

UDK 631.453:631.45.(477.6)

M. I. Chayka,

O. O. Shevtsova

*Kharkiv national agrarian university named after V.V. Dokuchayev***STUDY OF HEAVY METALS IN ROCK DUMPS OF THE DONBASS COAL MINES AND EVALUATION OF THEIR FITNESS FOR GROWING PLANTS**

Abstract. *The article considers the state of knowledge on the problem of soil pollution by heavy metals in the area of coal mines operation on the basis of the analysis of research papers and patent documents. General decontamination of existing heaps (termination of mustard gas oxidation and related emissions of gaseous substances, the manifestations of radioactivity and heavy metal migration due to water and wind erosion) are possible by biological reclamation of herbaceous and woody plants. Therefore, the task of assessing the suitability of the breeding ground coal mines for landscaping is very important. To this end, we performed a spectral analysis of soil samples of rocks from the blade w/ number 5 West. Waste dump refers to the Donetsk-Makeevska coal areas with storage of rock medium of carbon. Toxicants, which are the part of the soil sample pedigree includes heavy metals. The classic definition of toxic heavy metals (Cu, Zn, Pb), a part of the blade, was carried out by the method proposed by M.F. Smirnov. The toxicity according to MPC was conducted on the basis of reference values. Initially used for calculating the toxicity index (K_i) by the formula: $K_i = PDK_i / (S + C_b) \cdot i$, where $i = PDK_i$ - MPC toxicant, which is in the soil waste; S - factor that shows toxicant solubility in water; C_b - content of fluorine in the total weight of the waste; i – ordinal toxicant number. After calculating K_i for 1-3 lead components that have minimum values $K_1 < K_2 < K_3$, subjected to the condition $2K > K_3$, was determined the total index toxicity. The analysis of pea seeds state according to Wellington provides insight character damage under the influence of pollution. These seeds were considered abnormal if one or more of the major structures (root, shoot apex, cotyledons, ginokomy, epikotel) failed to develop properly because of the prior fetus damage. The results showed that the embryo pea seeds damage grown in contaminated soils, is connected with the fact that cadmium, copper, lead, are the result of the primary root underdevelopment and secondary roots or to their underdevelopment, epikotel or epikotel without apical bud, and cadmium also leads to the decay of cotyledons and the attachment point to the axis of the seed cotyledon.*

Keywords: *heavy metals, waste dumps, soils, reclamation, toxic substance.*

УДК 631.453:631.45.(477.6)

М. І. Чайка,**О. О. Шевцова***Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва***ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ПОРОДНИХ
ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДОНБАСУ І ОЦІНКА ЇХ
ПРИДАТНОСТІ ДЛЯ ПРОРОСТАННЯ РОСЛИН**

Розглянуто стан дослідження проблеми забруднення ґрунту важкими металами в районі діяльності вугледобувних підприємств на основі аналізу науково-дослідницьких робіт та патентної документації. Наведено результати експериментальних досліджень умісту важких металів у породних відвалах Донецько-Макіївського вугільного району. Вивчено вплив забруднення ґрунту важкими металами на деякі фізіологічні та біохімічні процеси в сільськогосподарських рослинах на прикладі гороху.

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

УДК 631.453:631.45.(477.6)

Н. І. Чайка,**О. А. Шевцова***Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева***ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА И ОЦЕНКА
ИХ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ**

Рассмотрено состояние изученности 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 воздействие загрязнения почвы тяжелыми металлами на некоторые физиологические и биохимические процессы сельскохозяйственных растений на примере гороха.

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

Добыча угля сопровождается многосторонним воздействием на окружающую среду. Более интенсивному влиянию при разработке месторождений угля подвергается почвенный покров (Алексеев В.А., 2000;

