

УДК 631.453:631.45.(477.6)

О.О. Шевцова, Н.Л. Хименко

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН НА ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДОНБАСУ ТА ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ НА НИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

В статті розглянуто стан вивченості проблеми забруднення ґрунту важкими металами в районі діяльності вугледобувних підприємств на основі аналізу науково-дослідницьких робіт та патентної документації. Наведені результати експериментальних досліджень вмісту важких металів у породних відвалах Донецько-Макіївського вугільного району. Вивчено вплив забруднення ґрунту важкими металами на деякі фізіологічні та біохімічні процеси в сільськогосподарських рослинах.

Ключові слова: важкі метали, породні відвали, ґрунти, рекультивация, клас токсичності.

Вступ

Постановка проблеми. Видобуток вугілля та подальша переробка його є одним з найбільш потужних видів техногенезу. Вплив гірничодобувної промисловості на природне середовище постійно збільшується, охоплює все більше земель території України та супроводжується многостороннім впливом на оточуюче середовище (Демура В.І., Готвянська В.О., 2013). Площі майже повного знищення природних ландшафтів, що зайняті шахтами, кар'єрами, відвалами порід зумовив істотне забруднення екосистем важкими металами. Особливо сильно при розробці родовищ занепадає ґрунтовий покрив (Алексеєнко, 2000). Шляхи і джерела попадання забруднень у ґрунт різні.

Суттєвий вплив на навколишнє середовище завдається не лише безпосередньо в процесі видобутку вугілля, але й протягом багатьох років після його завершення. Джерелом забруднення об'єктів довкілля є відвали шахт, які займають значні площі родючих земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато авторів вважають, що відвали є одним з джерел забруднення ґрунтів, повітряного басейну, ґрунтових та поверхневих вод.

Забруднюючі речовини можуть потрапляти у ґрунт як з пиловими часточками, так і з деяких елементів. Розповсюдження токсичних елементів разом з часточками пилу можливе при проведенні буровибухових робіт. Автори, які досліджували ґрунтовий покрив біля відвалів, зробили висновок, що у безпосередній близькості (до 500 м) від джерела забруднення найбільш інтенсивно відбувається зниження ґрунтової родючості. З віддаленням від відвалу кількість забруднення зменшується, а на відстані 30-40 км за напрямком рози вітрів повністю зникає. (Алексеєнко, 2000; Горбунов, 1974; Евграшкіна, 2003). Як правило, важкі метали концентруються у 15-ти сантиметровому поверхневому шарі ґрунту (Евграшкіна, 2003). У ґрунті вони присутні у вигляді

ді обмінних іонів, що входять у склад гумусових речовин, карбонатів, оксидів алюмінію, заліза, марганцю, хрому, олова, кобальту кремнію та ін. Накопичення їх у ґрунті пригнічує розвиток рослинності, що несприятливо позначаються на життєдіяльності мікроорганізмів і тварин. (Евграшкіна, 2003; Горбунов, 1974). Інтенсивність накопичення важких металів залежить від властивостей ґрунтів, таких як вміст органічних речовин, реакції середовища (рН), здатності поглинання, склад та концентрація водорозчинних речовин, механічний складу тощо. За хімічним складом породи змінюються, в основному, від кислого до слабо лужного, інколи майже до нейтрального середовища. Підвищена кислотність ґрунтів сприяє більш високому розчиненню токсичних речовин, таким чином, більшому їх поглинанню. Ґрунти з високим вмістом гумусу більше сприятливі до забруднень (Перельман, 1977). Агрохімічні показники складу порід представлені в основному натрій сульфатами, кальцій гідрокарбонатами, натрій хлоридами. Перевага іонів кальцію у більшості випадків знижує токсичність солей на фоні високої загальної засоленості породи. (Ю.Г. Гариленко, 2004) Але різні елементи поведуться неоднаково. Наприклад, цинк проникає глибше у ґрунт, ніж кадмій і ртуть (Смирний, 2006).

Більш міцно фіксуються у ґрунті важкі метали на ґрунтах з важким механічним складом породи (суглинки, глини). Ґрунт міцно зв'язує їх і, таким чином, захищає від забруднення ґрунтового та питної води, рослинну продукцію. Але самий ґрунт у цьому випадку стає поступово все більш забрудненим. Ґрунти з легким механічним складом більш стійкі до забруднень. Це пов'язано з тим, що вони слабо зв'язують важкі метали, легко віддають їх рослинам або пропускають через себе з фільтруючими водами. На таких ґрунтах велика небезпека забруднення рослин та ґрунтових вод (Перельман, 1977).

