ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 630.181.351

М.А. Яковченко, О.Б. Константинова, А.А. Косолапова, Л.В. Рогова, Д.Н. Аланкина

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Тяжёлые металлы представляют собой большую группу химических элементов с атомной массой более 50 у.е. В почву они попадают различными путями: в составе газопылевых выбросов, атмосферных осадков, поливных вод, загрязнённых промышленными стоками и т.д. Человек может получить "свою долю" тяжёлых металлов не только напрямую с вдыхаемым воздухом и почвенной пылью, но и через продукты питания, производимые на загрязнённых сельскохозяйственных угодьях. Пагубное влияние тяжёлых металлов на человека состоит в том, что ряд их соединений характеризуется высокой токсичностью и канцерогенностью.

Проблема влияния открытых угольных разработок на экологическое состояние прилегающих территорий изучается порядка 50-ти лет. Известно, например, что территории, находящиеся в непосредственной близости к карьерам, со временем становятся непригодны для жизни. Отчуждение земель происходит из-за масштабного неблагоприятного влияния токсикантов, содержащихся в угле, угольной пыли. Наиболее опасную для окружающей среды группу токсикантов составляют тяжелые металлы (ТМ), которые накапливаются в почве и, конечно же, усваиваются растениями, произрастающими на них.

В этой связи проблема очистки почв от тяжёлых металлов становится актуальной для территорий так называемых экологически неблагополучных регионов, к числу которых можно отнести Кемеровскую область.

Цель: Исследование почв, прилежащих к породным отвалам угольных разрезов на предмет содержания подвижных форм тяжелых металлов (ТМ).

Объект исследования: почвы территорий прилегающие к угольному разрезу предприятия ООО «Участок «Коксовый».

Предмет исследования: валовые и подвижные формы тяжелых металлов в почвах.

Задачи настоящего этапа исследования:

1 – отбор образцов грунта в 10-ти стационарных точках вблизи отвала;

2 – отбор образцов грунта в на территории отвала;

3 – исследование образцов грунта на содержание подвижных и валовых форм ТМ;

В ходе проведения научно-исследовательских работ на техногенных ландшафтах планируется разработке комплексной технологии по снижению содержания ТМ в почвенном покрове породных отвалов угледобывающих предприятий Кемеровской области и территорий, прилежащих к ним.

Методика проведения исследования.

Сотрудниками ПНИЛ рекультивации нарушенных земель ФГБОУ ВПО «КемГСХИ» бил проведен отбор почвенных проб для анализа на содержание тяжелых металлов и сопоставление результатов анализа с ПДК, ОДК. Для отбора образцов было выбрано 5 участков на расстоянии 100 м друг от друга. Отбор 10 смешанных проб проведен агрохимическим буром с глубины 0-10 см.

При проведении анализа особое внимание было уделено анализу содержания подвижной формы никеля и свинца в почве, т.е. доступной для растений, путем получения из нее различных вытяжек: водной, вытяжек ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4.8 или растворами 0.01 М и 1 н. $Ca(NO_3)_2$, 1 М NH_4NO_3, 1 М $CaCl_2$, 0.01 М KNO_3, диэтилентриамин-пентауксусной кислоты и т.д.

Определение содержания ТМ проводились на атомно-адсорбционном спектрофотометре (ААС) в лаборатории ФГУ ЦАС «Кемеровский».

Результаты исследований.

Первый этап трансформации тяжелых металлов в почве - взаимодействие их с почвенным раствором и его компонентами.

Оксид цинка – наиболее стабилен и менее растворим по сравнению с оксидами свинца и кадмия. Его растворимость в диапазоне pH 4 – 8 более чем в 100 раз ниже, чем растворимость PbO, и почти в 10000 раз ниже CdO. В отличие от оксида цинка, оксиды свинца и кадмия неустойчивы в воде и преобразуются в гидроксид и (или) карбонат (гидроксокарбонат) свинца и карбонат кадмия.

Парциальное давление CO_2 в почвенном воздухе во много раз превышает таковое в атмосфере и поэтому в почве преобладают более устойчивые гидрокарбонаты и карбонаты цинка и свинца. Следующими реакциями после растворения неустойчивых оксидов являются катионный обмен и специфическая адсорбция.

