів різними за потужністю шарами ґрунтової маси чорнозему з відсутністю та наявністю екрануючого шару лесопродукційного сутлинку (рис. 1).

Треба зазначити, що в усіх варіантах рекультивації шороку (до 1997 р.) на дослідних ділянках вирощували культури польової сінозміни. До минулого року у зв'язку з реформуванням ВО «Павлоградвугілля» ділянки були під природним заростанням. Основа ділянок рекультивації була сформована шаром гірської породи (8-10 см), поверх якої були насипані ґрунтової субстрати різної потужності. У наших дослідженнях вивчалися ділянки рекультивації з нанесенням на породу чорнозему потужністю 30 см (ділянка 2), 50 см (ділянка 3) і 70 см (ділянка 4) (рис. 1).

Для хімічного аналізу були відібрані зразки ґрунтів із глибини 0-20 см, а також зразки рослинного матеріалу домінуючого виду *Bromopsis inermis*. Крім того, досліджували хімічний склад *Lathyrus tuberosus*, що трапляється лише на ділянках із шаром чорнозему більш ніж 50 см. Зразки рослинного матеріалу та ґрунтових субстратів були висушені, оброблені і підготовлені до фізико-хімічного аналізу відповідно зі стандартними методами для спектрофотометричного та ІСР-МС аналізу. Усі аналізи проводили у 5-кратній повторності.

Було проведено комплексний аналіз таких фізико-хімічних показників, як рН, питомої електропровідності ґрунту (ЕС), кількісний вміст поживних речовин для рослин, а саме іонів NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , а також валовий вміст мікроконцентрацій важких металів, інших токсичних елементів і рідких металів.

Проби ґрунтів відбирали згідно з чинними ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 10381-2:2004. Вони були доведені до повітряно-сухого стану, після чого зробили ґрунтово-водні витяжки у співвідношенні 1:10. рН водної витяжки визначали за ГОСТ 17.5.4.01-84, питомої електропровідності – за ДСТУ ISO 11265:2001. Для визначення вмісту органічних речовин у ґрунті використовували метод сухого спалювання за ДСТУ Б В.2.1-16:2009.

Наступним визначали кількісний вміст іонів NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} фотометричним методом відпо-

відно до німецьких стандартів «DIN-Norm». Вміст NO_3^- визначали відповідно до методикою DIN 38405-9. Нітрати через додавання розчину концентрованих сірчаної та фосфорної кислот реагують із 2,6-диметилфенолом з утворенням 4-нітро-2,6-диметилфенолу. Останній надає розчину оранжево-жовте забарвлення, оптичну щільність якого вимірюють за довжини хвилі 338 нм.

Концентрацію іонів NH_4^+ визначали за індифеноловим методом згідно з DIN 38406-5. В основі методу лежить реакція аміаку з фенолом у присутності окислювача гіперхлориту натрію. Продуктом реакції є індифенол, який у лужному середовищі забарлює розчин в синій колір. Оптичну щільність розчину вимірюють за довжини хвилі 625 нм.

Вміст іонів PO_4^{3-} визначали за DIN EN ISO 6878. В основі цього методу лежить здатність фосфат-іонів утворювати з молибдатом амонію фосфомолибденово-гетерополікислоту (ФМГТК) – стійку в кислому середовищі та забарвлену в жовтий колір сполуку. Інтенсивність забарвлення жовтої ФМГТК слабка, тому для визначення фосфору використовували її відновлену форму, інтенсивно забарвлену в синій колір. Оптичну щільність розчину вимірювали за довжини хвилі 880 нм. Під час додавання відновника Mo(V) , що входить до складу ФМГТК, переходить до Mo(VI) з утворенням фосфор-молибденової сині. Вільні Mo(V) і Mo(VI) , що не входить до складу ФМГТК, також утворюють забарвлені в синій колір з'єднання. Щоб уникнути відновлення Mo(V) , що входить до складу молибденово-кислого амонію, процедуру відновлення ФМГТК проводили в м'яких умовах. Як відновник використовували аскорбінову кислоту в присутності антимолибдату калію – $\text{K(SbO)C}_2\text{H}_3\text{O}_6$, який прискорює утворення відновленої форми ФМГТК і сприяє її стійкості. Утворення фосфомолибденової сині комплексу відбувається у слабкокислому середовищі. Головним компонентом, що заважає під час фотометричного визначення фосфору, є Fe(III) , для

усування впливу якого здійснювали його відновлення до Fe(II) .