Горбунов Н.И., 1974). Нарушенные и загрязненные почвы занимают значительные территории. При открытой добыче происходит нарушение почвенного слоя горными выработками, промышленными площадками, внешними отвалами, транспортными, энергетическими и другими коммуникациями. Велика вероятность химического загрязнения поверхностного слоя отвалов вскрышных пород и почв прилегающих территорий (Горбунов Н.И., 1974). Пути и источники попадания загрязнений в почву различны. По мнению многих авторов, отвалы являются одним из источников загрязнения почв, воздушного бассейна, грунтовых и поверхностных вод. Загрязняющие вещества могут проникать в почву как с пылевыми частицами, сдуваемых с посредством геохимической миграции поверхности отвалов, так и некоторых элементов. Перенос токсичных элементов вместе с частицами пыли возможен при ведении буровзрывных работ. Результаты исследований многих авторов позволяют сделать общие выводы о том, что загрязнение почв тяжелыми металлами и снижение почвенного плодородия наиболее интенсивно происходит в непосредственной близости (чаще всего до 500 м) от источника загрязнения и заметно ослабевает по мере удаления от него, а на расстоянии 30 - 40 км по направлению розы ветров почти полностью исчезает (Алексеенко В. А., 2000; Горбунов Н. И., 1974). Как правило, тяжелые металлы концентрируются в приповерхностном слое почвы (0-15 см) (Евграшкина Г. П., 2003). В почве они присутствуют в форме обменных ионов, входят в состав гумусовых веществ, карбонатов, оксидов алюминия, железа, марганца. Накопление их в почве подавляет развитие растительности, неблагоприятно сказывается на животных, микроорганизмах (Горбунов Н.И., 1974; Смирный Н. Ф., 2006). Интенсивность накопления зависит от свойств почв, таких как содержание органического вещества, реакция среды, поглотительная способность, механический состав. Повышенная кислотность почв способствует более высокому их растворению, поглощению и большей токсичности. Почвы с высоким содержанием гумуса в большей степени восприимчивы к загрязнениям (Перельман А. И., 1977; Евграшкина Г. П., 2003). На прочности фиксации тяжелых металлов в почве положительно сказываются утяжеление механического состава, увеличение содержания гумуса, нейтральная или близкая к нейтральной реакция почвенного раствора. Однако разные элементы ведут себя неодинаково, например, цинк проникает глубже, чем кадмий и ртуть (Алексеенко В.А., 2000). Более интенсивно накопление тяжелых металлов происходит в почвах с тяжелым механическим составом (суглинки, глины). Почва прочно связывает их, что в свою очередь предохраняет от загрязнения грунтовые и питьевые воды, растительную продукцию. Сама почва в этом случае постепенно становится все более загрязненной. Почвы легкого механического состава более устойчивы к загрязнениям. Они слабо связывают тяжелые металлы, легко отдают их растениям или пропускают через себя с фильтрующимися водами. На таких почвах возрастает опасность загрязнения растений и грунтовых вод (Перельман А. И.).

При фоновом содержании тяжелые металлы именуется микроэлементами. К микроэлементам относят магний, цинк, кобальт, молибден. Баланс микроэлементов важен для функционирования почвы как целостной системы.

Микроэлементы необходимы для протекания многих важнейших биохимических процессов. Недостаток элементов замедляет некоторые внутренние процессы и иногда даже останавливает их, избыток микроэлементов также негативно сказывается на свойствах почвы и связанной с ней растительности (Смирный Н. Ф., 2006). Многие исследователи отмечают важное значение органического вещества, особенно гуминовых кислот, в накоплении микроэлементов. Отмечена четко выраженная концентрация кобальта, бериллия, цинка, кадмия олова, свинца в почвенном гумусе (Алексеев В.А., 2000; Горбунов Н.И., 1974; Евграшкина Г. П., 2003). Кобальт, цинк, никель медь отнесены к группе почвенных биофилов, для которых выражено накопление в гумусовой оболочке почв, и отмечают, что по мере повышения содержания органического вещества увеличивается количество элементов в гумусовом слое почвы. Кроме этого, важную роль в накоплении микроэлементов играет кислотность почвы. Известно, что в кислых малогумусных почвах содержание кобальта, связанного с органическим веществом, незначительно и составляет 0,5-1,3 мг/кг или 12-18 % от общего запаса его в почве (Горбунов Н.И., 1974).

Массовое обезвреживание существующих терриконов (прекращение процесса окисления пирита и связанного с ним выброса газообразных веществ, проявления радиоактивности и миграции тяжелых металлов вследствие водной и ветровой эрозии) возможно путем биологической рекультивации травянистыми и древесными растениями. Поэтому задача оценки пригодности породной почвы угольных шахт для озеленения является очень актуальной. С этой целью нами проведен атомно-адсорбционный спектрофотометрический анализ образцов почвенных пород с отвала шахтоуправления № 5 Западное. С этой целью использовался прибор Сатурн-3. Породный отвал относится к Донецко-Макеевскому угольному району со складированием горной породы среднего отдела карбона. К токсикантам, входящим в состав образца породной почвы, относятся и тяжелые металлы (Смирный Н. Ф., 2006). Определение класса токсичности тяжелых металлов, входящих в состав отвала, проводилось по методике, предложенной М.Ф.Смирновым (Евграшкина Г. П., 2003). Определение токсичности по ПДК проводилось с учетом справочных значений. Вначале производился расчет индекса токсичности (K_i) по формуле: $K_i = \frac{ПДК_i}{S + C_b} \cdot i$, где ПДК_i – ПДК токсиканта, который содержится в отходах, в почве; S – коэффициент, который показывает растворимость токсиканта в воде; C_b – содержание токсиканта в общей массе отхода; i – порядковый номер токсиканта. После расчета K_i для 1-3-х ведущих компонентов, которые имеют минимальные значения $K_1 < K_2 < K_3$, при соблюдении условия $2K > K_3$, определяли суммарный индекс токсичности. С помощью табл. 1 и 2 определяли класс токсичности. Критерием оценки его является ПДК (расчетная величина). Результаты расчетов представлены в табл. 2 для слабометаморфизированной породы.