Ионы тяжелых металлов способны специфически адсорбироваться почвами, с образованием относительно прочных связей координационного типа с некоторыми поверхностными функциональными группами. Специфическая адсорбция более избирательна, чем неспецифическая, и зависит как от свойств сорбирующих ионов, так и от природы поверхностных функциональных групп, поэтому тяжелые металлы энергично адсорбируются почвами из растворов.

Таким образом, тяжелые металлы, поступающие в почву в процессе техногенеза, включает следующие стадии преобразования: оксидов тяжелых металлов в гидроксиды (карбонатов, гидрокарбонатов); растворение гидроксидов (карбонатов, гидрокарбонатов) тяжелых металлов и адсорбция соответствующих катионов тяжелых металлов твёрдыми фазами почвы; образование фосфатов тяжелых металлов и их соединений с органическими веществами почвы.

В качестве характеристики опасности вещества для какого–либо объекта окружающей среды выступает значение его ПДК. Часто оказывается, что концентрация загрязняющих веществ в выбросе ниже ПДК. Однако при оценке последствий загрязнения в данных условиях необходимо учитывать последующие превращения с учетом ПДК промежуточных веществ, так как образующиеся вещества могут обладать более сильными токсичными свойствами, чем первоначальные процессы накопления и выведения веществ, а также синэргический эффект при их совместном присутствии.

Тяжёлые металлы, поступающие на поверхность почвы, накапливаются в почвенной толще и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции. Первый период полуудаления (т.е. удаления половины от начальной концентрации) тяжёлых металлов значительно варьирует: Zn – от 70 до 510 лет; Cd – от 13 до 110 лет; Cu – от 310 до 1500 лет; Pb – от 740 до 5900 лет (по Кабата – Пендиас, 1989).

Поглощение тяжёлых металлов почвами существенно зависит от реакции среды (pH). Было обнаружено, что в кислой среде преимущественно сорбируются свинец, цинк, медь; в щелочной – кадмий и кобальт.

Тяжёлые металлы являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы. Железо, например, образует хелатоподобные комплексы с обычными метаболитами, нарушая при этом нормальный обмен веществ организма. Такие металлы как кадмий, медь, железо (II) взаимодействуют с клеточными мембранами, изменяя их проницаемость и другие свойства. Высокое содержание свинца в почве подавляет рост растений, вызывает хлороз, обусловленный нарушением поступления железа.

Если железо, так же как и алюминий, относится к макроэлементам Земной коры, то такие элементы как медь, цинк, кобальт, марганец, никель, свинец, кадмий, относится к микроэлементам. Среди МЭ можно выделить как типично биогенные (Cu, Zn, Co, Mn), участвующие в важнейших ферментативных и обменных процессах в живых организмах, так и типичные ксенобиотики (Pb, Cd).

В зональных почвах содержание тяжелых металлов (микроэлементов и железа), обусловлено, в первую очередь их содержанием в материнской породе и направленностью процессов почвообразования. Кроме того, содержание металлов в почве зависит от количества в ней органического вещества ее гранулометрического состава, реакций почвенного раствора и связано с процессами миграции в почвенном профиле и биологическим круговоротом элементов.

В таблице приведено валовое содержание некоторых металлов в почвах и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК), их содержание установленные для суглинистых и глинистых почв (дополнение к перечню ПДК и ОДК №6229-91).

Фоновое содержание меди в почвах Ростовской области составляет 31-38 мг/кг, причем максимальные значения характерны для чернозёмов. Фоновое содержание меди для черноземов Сибири, составляет 14 мг/кг.

Среднее содержание цинка в земной коре составляет 200 мг/кг. В почвах, не загрязненных цинком, он содержится в концентрациях от 10 до 300 мг/кг. Лессовидные суглинки Западной Сибири содержат 71,7 мг/кг цинка. Фоновая концентрация цинка для черноземов Сибири - 45 мг/кг.

Среднее содержание свинца в земной коре составляет 16 мг/кг; почвах - 10 мг/кг. В распределении свинца в ночи имеются значительные различия как по типам почв, так и по региона Фоновые концентрации свинца для черноземов и каштановых почв Ростовской области составляют 21 мг/кг и 27 мг/кг соответственно, для черноземов Сибири - 17 мг/кг.

