

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КУЗБАССА

В работе дается характеристика содержания и закономерностей пространственного поведения подвижных форм тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, цинк, марганец, никель, кобальт, хром) в почвах мониторинговых площадок Кузбасса. Рассчитан коэффициент радиальной дифференциации почв (R), который характеризует распределение подвижных форм тяжелых металлов по профилю. Он позволяет установить влияние направления и типа почвообразовательного процесса, гранулометрического состава и свойств почв на их поведение в различных почвах исследуемого автоморфного ряда.

На основе содержания подвижных форм тяжелых металлов и их предельно допустимых концентраций рассчитан коэффициент суммарного загрязнения (Zc). Путем сопряженного анализа основных свойств исследуемых почв (содержание физической глины, карбонатов, органического вещества, величины pH среды) оценена их буферная способность. Сравнительный анализ коэффициентов загрязненности и буферной способности исследуемых почв на территории Кузбасса по отношению к тяжелым металлам позволил дать оценку их эколого-геохимическому состоянию. Отрицательные коэффициенты загрязнения почв и высокие показатели их буферной способности свидетельствуют о сравнительно благоприятной экологической обстановке в почвах на территории Кузбасса по отношению к тяжелым металлам.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке системы почвенно-экологического мониторинга территории Кузбасса, для решения вопросов землепользования, охраны и рекультивации почв.

Ключевые слова: Кузбасс, почвы, подвижные формы тяжелых металлов, загрязнение.

Актуальность

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности как открытым, так и подземным способом на территории Кузбасса приводит к нарушению целостности природных экосистем, отчуждению и деградации почв и загрязнению их поллютантами, в том числе тяжелыми металлами (ТМ). В связи с этим, целью работы является оценка содержания и закономерностей распределения подвижных форм ТМ в ненарушенных, но подверженных техногенному воздействию почвах лесостепной и степной зон Кузбасса и выявление факторов и условий, влияющих на их поведение.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили целинные почвы автоморфного ряда (дерново-подзолистая глееватая, серая, темно-серая, чернозем глинисто-иллювиальный), приуроченные к опорным пунктам экологического мониторинга Кемеровской области. Мониторинговые площадки располагаются на границах санитарно-защитных зон. Подвижные формы ТМ вытеснялись ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 с последующим их определением атомно-абсорбционным методом на спектро-

фотометре AS-3. В ходе обработки аналитических данных рассчитан коэффициент радиальной дифференциации почвенного профиля (R) по подвижным формам ТМ, коэффициент суммарного загрязнения (Zc) [1] и оценена буферная способность почв.

Результаты и обсуждение

Подвижные химические вещества обуславливают возможность выполнения почвой ее основных экологических функций и как естественно-исторического тела, и как источника плодородия и защиты от загрязнения природных сред. Существенное влияние на их подвижность оказывает химическая природа элемента и свойства почв [2].

Реакция среды и ОВП во многом определяют формы нахождения ТМ и их валентность, способность мигрировать в ландшафтах и в почвенном профиле, усваиваться растениями и выноситься с природными водами. Исследуемые целинные почвы приурочены к элювиальному ландшафту лесостепного типа с pH раствора от 5,5 до 7,5, в связи с чем в условиях окислительной обстановки можно выделить две ассоциации ТМ: слабоподвижные (Pb, Cd, Ni, Cu, Co, Cr, Mn) и подвижные (Zn) (табл. 1).

Тяжелый гранулометрический состав исследуемых почв, в частности, высокое содержание физической глины (43,0–54,6%) и ила (16,4–30,5%) в значительной мере определяют содержание и подвижность ТМ. Максимальная концентрация наблюдается в более тяжелых по гранулометрическому составу иллювиальных горизонтах (рис. 1), выступающих в качестве сорбционных геохимических барьеров на пути миграции металлов, связанных с растворимыми формами гумусовых кислот.