При фоновому вмісті важкі метали називаються мікроелементами. До мікроелементів відносяться магній, цинк, кобальт, молібден та ін. Баланс мікро-

елементів дуже важливий для функціонування ґрунту як цілісної системи. Мікроелементи необхідні для здійснення багатьох найважливіших біохімічних процесів. Недостатня кількість елементів уповільнює деякі внутрішні процеси, а іноді навіть зупиняє їх. Надлишок мікроелементів також негативно позначається на властивостях ґрунтів та рослинності, яка там присутня. (Евграфішкіна, 2003).

Багато дослідників відзначають важливе значення органічної речовини, особливо гумінових кислот у ефективності засвоєння рослинами мінеральних речовин, мікроелементів, а також запобігають надмірному накопиченню нітратів у рослинах. Гумінові кислоти зв'язують продукти техногенного забруднення (сполуки ртуті, свинцю) та перешкоджають їх надходженню з ґрунту у рослини. До групи ґрунтових біофілів – хімічних елементів і речовин, які здатні акумулюватися у живих організмах у набагато більших кількостях, ніж в оточуючому середовищі, відносять кобальт, мідь, цинк, нікель. Вони мають властивість накопичуватися у гумусовій оболонці. З підвищенням вмісту органічної речовини збільшується і кількість елементів в гумусовому шарі ґрунту. (Алексєенко, 2000; Горбунов, 1974). Важливу роль у накопиченні мікроелементів відіграє кислотність ґрунтів. Відомо, що на кислих малогумусових ґрунтах вміст кобальту, зв'язаного з органічною речовиною, незначний і складає 0,5 – 1,3 мг/кг або 12 – 18 % від загального запасу у ґрунті. (Горбунов, 1974).

Формування мети статті. Невід'ємною частиною природних та антропогенних ландшафтів і найважливішою частиною біогеохімічного кругообігу речовин є рослини. Аналіз літературних даних показав, що хімічний склад рослин вивчений досить добре. Встановлено здатність рослин поглинати з навколишнього середовища у більших або менших кількостях практично всі відомі хімічні елементи, зокрема важкі метали [1, 4]. Тому, після припинення процесу окислення піриту та пов'язаного з ним викиду газоподібних речовин, проявлення радіоактивності та міграції важких металів внаслідок водної та повітряної ерозії, можливе масове знешкодження існуючих териконів шляхом біологічної рекультиваци травмами та деревними рослинами. Тому задача оцінки придатності ґрунту вугільних шахт для озеленення є дуже актуальною.

Виклад основного матеріалу

З цією метою нами було проведено атомно-адсорбційний спектрофотометричний аналіз зразків ґрунтових порід з відвалу шахтоуправління № 5 – Східне. Для аналізів ми використовували прилад Сатурн-3. Породний відвал відноситься до Донецько-Макіївського вугільного району зі складуванням гірської породи середнього відділу карбону. До токсикантів, які входять до складу зразків породного ґрунту, відносяться і важкі метали. (Алексєенко, 2000; Смирный, 2006). За методикою, запропонова-

ною М.Ф. Смирновим (Евграфішкіна, 2003) визначали клас токсичності важких металів, які входять до складу відвалу.

Визначення токсичності за ГДК (гранично допустима кількість) проводилося з урахуванням довідникових значень. Спочатку розраховували індекс токсичності (K_i) за формулою:

$$K_i = \text{ГДК}_i(S + C_b)_i,$$

де ГДК_i – ГДК токсиканту, який знаходиться у відвалах, у ґрунті; S – коефіцієнт, який показує розчинність токсиканта у воді; C_b – вміст токсиканта у загальній масі відходів; i – порядковий номер токсиканта.

Після розрахунку K_i для 1-3-х ведучих компонентів, які мають мінімальні значення $K_1 < K_2 < K_3$ при дотриманні умов $K_1 > K_3$, визначали сумарний індекс токсичності. За допомогою таблиць 1 і 2 визначали клас токсичності. Критерієм оцінки класу токсичності є ГДК (розрахована величина). Результати розрахунків представлено в табл. 2 для слабо метаморфічної породи – породи, яка зазнала змін.

Таблиця 1
Визначення класу небезпеки речовин на основі ГДК у ґрунті

Розрахункова величина ГДК для ґрунту	Клас токсичності	Ступінь небезпеки
Менше 2	I	найнебезпечніші
Від 2 до 16	II	сильно небезпечні
Від 16 до 30	III	середньо небезпечні
Більше 30	IV	мало небезпечні

Як видно з табл. 2 за класом небезпеки вміст свинцю відноситься до I класу токсичності – надзвичайно небезпечному ступеню; цинк та мідь – до II класу токсичності – класу сильного ступеня небезпеки.

При підборі видів рослин в технологічні структури для фіторекультиваци породних відвалів вугільних шахт необхідно заздалегідь мати інформацію про стійкість видів рослин до адаптивного середовища. Розроблена оцінка стійкості рослин до несприятливих факторів середовища за періодичністю росту рослин. Розрахунки та виміри проводилися для десяти видів рослин, які ростуть на породних відвалах вугільних шахт м. Донецька (відвали шахт № 11 та № 21). Потім їх порівнювали з аналогічними видами, які ростуть у захисній зоні за містом подалі від автомобільних доріг (табл. 3).