Валовий і валорозчинний вміст мікроелементів визначали на підставі методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ІСР-МС) на базі лабораторії Інституту біологічних наук Технічного університету «Фрайбурзька гірничо-академія».

Підготовку проб для аналізу валового вмісту елементів здійснювали згідно з ISO 11464:1994 та ДСТУ ISO 14869-1:2005 за розчинення проб ґрунту кислотним плавленням.

Порівняння норми вмісту важких металів у ґрунті визначали за допомогою пакету забруднення [11, 12], а здатність до накопичення хімічних елементів у тканинах рослин – за коефіцієнтом біологічного накопичення [13].

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

Висновок основного матеріалу. Результати дослідження фізико-хімічних показників ґрунтових субстратів із ділянок рекультивації свідчать про коливання показника рН ґрунту від 6,0(±0,58) для ділянки 2 (яка була сформована насипним шаром чорнозему 30 см) до 8,4(±0,17) для ділянки 6 (що сформована насипним шаром чорно-бурої глин), показника питомої електропровідності – від 13 $\mu\text{S/cm}$ для ділянки 4 (яка була сформована насипним шаром чорнозему 70 см) до 104 $\mu\text{S/cm}$ для ділянки 6.

Варто зазначити, що показники питомої електропровідності водних суспензій, наприклад чорноземів типових, становлять у межах від 35 до 103 $\mu\text{S/cm}$, орного шару яло-сірого лісового ґрунту – 24-25 $\mu\text{S/cm}$. Електропровідність пов'язана головним чином із мінеральним складом ґрунту, його вологістю, ємністю катіонного обміну, рівнем солоності, органічних речовин, характеристиками підґрунту, а також із властивостями ґрунту, які впливають на ефективність його екологічних функцій, зокрема родючості.

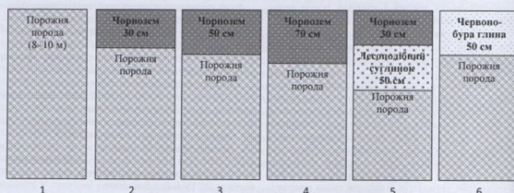


Рис. 1. Варіанти рекультивації відвалів (шахта «Павлоградська», Західний Донбас)

ого віднов-
кроселем-
екстреміт
45) на базі
Технічного
академія»,
вмісту еле-
64:1994 та
роб ґрунту
х металів
су забруд-
ня хімічних
іонтом біо-
слідження
«Мігрософ
тати дослі-
ґрунтових
дцять про-
№0,58 для
им шаром
ки 6 (шо-
гой) нині,
д 13 м/см
ним шаром
і 6.
мої елек-
клад чор-
від 35 до
лісового
пов'язана
м ґрунту,
зу рівнем
истками
інтими
інтуту, як
них функ-

Що стосується забезпеченості ґрунтів елементами мінерального живлення рослин, то різними вважаються ґрунти, якщо в середньому вміст PO_4^{3-} становить 500–1000 мг/кг. Отримані результати вказують на недостатній рівень вмісту доступної для рослин форми фосфору в усіх дослідних точках – він коливається від 6,5±0,83 до 7,7±0,94 мг/кг.
ґрунтового вмісту NH_4^+ та NO_3^- залежать від біологічної активності, отже, можуть коливатися залежно від умов, таких як температура і вологість. Нітрати легко виділяються з ґрунту великою кількістю опадів. Типовими концентраціями катіону NH_4^+ у ґрунті вважаються 0,2–1,0 мг/кг; аніону NO_3^- концентрації, які не перевищують 130 мг/кг. Вміст катіону NH_4^+ у ґрунті дослідних ділянок є в межах від 4,72±0,42 до 6,2±0,36 мг/кг, а вміст аніону NO_3^- – від 18,8±4,91 до 41,3±12,32 мг/кг.

Загалом, результати свідчать про недостатню кількість доступного рослинам форм азоту та фосфору. Накопичення важких металів у ґрунті протягом певного періоду часу може призвести до надмірного поглинання цих елементів рослинами.