В основе механизмов взаимодействия ТМ с почвами лежат процессы комплексообразования с фульвокислотами [3]. Минимальное количество гумуса (2,0%) отмечается в гумусово-аккумулятивном горизонте дерново-подзолистой глееватой почвы и значительно возрастает к чернозему глинисто-иллювиальному (6,9%). Поскольку в качественном составе гумуса дерново-подзолистой глееватой почвы

преобладают фульвокислоты, то именно в этих почвах наблюдается образование фульватных комплексов с ТМ, обладающих повышенной миграционной способностью (рис. 2 а). Особенности группового и фракционного состава гумуса серых, темно-серых почв и чернозема глинисто-иллювиального (преобладание гуминовых кислот, связанных с кальцием), способствует аккумуляции металлов в верхней части почвенного профиля (рис. 2 б, в, г).

Одним из наиболее важных показателей при оценке внутрипочвенной и внутриландшафтной миграции ТМ является величина pH. В черноземе глинисто-иллювиальном отмечено влияние щелочного барьера, возникающего на участках резкого повышения pH среды в слабнокислой геохимической обстановке. При увеличении значения pH в карбонатных горизонтах (рис. 3) происходит накопление преимущественно катионогенных химических элементов,

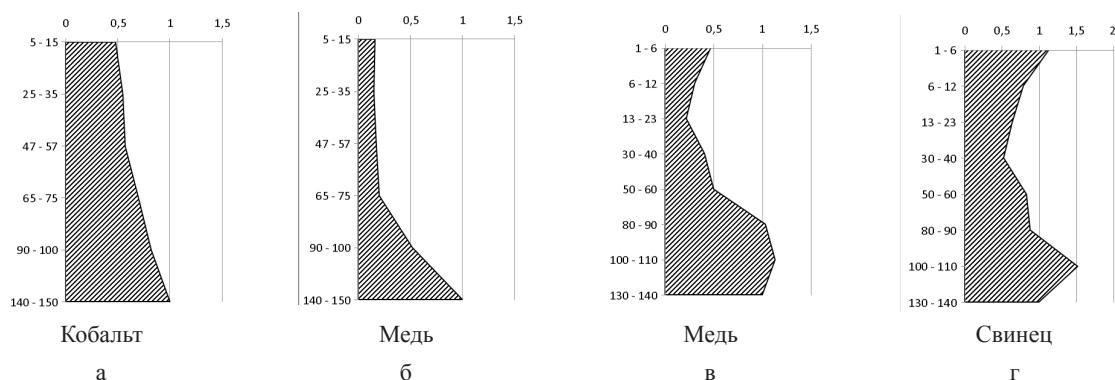


Рисунок 1. Характер профильного распределения подвижного кобальта на основе коэффициента радиальной дифференциации (R): а, б – дерново-подзолистая глееватая почва; в, г – серая почва

Таблица 1. Содержание подвижных ТМ в исследуемых почвах (мг/кг)

Горизонт	Глубина, см	Zn	Pb	Cd	Ni	Cu	Co	Cr	Mn
Дерново-подзолистая глееватая тяжелосуглинистая почва (Новокузнецкий опорный пункт)									
EL	5-15	0,95	1,64	0,06	1,39	0,14	0,46	1,05	25,7
BEL	25-35	1,24	1,48	0,06	1,43	0,13	0,53	1,16	39,2
BT	47-57	1,67	1,49	0,06	1,47	0,15	0,55	1,23	10,7
Серая легкоголинистая почва (Кемеровский опорный пункт)									
AY	1-6	7,56	1,17	0,14	1,39	0,15	0,45	1,22	15,9
	6-12	6,79	0,82	0,13	1,37	0,10	0,44	1,19	14,9
AEL	13-23	1,38	0,67	0,11	1,24	0,07	0,37	1,08	10,9
Темно-серая легкоголинистая почва (Беловский опорный пункт)									
AU	9-19	1,17	0,97	0,05	3,76	0,05	1,16	2,49	5,81
AEL	27-37	1,86	0,64	0,05	2,38	0,05	0,90	1,95	3,64
BEL	42-52	2,28	0,30	0,07	1,41	0,09	0,61	1,33	4,97
Чернозем глинисто-иллювиальный легкоголинистый (Ленинск-Кузнецкий опорный пункт)									
AU	7-17	2,85	2,04	0,11	1,63	0,10	0,51	1,46	13,4
	23-33	3,60	0,79	0,10	1,58	0,06	0,57	1,33	13,4
BI	40-50	4,29	0,43	0,10	1,39	0,10	0,52	1,17	8,3

активно мигрирующих в кислой и слабокислой среде (Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd).