$Pb < Zn < Cu$ (0,9 < 2,7 < 6,6)

Данные табл. 2 свидетельствуют, что по степени опасности содержание Pb относится к I классу токсичности, чрезвычайно опасной степени, Zn и Cu ко II классу-сильноопасной степени. Начаты лабораторные и полевые испытания исследуемых образцов почв для произрастания растений.

1. Определение класса опасности вещества на основании ПДК в почве

Расчетная величина ПДК для почвы	Класс токсичности	Степень опасности
Менее 2	I	чрезвычайноопасные
От 2 до 16	II	сильноопасные
От 16 до 30	III	среднеопасные
Более 30	IV	малоопасные

2. Характеристика исходных данных, индекса и класса токсичности тяжелых металлов

Тяжелый металл	ПДК, мг/кг	Коэффициент растворимости	Содержание в породе, мг/кг	Индекс токсичности класс токсичности,
Cu	100	2,2	34,48	2,7/II
Pb	32	1,65	35,25	0,9/I
Zn	55	2,1	6,25	6,6/II

Воздействие загрязнения почвы тяжелыми металлами на некоторые физиологические и биохимические процессы в сельскохозяйственных растениях (на примере гороха). Анализ состояния проростков растения по Веллингтону дает представление о характере их повреждения под влиянием загрязнения. Проростки считаются аномальными, если одна или несколько важнейших структур (корень, верхушка побега, семядоли, гинокомий, эпикотель) не смогли развиваться нормально из-за предшествующего повреждения зародыша. Это поврежденные проростки. Деформированные проростки - если их развитие происходит в целом слабо и непропорционально по сравнению с развитием нормального проростка, выращиваемого одновременно с ним. Загнившие проростки - если какая-либо из важных структур так сильно загнила, что это может препятствовать их нормальному развитию. Специальные категории аномальных проростков, обнаруженные при испытании семян гороха, следующие: Иг – первичный корень короткий и остановившийся в росте, или короткий и слабый, или веретенообразный со слабыми коричневыми корнями. Ид – нет первичного корня или хорошо развитых вторичных корней. Иж – поврежденные первичные корни со слабыми вторичными корнями. Иб – эпикотель с перетяжкой, зернистым повреждением или открытой трещиной, которые могут помешать функционированию проводящих тканей. Иг – эпикотель короткий и мясистый, или скрученный, или изогнутый. Ид – нет эпикотеля, либо имеется эпикотель без верхушечной почки. Ве – два побега, короткие и слабые или веретенообразные. Ва – нет семядоли. Вб – одна семядоля с признаками повреждения верхушки побега. Вв – семядоля, у которой больше половины общей площади обломано или покрыто пятнами или потемневшими участками. Ва – загнившие семядоли. Вб – загнивший гипокотель. Вв – загнивший эпикотель. Вд – загнивший первичный корень. Ве – загнивание или обесцвечивание в точке прикрепления оси проростка к семядолям или прилегающее к верхушке побега. Вж – полностью загнивший проросток. Via - короткий и слабый, или

веретенообразный, или водянистый проросток. Vг – полностью раздробленный проросток. В вариантах опыта были обнаружены следующие категории: кадмий – Ид, Иж, Ид, Ве, Va, Ve; свинец - Ид, Vд, Ve, Иж; медь - Ид, Иж.

Отсюда следует, что повреждение зародыша гороха, выращенного на загрязненных почвах, связано с тем, что кадмий, медь, свинец приводят к неразвитию первичного корня и вторичных корней или к их недоразвитию, отсутствию эпикотеля или эпикотеля без верхушечной почки, а кадмий ведет также к загниванию семядолей и точки прикрепления оси проростка к семядоли.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Алексеев В. А. Экологическая геохимия/В.А. Алексеев. – М.: Логос, 2000, - 626 с.

Alekseenko V. A. 2000, Ecological geochemistry, M, Logos, 626 p.

Горбунов Н.И. Минеральная и коллоидная химия почв/Н.И. Горбунов. – М.: Наука, 1974. – 316 с.

Gorbunov N.I., 1974, Mineral and colloid chemistry of soils, M., Science., 316 p.

Евграфкина Г. П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий./ Г.П. Евграфкина.- Днепропетровск: Монолит, 2003.-200 с.

Evgrashkina G. P., 2003, The impact of mining on the hydrological and soil-reclamation conditions territories, Dnepropetrovsk, Monolith, 200 p.

Перельман А. И. Бионосные системы земли / А. И. Перельман. – М.:Наука, 1977. – 160 с.

Perelman A.I., 1977, Bionosnie sistemi zemli, M. Science., 160 p.

Смирный Н. Ф. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса/ Н. Ф. Смирный, Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов. – Луганск., 2006. – 232 с.

Smirny N. F., Zybova L. G, Zybov A. R., 2006, Environmental security terrikonovyh landscapes Donbass, Lugansk, 232 p.