

УДК 614.771(574)(574.41)

**СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ КАЗАХСТАНА НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЙСКОГО РЕГИОНА****Абдуажитова А.М., Липихина А.В., Жакупова Ш.Б.***НИИ радиационной медицины и экологии Министерства здравоохранения Республики Казахстан, Семей, e-mail: nii-rm@yandex.ru*

Исследовано поглощение свинца каштановыми почвами Семейского региона в зависимости от ряда внешних и внутренних факторов. Выявлена прямая отрицательная корреляция величины поглощения свинца почвами. При поглощении свинца почвами происходит снижение pH модельных растворов тем сильнее, чем больше начальная концентрация ионов металла.

**Ключевые слова:** загрязнение, свинец, почва, тяжелые металлы, выбросы**DEGREE OF SOIL CONTAMINATION IN KAZAKHSTAN BASED ON THE EXAMPLE OF SEMEY REGION****Abduazhitova A.M., Lipikhina A.V., Zhakupova S.B.***Scientific-research institute for radiation medicine and ecology of Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Semey, e-mail: nii-rm@yandex.ru*

Was investigated the absorption of lead by chestnut soils of Semey region, depending on several external and internal factors. A direct negative correlation of amount of lead absorption by soils was revealed. During the absorption of lead by soils the larger the initial concentration of metal ions, the stronger the reduction of pH of model solutions.

**Keywords:** pollution, lead, soil, heavy metals, emissions

В результате индустриально-инновационного развития во всем мире воздействие на природу приобрело глобальный характер, приводя к загрязнению обширные территории. В настоящее время одной из таких проблем является загрязнение почв различного рода поллютантами, особенно опасно – загрязнение почв стабильными, токсичными компонентами, такими, как тяжелые металлы (ТМ). Газопылевые выбросы осаждаются на поверхность почвы, при этом загрязняется верхний, самый плодородный слой. В почве осуществляются процессы трансформации различных соединений, причем происходит как превращение токсичных соединений в химически инертные, малотоксичные и недоступные растениям продукты, так и возрастание уровня токсичности химических соединений за счет растворения в условиях кислой или щелочной среды.

Свинец является приоритетным загрязнителем на территории Восточного Казахстана, в том числе и Семипалатинского региона. Он относится к ТМ I класса опасности, характеризуется высокой токсичностью, мутагенным и канцерогенным эффектом, способен к биоаккумуляции. Высокие концентрации свинца в окружающей среде оказывают вредное воздействие на экосистемы, низкие – жизненно необходимы для живых организмов в качестве

микроэлемента. Загрязнение почв свинцом носит долговременный характер – период полу удаления свинца составляет от 740 до 5900 лет [5], поэтому необходимо не только изучить поглотительные свойства почв, но и оценить экологическое состояние почвенного покрова, а также разработать различные методы, позволяющие снизить или полностью ликвидировать последствия загрязнения.

К числу важнейших процессов, контролирующей миграционную способность ТМ в системе почва-растение, относятся процессы поглощения, поэтому изучение поглотительных свойств почв при различном уровне техногенного воздействия – серьезная задача почвенной экологии, важная в научном и практическом аспекте. Ее решение позволяет оценивать и прогнозировать экологическое состояние почвенного покрова, разрабатывать мероприятия по снижению или ликвидации токсико-экологических последствий загрязнения.

Цель исследования: изучение процессов поглощения свинца каштановыми почвами Семейского региона в зависимости от ряда внешних и внутренних факторов по отношению к свинцу.

Изучение процессов поглощения соединений свинца почвами позволяет оценить потенциальную опасность их загрязнения в условиях конкретной природно-климати-

ческой зоны. Полученные сведения будут полезными при оценке воздействия выбросов промышленных предприятий и сельскохозяйственного производства на экологическую обстановку. Результаты работы также могут быть практически применены в системах нормирования.

**Материалы и методы исследования**

В качестве объектов исследования были использованы гумусовые горизонты (0-20 см) каштановых почв, широко распространенных в Семипалатинском Прииртышье: типичные выщелоченные слабогумусированные супесчаные, типичные выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые и солонцеватые выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые (типы почв указаны согласно классификации [6]). Образцы отбирали на участках,

не подверженных техногенному воздействию. Это позволяет предполагать, что полученные в результате исследования данные о поглотительной способности почв не являются заниженными, так как почвы не были изначально загрязнены свинцом. Отбор и определение физико-химических свойств исследуемых почв проводили общепринятыми методами [1, 2, 3].

**Результаты исследования и их обсуждение**

Физико-химические показатели исследуемых почв представлены в таблице. В целом почвы являются нейтральными – рН около 7; бедными гумусом, имеют в своем составе различное количество ила и физической глины. Соответствующие отличия выявлены и в емкости катионного обмена (ЕКО).