Известно, что тяжелые металлы способны накапливаться в живых организмах, оказывая на них токсическое действие, в том числе и на здоровье человека. На основе содержания подвижных форм ТМ и их предельно допустимых концентраций рассчитан коэффициент суммарного загрязнения (Z_c) (табл. 2).

Учитывая отрицательные показатели суммарного загрязнения, можно заключить, что в настоящее время, несмотря на высокую антропогенную нагрузку на почвенные экосистемы Кузбасса, загрязнения их подвижными формами тяжелых металлов не наблюдается.

Кроме того, на основании сопряженного анализа основных свойств исследуемых почв (содержание гумуса, карбонатов, физической глины и pH среды), рассчитан другой важный показатель эколого-геохимического состояния почвенных экосистем – буферная способность. Установлено, что степень буферности к элементам, подвижным в щелочной среде, в ряду изученных автоморфных почв оценивается средними показателями для дерново-подзолистой глееватой почвы (22,5) и повышенными (33–36) для серой, темно-серой почвы и чернозема глинисто-иллювиального. Показатели буферности для элементов, подвижных в кислой среде, возрастают в ряду

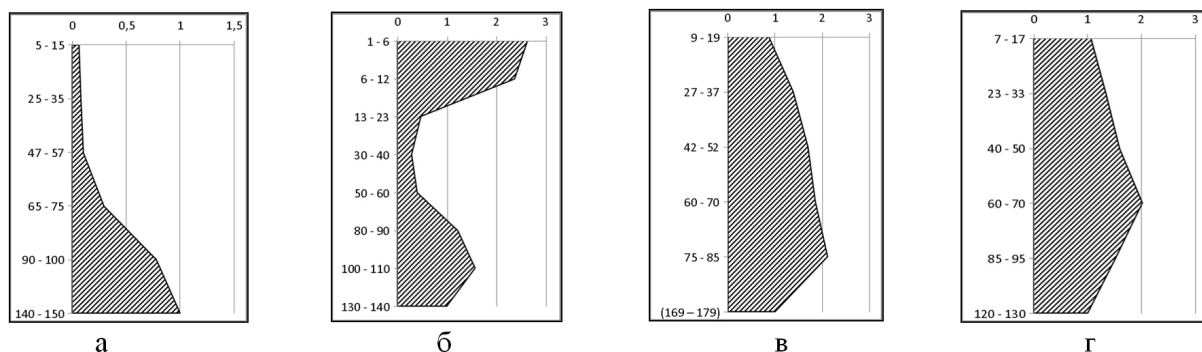


Рисунок 2. Характер профильного распределения подвижного цинка на основе коэффициента радиальной дифференциации (R): а – дерново-подзолистая глееватая почва; б – серая почва; в – темно-серая почва; г – чернозем глинисто-иллювиальный

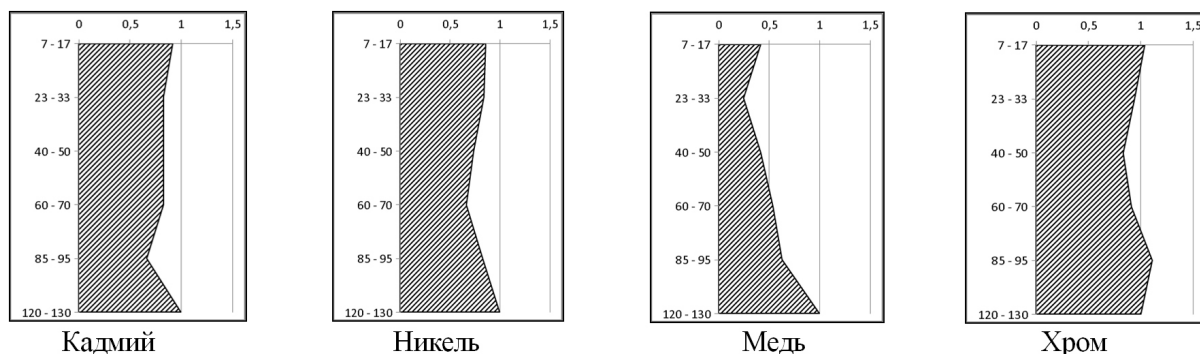


Рисунок 3. Характер профильного распределения подвижных форм ТМ на основе коэффициента радиальной дифференциации (R) в черноземе глинисто-иллювиальном

