

СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ПОЧВ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ¹

**А.И. Везенцев, М.А. Трубицын,
Л.Ф. Голдовская-Перистая, Н.А. Воловичева**

Белгородский государственный университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
vesentsev@bsu.edu.ru

Представлены результаты исследования способности глин Белгородской области поглощать ионы Рb (II) и Cu (II) из водной и буферной почвенных вытяжек. В ходе эксперимента установлено оптимальное соотношение глина: почва, при котором очистка почвы от тяжелых металлов наиболее эффективна.

Ключевые слова: глинистые сорбенты, почва, сорбционная активность, монтмориллонит, тяжелые металлы.

Промышленное использование тяжелых металлов весьма многообразно и распространено широко. Именно потому фитотоксичность и вредная аккумуляция в почвах, как правило, наблюдается вблизи предприятий. Тяжелые металлы накапливаются в верхних гумусовых горизонтах почвы и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии. Гумус и щелочная среда почвы способствуют поглощению тяжелых металлов. Токсичность таких тяжелых металлов, как медь, свинец, цинк, кадмий и др. для сельскохозяйственных культур в природных условиях выражается в понижении урожая коммерческих культур на полях [1].

Существует несколько методов рекультивации почв, зараженных тяжелыми металлами и другими поллютантами:

- удаление загрязненного слоя и его захоронение;
- инактивация или снижение токсического действия поллютантов с помощью ионообменных смол, органических веществ, образующих хелатные соединения;
- известкование, внесение органических удобрений, сорбирующих поллютанты и снижающих их поступление в растения.
- внесение минеральных удобрений (например фосфатных, снижает токсическое действие свинца, меди, цинка, кадмия);
- выращивание культур, устойчивых к загрязнению [2,3].

В настоящее время в мировой практике для экологического рафинирования плодородных почв все большее применение находят минеральные алюмосиликатные адсорбенты: различные глины, цеолиты, цеолитсодержащие породы и т.д., которые характеризуются высокой поглотительной способностью, устойчивостью к воздействиям окружающей среды и могут служить прекрасными носителями для закрепления на поверхности различных соединений при их модифицировании [4].

Материалы и методы исследования

Данная работа является продолжением ранее проведенных исследований глин Губкинского района Белгородской области, как потенциальных сорбентов для очистки плодородных почв от тяжелых металлов [5, 6].

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 06-03-96318.

В данной работе в качестве сорбентов использовали глины киевской свиты Сергиевского месторождения Губкинского района, различные по вещественному составу и свойствам: К-7-05 (средний слой) и К-7-05 ЮЗ (нижний слой). В качестве объектов очистки были использованы образцы почв К-8-05 и №129, отобранные на территории Губкинского-Старооскольского промышленного района. Предварительные исследования показали, что глины Сергиевского месторождения хорошо поглощают ионы меди и свинца из модельных водных растворов [5]. Поэтому дальнейшие исследования были проведены с водной и буферной вытяжкой из почвы.

Водную вытяжку готовили по стандартной методике. Сущность метода заключается в извлечении водорастворимых солей из почвы дистиллированной водой при отношении почвы к воде 1 : 5 [7]. Концентрацию ионов металлов определяли фотоколориметрическим методом на приборе КФК-3-01 по соответствующим методикам для каждого металла [8].

Буферную вытяжку из почвы готовили по стандартной методике Центрального института агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО) с помощью ацетатно-аммонийного буферного раствора с рН – 4,8. Этот экстрагент принят агрохимической службой для извлечения доступных растениям микроэлементов [7]. Исходная концентрация подвижных, доступных растениям форм меди и свинца в буферной вытяжке была определена методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Сорбцию ионов меди и свинца проводили при постоянной температуре (20 °С), в статических условиях в течение 90 минут. Соотношение сорбент: сорбат составляло: 1 : 250; 1 : 50; 1 : 25; 1 : 8 и 1 : 5.

Обсуждение результатов

Проведенное исследование водной вытяжки, которую готовили в течение 4-х часов, показало, что концентрация водорастворимых соединений меди незначительна и составляет 0,0625 мг/кг (в пересчете на ионы Cu^{2+}). Водорастворимые соединения свинца не обнаружены.

Исходная концентрация ионов тяжелых металлов в буферных вытяжках из почв составила: для почвы К-8-05: Cu^{2+} 2,20 мг/кг, Pb^{2+} 1,20 мг/кг; для почвы № 129: Cu^{2+} 4,20 мг/кг, Pb^{2+} 8,30 мг/кг.

Результаты определения степени очистки почвы К-8-05 глинами К-7-05 (средний слой) и К-7-05 ЮЗ (нижний слой) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Степень очистки буферной вытяжки из почвы К-8-05, масс, %

Соотношение сорбент : сорбат	Глина К-7-05 (средний слой)		Глина К-7-05 ЮЗ (нижний слой)	
	Cu^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Pb^{2+}
1 : 250	45,5	33,3	54,5	33,3
1 : 50	70,5	45,8	68,2	58,3
1 : 25	72,3	58,3	79,5	58,3
1 : 8	86,4	75,0	87,3	83,3
1 : 5	95,5	83,3	95,5	83,3

Результаты, представленные в таблице 1, показывают, что с увеличением соотношения сорбент : сорбат от 1 : 250 до 1 : 5 степень очистки буферной вытяжки от ионов меди глиной К-7-05 возрастает от 45,5 до 95,5 %, а от ионов свинца – от 33,3 до 83,3%.