Среднее содержание кадмия в земной коре составляет 5 мг/кг, почвах 0,1-0,3 мг/кг. В почвах содержание кадмия зависит от их типа. В серых лесных почвах содержание кадмия составляет 0,65 мг/кг, в дерново-подзолистых 0,7-2,31 мг/кг, в черноземах - 0,7-1,0 мг/кг. В черноземах Сибири фоновое содержание валового кадмия составляет 0,6 мг/кг.

Никель - довольно широко распространенный элемент в природе. Среднее содержание его в литосфере составляет 80 мг/кг, в почвах - от 10 до 100 мг/кг. Фоновое содержание никеля зависит от механического состава и органического вещества

Валовое содержание металлов в почвах (мг/кг сухой массы)

Металл	Среднее содержание	Возможный диапазон колебаний	ОДК	Металл	Среднее содержание	ОДК	Возможный диапазон колебаний
Кадмий	0,06	0,01-0,7	2	Молибден	2,0	-	0,2-5
Кобальт	8,0	1,0-40	-	Никель	40	80	10-100
Хром	100	5-3000	-	Свинец	10	130	2-200
Медь	20	2-100	132	Цинк	50	220	10-300
Железо	38000	7000-55000	-	Стронций	300	-	50-1000
Ртуть	0,03	0,01-0,3	-	Барий	500	-	100-300
Марганец	850	100-4000	1500				

почв. Валовое содержание никеля в дерново-подзолистых почвах Московской области составляет 20-40 мг/кг. В почвах Краснодарского края среднее содержание никеля составляет 56 мг/кг. Для черноземов Сибири фоновая концентрация никеля составляет 37 мг/кг.

Валовое содержание ТМ в 15-ти стационарных точках верхнего горизонта (0-10 см) почв опытных участков породного отвала ООО «Участок «Коксовый» определялось методом атомно-адсорбционной спектрометрии (ААС).

Содержание меди можно оценить как низкое относительно среднего для черноземов Сибири (14 мг/кг). Минимальное содержание меди 5,93 мг/кг, что составляет около 41% от среднего, а максимальное – 13,08 мг/кг (93%). Среднее содержание 8,96 мг/кг, что составляет 64 % от средней для черноземов Сибири. Содержание цинка близко к среднему для лессовидных суглинков Западной Сибири, которое составляет 71,7 мг/кг (Ильин, 1991) и более высокое, чем фоновое содержание для черноземов (45 мг/кг). Минимальное содержание цинка составило 42,12 мг/кг, а максимальное - 69,17 мг/кг, среднее 54,81 мг/кг (при ОДК 220 мг/кг).

Содержание валового свинца меньше среднего для черноземов Сибири (17 мг/кг). Минимальное содержание свинца составило 9,05 мг/кг, максимальное – 15,57 мг/кг, среднее 12,32 мг/кг (при ОДК 130 мг/кг).

Содержание валового кадмия соответствует фоновому содержанию валового кадмия в черноземах Сибири, и в среднем составляет 0,6 мг/кг. Минимальное содержание кадмия составило 0,26 мг/кг, максимальное – 0,93 мг/кг (при ОДК 2 мг/кг).

Содержание валового никеля ниже фоновой концентрации для чернозёмов Сибири (37 мг/кг). Среднее содержание никеля составило 22,84 мг/кг, минимальное – 14,36 мг/кг, максимальное – 29,56 мг/кг (при ОДК 80 мг/кг).

Содержание валового кобальта в почвах согласно табл. 1 может меняться от 1 до 40 мг/кг, при среднем значении 8 мг/кг. Среднее содержание валового кобальта в почве отвала составило 11,54 мг/кг, минимальное – 8,93 мг/кг, максимальное – 14,79 мг/кг.

Содержание валового марганца в почвах может изменяться от 100 до 4000 мг/кг, при среднем значении 850 мг/кг (таблица 1). Среднее содержание марганца в образцах составило 197,49 мг/кг, минимальное – 141,09 мг/кг, максимальное – 265,11 мг/кг (при ОДК 1500 мг/кг), поэтому может быть оценена как очень низкое.

Возможный диапазон колебаний содержания валового железа в почвах от 7000 до 550000 мг/кг, при среднем содержании 38000 мг/кг. Среднее содержание железа в образцах составило 8056,90 мг/кг, минимальное – 4669,17 мг/кг, максимальное – 10965,52 мг/кг.