Таблица 2. Коэффициент суммарного загрязнения (Z_c) исследуемых почв

Горизонт	Глубина, см	Z_c	Горизонт	Глубина, см	Z_c
Дерново-подзолистая глееватая почва			Темно-серая почва		
EL	5-15	-4,84	AU	9-19	-4,14
BEL	25-35	-4,72	AEL	27-37	-4,65
Серая почва			Чернозем глинисто-иллювиальный		
AY	1-6	-4,67	AU	7-17	-4,68
	6-12	-4,79		23-33	-4,86

от дерново-подзолистой глееватой почвы к чернозему глинисто-иллювиальному и изменяются в диапазоне от 30 до 38,5 баллов. Высокими показателями буферной способности (41) оцениваются темно-серые почвы. Таким образом, исследованные почвы мониторинговых площадок обладают достаточным запасом прочности по отношению к загрязнению ТМ.

Сравнивая полученные показатели устойчивости целинных почв территории Кузбасса по отношению к ТМ с их агрогенными аналогами [4], следует отметить, что характер инaktivизирующей способности этих почв примерно одинаков и выражен в средних, повышенных и даже высоких показателях буферной способности.

Заключение

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что степень подвижности тяжелых металлов в изученных почвах Кузбасса определяется ОВП, гранулометрическим составом, содержанием органического вещества, кислотными основными свойствами. Анализ загрязненности исследуемой территории тяжелыми металлами, основанный на сравнительном анализе коэффициентов загрязненности и буферной способности, свидетельствует о сравнительно благоприятной экологической обстановке по отношению к ТМ.

Полученные данные могут быть использованы в дальнейших мониторинговых исследованиях.

3.09.2015

Список литературы:

1. Водяницкий, Ю.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами и металлоидами и их экологическая опасность (аналитический обзор) [Текст] / Ю.Н. Водяницкий // Почвоведение. – 2013. – № 7. – С. 872-881.
2. Сысо, А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири [Текст] / А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 274 с.
3. Черников, В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие [Текст] / В.А. Черников, Н.З. Милашенко, О.А. Соколов. – Пушино: ОНТИПЦНРАН, 2001. – 203 с. – (Устойчивость почв к антропогенному воздействию: Кн. 3 / В.А. Черников, Н.З. Милашенко, О.А. Соколов).
4. Середина, В.П. Эколого-геохимические аспекты поведения подвижных форм тяжелых металлов в агрогенных почвах Кузбасса [Текст] / В.П. Середина, А.Н. Шайхутдинова, С.В. Овсянникова // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы VII международной научно-практической конференции, 24-25 декабря мая 2014г. / Науч.-инф. изд. Центр «Институт стратегических исследований». – Москва: Изд-во «Институт стратегических исследований». – 2014. – С.80-85.

Сведения об авторах:

Середина Валентина Петровна, профессор кафедры почвоведения и экологии почв
Национального исследовательского Томского государственного университета, доктор биологических наук,
профессор, Шифр: 03.02.13 (почвоведение)
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел.: (3822)52 96 54, e-mail: Seredina_V@mail.ru

Шайхутдинова Анастасия Нургалиевна, аспирантка кафедры почвоведения и экологии почв
Национального исследовательского Томского государственного университета
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел.: (3822)52 96 54, e-mail: Namaskarra@mail.ru

Овсянникова Светлана Васильевна, доцент кафедры автомобильных дорог и городского кадастра
Кузбасского государственного технического университета им. Н.Ф. Горбачева,
кандидат биологических наук, доцент, Шифр: 03.02.13 (почвоведение)
650000, г. Кемерово, ул. 50 лет Октября, 19, тел.: (3842)39 63 22, e-mail: sv_ovsyannikova@mail.ru