Після аналізу вмісту 11 елементів у шарі ґрунту 0–20 см серед них виявили перевищення норми вмісту важких металів у 6 (у порядку убутання) – As > Fe > Co > Zn > Cu > Cr.

Результати дослідження біогеохімічних показників за важкими металами в дикорослих культурах на ділянках рекультивациі. У наших дослідженнях із ділянок рекультивациі були відібрані зразки двох спонтанно-зростаючих видів рослин: *Bromopsis inermis* (росте на всіх ділянках рекультивациі) і *Lathyrus tuberosus* (трапляється тільки на 3-ій ділянці з найбільш товстим шаром чорнозему – 70 см).

Кострель безостий (*Bromopsis inermis*) – багаторічний кореневищний злаковий вид озимого типу розвитку. Це цінний універсальний вид, незамінний на схилах, які піддаються водній та вітровій ерозіям, витримує затоплення. Кормова цінність трави висока, її добре поїдають усі види тварин завдяки високій кількості вегетативних пагонів. Добре росте на різних типах ґрунтів, малопридатний для пашого кислі, засолені та заболочені ґрунти. Швидко витісняє з травостою інші трави. Культура має високу зимо- та холодостійкість, посухостійкість і тінєвитривалість, проте не витримує високого рівня стояння підґрунтових вод.

Чина бульбиста (*Lathyrus tuberosus*) – багаторічна, холодостійка рослина з тонким стеблом, кормова

рослина, багата протеїнами, в потовчених коренях містяться запаси поживних речовин, відома як медоносна і декоративна рослина. Віддає перевагу супіщаним і супіщаним ґрунтам, помірній вологості та нейтральній кислотності ґрунту.

Аналіз вмісту мікроелементів у ґрунтах і рослинних зразках показав, що з 37 елементів у 26 іде перевищення співвідношення коефіцієнта біологічного накопичення у *B. inermis* над *L. tuberosus* у 2–3 рази, Mn (6,9 раз), Cd (7,7 раз) і Ge у 20 разів, в інших 5 елементах (Mg, Cu, Zn, Mo, Rb) *L. tuberosus* накопичує більше, ніж *B. inermis* в 1–2 рази і є більш стійким до дії важких металів та інших токсичних елементів.

340 елементів, що аналізувалися, *B. inermis* проявив більшу здатність накопичувати 32 елементи, тоді як *L. tuberosus* активно накопичував лише 8 елементів. Співвідношення концентрацій як коренів, так і токсичних елементів, включено з важкими металами, а також рідкими металами, накопиченими в тканинах злакових і бобових рослин, представлені в такій послідовності: P > Mg > Cu > S > Zn > Mo > Rh > Re (перевищення в діапазоні від 2,5 до 1 раз); Ge > Si > Mn > Cd > Cr > Co > U > Gd > Tb > Er > Dy > Tm > Sm > Ho > Nd > Yb > Lu > Th > Pr > Ce > Y > Eu > As > Se > Al > V > La > In > Ga > Fe > Ag > Pb (17,6–1,1 раз).

Результати досліджень біогеохімічних показників за рідкими елементами на ділянках рекультивациі поряд шахтних відвалів показали, що більшість рідких елементів не накопичується в тканинах рослин у концентраціях вище, ніж у ґрунтах. Встановлено, акумуляція германію у наземній частині *B. inermis* була у 20 разів більше порівняно з *L. tuberosus*. Волочас чина бульбиста поглинала роїну в 1,04 рази більше, ніж кострель безостий.

Пітовні висновки. Проведений аналіз показав високий меліоративний потенціал досліджуваних видів рослин. На поширення та зріст дикорослих форм активний вплив здійснює киснісний і кількісний склад мінерального живлення рослин.
Перспективним використанням результатів дослідження базуються на можливості застосування дикорослих видів *Bromopsis inermis* та *Lathyrus tuberosus*, які зростають на дослідних ділянках рекультивациі вугільних відвалів, для технологій фітореMediaції (очищення ґрунтів від важких металів та інших токсичних елементів) і фітомойнігу з метою отримання рідких елементів.