Для дослідження на териконах відбирали наступні види деревинних порід рослин: абрикос звичайний (*Armeniacovulgaris* Lam.), береза поникла (*Betulapendula* Roth), в'яз граблистий (*Ulmuscarpinifolia* Rupp. ex. Suckow), клен ясенелистий (*Acernegundo* L.), горіх грецький (*Juglansregia* L.), робінія ложноакація (*Robiniapseudoacacia* L.), тополь чорний (*Populusnigra* L.), тут білий (*Morus alba* L.).

Таблиця 2

Характеристика вихідних даних, індексу і класу токсичності важких металів (свинцю, міді та цинку)

Важкий метал	ГДК, мг/кг	Коефіцієнт розчинності	Вміст в породі, мг/кг	Індекс токсичності / клас токсичності
Pb	32	1,65	35,25	0,9/I
Cu	100	2,2	34,48	2,7/II
Zn	55	2,1	6,25	6,6/II

Таблиця 3

Градація балів при оцінці стійкості рослин до несприятливого середовища

Категорії	Бали
Кількість междоузліїв співпадає, довжина стебла незначно менше (більше)	5
Кількість междоузліїв співпадає, довжина стебла менше за 10 см	4
Кількість междоузліїв співпадає, але періодичність порушена. Тільки в одному междоузлії різниця довжина стебла 20 – 30 см.	3
Кількість междоузліїв менше на одно, періодичність порушена в одному або двох междоузліях, різниця довжини стебла більше 30 см	2
Кількість междоузліїв не співпадає більше ніж на одно, періодичність порушена в одному або двох междоузліях, різниця довжини стебла більше 40 см	1

Висновки

Нами встановлено, що найбільш стійкими видами для фіторекультиваци є: клен ясенелистий та робінія ложноакація. Слабкою стійкістю до несприятливих умов екотопу мають береза поникла, тут білий, горіх грецький, тополь чорний та абрикос звичайний. За висновком В.І. Бакланова реакція рослин в умовах забруднення в переважній більшості випадків двозначна. В першій фазі спостерігається посилення активності функціональних пристосувальних реакцій. Для другої типовой пригнічення метаболічних процесів, причому порогові. Величина діючого фактору залежить від видової та індивідуальної стійкості рослин. Співвідношення цих двох фаз в екстремальних умовах визначає стійкість рослин. У більш стійких видів перша фаза носить більш тривалий та стабільний характер, тоді як у нестійких вона менш виражена, що наочно простежується у розрахунках модифікованого нами методу. Розпочаті лабораторні та

польові іспити досліджуваних зразків ґрунтів для подальшого вирощування відповідних рослин.

Список літератури

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 626 с.
2. Горбунов Н.И. Минеральная и коллоидная химия почв / Н.И. Горбунов. – М.: Наука, 1974 – 316 с.
3. Евграшкіна Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий / Г.П. Евграшкіна. – Днепропетровск: Монолит, 2003 – 200 с.
4. Перельман А.И. Биосферные системы земли / А.И. Перельман. – М.: Наука, 1977. – 160 с.
5. Смирный Н.Ф. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса / Н.Ф. Смирный, Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов. – Луганськ, 2006. – 232 с.

Надійшла до редколегії 7.03.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Кожедуба, Харків.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА И ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ НА НИХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

О.А. Шевцова, Н.Л. Хименко

В статье рассмотрено состояние изучения проблемы загрязнения почвы тяжелыми металлами в районе деятельности угледобывающих предприятий на основе анализа научно-исследовательских работ и патентной документации. Приведены результаты экспериментальных исследований содержания тяжелых металлов в породных отвалах Донецко-Макеевского угольного района. Изучено влияние загрязнения почвы тяжелыми металлами на некоторые физиологические и биохимические процессы в сельскохозяйственных растениях.

Ключевые слова: тяжелые металлы, породные отвалы, почвы, рекультивация, класс токсичности.

RESEARCH OF POSSIBILITY OF GROWING OF PLANTS ON THE DUMPS OF COAL MINES OF DONBAS AND ESTIMATION OF ACCUMULATION ON THEM OF HEAVY METALS

O.O. Shevcova, N.L. Khimenko

In the article, consisting of study of problem of contamination of soil heavy metals is considered of district of activity of coal is extractive enterprises on the basis of analysis of research works and patent document. The results of experimental researches of maintenance of heavy metals are resulted in the pedigree dumps of the Doneck-Makeevka coal district. Influence of contamination of soil heavy metals is studied on some physiology and biochemical processes in agricultural plants.

Keywords: heavy metals, pedigree dumps, soils, recultivation, class of toxicity.