Наличия ТМ в зеленой массе растений не выявлено.

Оценка уровня загрязнения почв тяжелыми металлами связана с доступностью отдельных их форм для растений. Валовое содержание металлов характеризует общее их количество. Для растений наибольшую опасность представляют подвижные формы тяжелых металлов (Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение, 1997). Вопросы нормирования загрязнения почв, в том числе тяжелыми металлами, не решены в полной мере. В настоящее время действует ГОСТ 17.4.1.02.-83, по которому химические элементы, в том числе тяжелые металлы, по степени токсического действия на почву разделены на три класса опасности. К первому классу опасности относятся мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк; ко второму классу - кобальт, никель, медь, хром, молибден, сурьма, бор и к третьему классу - барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Предельно-допустимые концентрации металлов в почвах утверждены для ряда металлов Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ от 19 ноября 1991 г. (Перечень ПДК и ОДК № 6229-91). С 1995 г. введено Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК

№ 6229-91 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах». Концентрации металлов разработаны с учетом механического состава и кислотности почв только для, шести элементов.

Загрязнение почв выше ОДК и ПДК по валовому содержанию свинца, кадмия, цинка и марганца на обследованной территории не установлено. Основная площадь имеет уровень содержания валовых форм ТМ в почвах – менее 0,5 ПДК.

Исследование содержания ТМ в растительном сырье показало наличие следовых количеств, что является не значительной концентрацией (менее 0,1 ОДК).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мотузова, Г.В.* Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение мониторинг / М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 168 с.

2. *Просянникова, О.И.* Антропогенная трансформация почв Кемеровской области: Монография / Кемерово, 2005. – 300 с.

3. *Ильин, В.Б.* Тяжелые металлы в системе почва – растение / Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.

4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / Изд. 2-е. Министерство сельского хозяйства РФ. М.: ЦИАНО, 1992. – 61 с.

5. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы (нормат. материал)/ Под ред. Л.Г. Подуновой М.: 1993. – 130с.

6. Черных, Н.А., Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / Н.А. Черных, Н. А. Милащенко, В. Ф. Ладонин. // М.: Агропромиздат, 1999. – 176 с.

7. Методические указания по выявлению деградированных и загрязненных земель. М.; 1995. – 50 с.

8. *Кабата – Пендиас*, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата – Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир, 1989. – 439 с.

9. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение/ Под ред. М.М. Овчаренко. - М., 1997. – 290 с.

10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

Авторы статьи

Яковченко
Марина Александровна,
к.х.н., доцент, зав. ПНИЛ рекультивации нарушенных земель (Кемеровский гос..сельскохоз. институт). Тел., 8-904-995-0728, e-mail: mara.2002@mail.ru.

Константинова
Ольга Борисовна,
научный сотрудник ПНИЛ рекультивации нарушенных земель (Кемеровский гос..сельскохоз. институт). Тел. 8-923-507-1289.

Косолапова
Анна Александровна,
научный сотрудник ПНИЛ рекультивации нарушенных земель(Кемеровский гос..сельскохоз. институт). Тел., 8-951-610-0770.

Рогова
Лилия Валерьевна,
научный сотрудник ПНИЛ рекультивации нарушенных земель(Кемеровский гос..сельскохоз. институт). Тел., 8-951-170-6268.

Аланкина
Дарья Николаевна,
старший лаборант ПНИЛ рекультивации нарушенных земель(Кемеровский гос..сельскохоз. институт). Тел. 8-951-618-3760.

УДК 504.03

Т. В. Галанина, В. А. Черно, М. И. Баумгартэн

ПРИРОДНО - КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КУЗБАССА – ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ КУЗБАССОВЦЕВ - ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ СОЦИАЛЬНО — ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Кузбасс географически занимает срединное положение между Москвой и Владивостоком в умеренных широтах между 52°08' и 56°54' северной широты, и 84°33' и 89°28' восточной долготы, что соответствует широтам Челябинской, Московской, Калининградской и Камчатской областей в России; в Западной Европе — это соответствует таким городам и государствам, как Варшава, Берлин, Нижняя Саксония, Дания, Гаага, Уэльс и Ирландия. Важной особенностью географического