6

Література

1. Kharytonov M.M. and Kreok A.A. Environmental Security of Solid Wastes in the Western Donbas Coal Mining Region, Ukraine. *Environmental Security and Ecoterrorism. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*, H. Alpasat et al. (eds), 2011. P. 129–138.
2. Klimkina I., Kharytonov M., Zhakov O. Trend Analysis of Water-Soluble Salts Leaching Along Surfaces of Reclaimed Mine Dumps in Western Donbas (Ukraine). *Environmental Research, Engineering and Management*, 2018. Vol. 74. No 2. P. 82–92.
3. Sheoran V., Sheoran A.S. and Poonia P. Soil Reclamation of Abandoned Mine Land by Revegetation: A Review. *International Journal of Soil, Sediment and Water*, 2010. Vol. 3. Iss. 2. Art. 13. ISSN: 1940-3259.
4. Баранов В.І., Киши І.М., Байдя І.А., Ванчук С.П., Гавришак М.С. Очерет звичайний – фітореMediaційні важких металів у дренажних канавах порідних відвалів вугільних шахт. *Біологічний Світ / Studia Biologica*, 2012. Т. 6. №1. С. 93–100. DOI: <https://doi.org/10.30970/sb.0601.188>.
5. Ogoko E.C. Accumulation of Heavy Metal in Soil and Their Transfer to Leafy Vegetables with Phytoremediation Potential. *American Journal of Chemistry*, 2015. No 5(5). P. 125–131.
6. Timofeeva S.S., Ulrikh D.V., Timofeev S.S. Phytomining Perspectives in Rehabilitation of Mining and Industrial Areas of South Ural. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017. DOI: 10.1088/1755-1315/66/1/012030.
7. Wiche O., Heilmeyer H. Germanium (Ge) and rare earth element (REE) accumulation in selected energy crops cultivated on two different soils. *Minerals Engineering*, 2016. No 92. P. 208–215.
8. Wiche O., Szekely B., Kummer N.-A., Moschner C. and Heilmeyer H. Effects of intercropping of oat (*Avena sativa* L.) with white lupin (*Lupinus albus* L.) on the mobility of target elements for phytoremediation and phytomining in soil solution. *International Journal of Phytoremediation*, 2016. DOI: 10.1080/15226514.2016.1156655.
9. Conesa H.M., Evangelou M.W.H., Robinson B.H. and Schulin R. A Critical View of Current State of Phytotechnologies to Remediate Soils: Still a Promising Tool? *The Scientific World Journal*, 2012. Vol. 84. Article ID 173829, 10 pages. DOI:10.1100/2012/173829.
10. Lato A., Radalov I., Berbeca A., Lato K., Crista F. The transfer factor of metals in soil-plant system. *Research Journal of Agricultural Science*, 2012. No 44 (3). P. 67–72.
11. Doležalová Weissmannová H., Pavlovský J. and Chovanec P. Heavy metal Contaminations of Urban soils in Ostrava, Czech Republic: Assessment of Metal Pollution and using Principal Component Analysis. *Int. J. Environ. Res.* 2015. 9(2):683-696. ISSN: 1735-6865.
12. Lu S.G. and Bai S.Q. Contamination and potential mobility assessment of heavy metals in urban soils of Hangzhou, China: relationship with different land uses. *Environmental Earth Science*, 2010. No 60. P.1481–1490.
13. Гогановська В.О., Демура В.І. РеMediaція та накопичення важких металів в ґрунті-рослинному покриві в умовах техногенного відвалу. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: «Геологія. Географія»*, 2014. Вип. № 15. ISSN: 2313-2159.

ВІДГУК КЕРІВНИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на дипломну роботу магістра гр. 101м-19-1 Сороки Т.Ю.
на тему «**Дослідження меліоративних властивостей рослин в умовах**
вугільних відвалів Західного Донбасу»

Дипломна робота Сороки Т.Ю. присвячена вирішенню актуальної проблеми, яка стосується підвищення ефективності проведення рекультивації породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу.

В роботі визначено, що самовільне заростання вугільних відвалів після гірничотехнічної рекультивації вважається важливою частиною відновлення природного середовища, тому магістрант вивчала біогеохімічні показники накопичення мікроелементів у надземній частині дикорослих рослин. Крім того, в роботі наведені результати дослідження фізико-хімічні властивості ґрунтових субстратів з ділянок рекультивації вугільних відвалів. Додатково Сорока Т.Ю. досліджувала ефект впливу різних концентрацій добрив (гумату натрію і біочару) на ростові показники індикаторних рослин в умовах лабораторного експерименту.