Степень очистки буферной вытяжки глиной К-7-05 ЮЗ с таким же увеличением соотношения возрастала от 54,5 до 95,5 % (для Cu^{2+}) и от 33,3 до 83,3 % (для Pb^{2+}).

К сведению, исходная концентрация ионов меди была больше, чем ионов свинца. Следовательно, очистка буферной вытяжки от ионов меди указанными глинами более эффективна, чем от ионов свинца.

Таблица 2

Степень очистки буферной вытяжки из почвы №129 глиной К-7-05 (средний слой), масс. %

Соотношение сорбент : сорбат	Cu ²⁺	Pb ²⁺
1 : 250	39,3	66,7
1 : 50	67,1	83,7
1 : 25	78,1	85,5
1 : 8	92,0	89,6
1 : 5	93,0	94,0

Примечание: с глиной К-7-05 ЮЗ опыт не был сделан, по причине отсутствия достаточного количества образца.

Результаты, представленные в таблице 2, показывают, что степень очистки буферной вытяжки из почвы №129 глиной К-7-05 с возрастанием соотношения сорбент : сорбат от 1 : 250 до 1 : 5 увеличивается от 39,3 до 93, 0 % (для ионов меди) и от 66,7 до 94,0 % (для ионов свинца).

Следует обратить внимание, что в этой почве исходная концентрация ионов меди была меньше, чем ионов свинца. Поэтому можно считать, что эффективность очистки от ионов меди данной почвы не хуже, чем почвы К-8-05.

Для уточнения механизма сорбции тяжелых металлов нами была проведена оценка состава и состояния ионообменного комплекса глинистых пород Белгородской области. Установлено, что катионо-обменная емкость изученных образцов варьирует в пределах от 47,62 до 74,51 мэкв/100 г глины.

Проведено комплексное исследование кислотно-основных свойств глин. Определение активной кислотности подтвердило, что все глины имеют щелочной характер. В тоже время рН солевой вытяжки этих же образцов находится в пределах 7,2-7,7, что указывает на обладание этими глинами определенной долей обменной кислотности. Количественно эта величина равна 0,13-0,22 ммоль-экв/100 г глины и обусловлена незначительным содержанием достаточно подвижных обменных протонов. Величина суммы обменных оснований колеблется в достаточно широких пределах 19,6 – 58,6 ммоль-экв/100 г глины. С учетом полученных данных сформулирована гипотеза, что сорбционная способность изученных образцов глин в отношении тяжелых металлов в значительной степени определяется процессами ионного обмена.

Выводы

Из проведенной работы можно сделать следующие выводы.

С возрастанием соотношения сорбент : сорбат от 1 : 250 до 1 : 5 степень очистки почв увеличивается: от 40 до 95% (по ионам меди) и от 33 до 94 % (по ионам свинца) при использовании глины Сергиевского месторождения (К-7-05) в качестве сорбента.

Исследованные глины являются более эффективным сорбентом по отношению к ионам меди, чем к ионам свинца.

Установлено, что оптимальное соотношение глина : почва составляет 1 : 5. При таком соотношении степень очистки почвы составляет:

- для ионов меди порядка 95 % (мас.)
- для ионов свинца порядка 83,% (мас.)

Список литературы

1. Бингам Ф.Т., Коста М., Эйхенбергер Э. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. – М.:Мир, 1993. – 368 с.
2. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Фитоэкстракция тяжелых металлов из загрязненных почв // *Агрехимия*.- 2003.- №3. – С. 77 – 85.
3. Алексеев Ю.В., Лепкович И.П. Кадмий и цинк в растениях луговых фитоценозов // *Агрехимия*.- 2003.- № 9. – С. 66 – 69.
4. Dayan U., Manusov N., Manusov E., Figovsky O. On lack of interdependency between the abiotic and antropaic factors/// *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology ISJAEЕ*, 2006.-№ 3(35). - P. 34 – 40.
5. Везенцев А.И., Голдовская Л.Ф., Сиднина Н.А., Добродомова Е.В. Зеленцова Е.С. Определение кинетических зависимостей сорбции ионов меди и свинца породами Белгородской области // *Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки*.- 2006.- №3 (30), вып.2. - С.85-88
6. Голдовская-Перистая Л.Ф., Везенцев А.И., Сиднина Н.А., Зеленцова Е.С. Исследование валового содержания и содержания подвижных форм кадмия в почвах Губкинско-Старооскольского промышленного района // *Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки»*.- 2006.-№ 3(23), вып.4. - С.65-68.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства.- М.:ЦИНАО, 1992.-61с.
8. Государственный контроль качества вод. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2001. – 690 с.

SORPTION PURIFICATION OF SOILS FROM HEAVY METALS

A.I. Vesentsev, M.A. Troubitsin, L.F. Goldovskaya-Peristaya, N.A. Volovicheva

Belgorod State University, 85 Pobeda Str., Belgorod, 308015
vesentsev@bsu.edu.ru

Results of research of ability of clays of the Belgorod region to absorb ions Pb (II) and Cu (II) from water and buffer soil extracts are presented. During experiment of the optimum ratio clay: ground with most effective purification from heavy metals is established.

Key words: clay sorbents, soil, sorption activity, montmorillonite, heavy metals.