Сорока Т.Ю. самостійно проводила експериментальні дослідження на базі лабораторії кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища. Освоїла методи відбору проб та їхньої підготовки для проведення фізико-хімічних аналізів у лабораторії.

Новизна, оригінальність й практична цінність даної роботи полягає в обґрунтуванні технології з підвищення ефективності біологічної рекультивації на підставі застосування насіння дикорослих рослин та біочару як добрива, що стимулює збільшення фітомаси на ділянках рекультивації.

В цілому, дипломна робота Сороки Т.Ю. оформлена згідно діючих стандартів, відповідає спеціальності напряму підготовки 101 «Екологія» і заслуговує на оцінку «відмінно».

Керівник дипломної роботи,
доц. кафедри екології НГУ,
к.б.н.

І.І. Клімкіна

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу магістра гр. 101м-19-1 Сороки Т.Ю.
на тему «Дослідження меліоративних властивостей рослин
в умовах вугільних відвалів Західного Донбасу»

Дипломна робота виконана відповідно до завдання, відповідає темі дослідження, містить 86 сторінок пояснювальної записки, 16 рисунків, 8 таблиць, 5 додатків і 44 літературних джерела.

В роботі досліджена можливість використання дикорослих (нативних) й індикаторних фітокультур для біологічної рекультивації вугільних відвалів у Західному Донбасі.

Наведені результати власних досліджень фізико-хімічного аналізу ґрунтових субстратів з ділянок рекультивації ш. Павлоградська, а саме показники рН ґрунту з дослідних ділянок, значення питомої електропровідності, концентрації необхідних для зростання рослин поживних речовин (нітратів, амонію та фосфатів), валові концентрації мікроелементів у ґрунтах та тканинах рослин, а також результати ростового тесту з використанням насіння пшениці та гумату натрію та біочару у якості добрив.

Отримані результати свідчать про перевищення норми вмісту шести з одинадцяти важких металів у ґрунтах 0-20 см на основі індексу забруднення (в порядку убудання) – $As > Fe > Co > Zn > Cu > Cr$, що може нести небезпеку навколишньому середовищу. Серед дикорослих рослин встановлена більша стійкість до впливу важких металів у *Bromopsis inermis* у порівнянні з *Lathyrus tuberosus*. Крім того, визначена можливість застосування досліджуваних дикорослих рослин у фітотехнологіях видобутку корисних мікроелементів. При дослідженні впливу добрив біочару та гумату натрію на ростові показники рослин-індикаторів було встановлено, що в середньому, біочар підвищує родючість ґрунтів на 20-30% відсотків від попереднього рівня. Додавання ж гумату натрію в концентрації 1% не впливає позитивним чином на збільшення біопродуктивності. Більше того, гумат натрію в концентрації 3% пригнічує показники росту коренів на майже 19% у порівнянні з контролем 1 ($p < 0,05$).

В роботі проведений розрахунок технологічної технології, проаналізовано основні правила безпеки та охорони праці при виконанні біологічного етапу рекультивації.

В цілому, магістрант показала високий рівень знань, вміння користуватися літературою і оформляти результати. Дипломна робота виконана відповідно до завдання, відповідає темі дослідження.

Вважаю, що робота Сороки Т.Ю. виконана на необхідному технічному і методичному рівні, має практичну цінність і заслуговує оцінки «відмінно».

Рецензент:

Керівник центру природного виробництва
Дніпропетровського державного
аграрно-економічного університету,
професор, доктор с.-г. наук

Харитонов М.М.

Підпис Харитонова М.М. засвідчую:
Начальник відділу кадрів ДДАЕУ

Логожа Т.М.

ДОВІДКА
про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра
на присутність запозичень (плагіату)

Авторка роботи	Сорока Тетяна Юріївна
ЗВО	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Інститут, факультет, кафедра, група	Інститут природокористування, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, 101м-19-1
Тема кваліфікаційної роботи	Дослідження меліоративних властивостей рослин в умовах вугільних відвалів Західного Донбасу
Результати перевірки	
Запозичення (плагіат), %	15,6
Оригінальність, %	84,4
Модуль пошуку	AntiPlagiarism.NET

Роботу перевірів:
професор кафедри
екології та технологій захисту
навколишнього середовища

І.І. Клімкіна