Физико-химический состав исследуемых почв

Почвы	рН <sub>водн</sub>	Гумус, %	Ил, %	Физическая глина, %	ЕКО, мг-экв/100 г
1	7,2	0,9	10,1	15,2	9,5
2	7,0	2,5	15,3	26,1	17,8
3	6,9	2,3	19,5	28,9	20,4

Примечание. 1 – каштановые типичные выщелоченные слабогумусированные супесчаные; 2 – каштановые типичные выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые; 3 – каштановые солонцеватые выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые.

Валовое содержание свинца колеблется в пределах от 14 до 17 мг/кг. Наиболее богаты валовым свинцом солонцеватые выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые почвы, наименее – типичные выщелоченные слабогумусированные супесчаные почвы. Мобильный фонд соединений свинца колеблется

в пределах от 10,5 до 11,5% от валового содержания, причем на долю водорастворимых форм приходится 0,5-0,6%, обменных форм – 2,5-3%, кислоторастворимых форм – 7,5-8%.

Данные, полученные при изучении кинетики процесса поглощения, представлены на рис. 1.

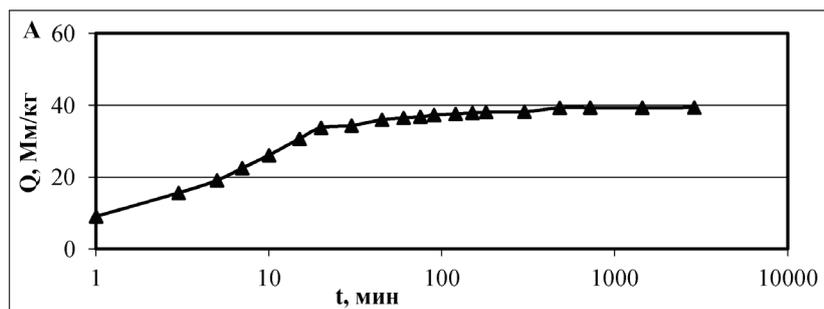


Рис. 1. Кинетика поглощения свинца почвами (▲ – типичная выщелоченная слабогумусированная среднесуглинистая почва)

До определенного момента с увеличением времени взаимодействия твердой и жидкой фаз количество поглощенного свинца возрастает. Через 5-8 ч. система «почва-раствор» приходит в равновесие, количество поглощенного свинца перестает изменяться. Физико-химические свойства

почв можно расположить в ряд по убыванию коэффициента корреляции между данными свойствами и количеством поглощенного свинца: физическая глина > ил > ЕКО > гумус > рН<sub>водн</sub>. Максимальное значение коэффициента корреляции выявлено между количеством поглощенного свинца Q и содержанием в по-

чве физической глины, минимальное – между количеством поглощенного свинца и рН. Полученные результаты вполне соответствуют литературным данным: общеизвестно, что загрязнение ТМ почв тяжелого гранулометрического состава, например, глинистых и суглинистых, представляет собой значительно меньшую экологическую опасность, чем загрязнение супесчаных и песчаных почв.

При поглощении свинца почвами снижается рН растворов (рис. 2). Наиболее

резкое снижение рН происходит в первые 15 мин. взаимодействия почвы с раствором, период от 15 мин. до 1 ч. характеризуется более плавным изменением рН. Подкисление может быть связано с гидролизом катионов  $Pb^{2+}$  и с последующим поглощением гидролизованных форм ППК [4, 7, 8].

Выявилась очень слабая зависимость между рН и остальными почвенными параметрами, в некоторых случаях корреляционная связь отрицательная.

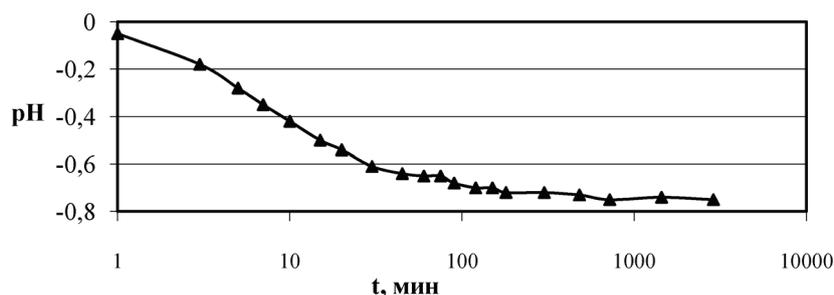


Рис. 2. Динамика изменения pH в процессе поглощения свинца почвой

Бликие к единице коэффициенты корреляции наблюдаются между ЕКО и содержанием в почве ила и гумуса. Попытки установить математическую зависимость между различными физико-химическими параметрами почв и оценить потенциальную экологическую опасность загрязнения почв от данных параметров предпринимались многими исследователями. Выявленные в на-

шей работе закономерности справедливы лишь в конкретных случаях и могут быть применены только для аналогичных почв и условий.

В ходе исследования была выявлена зависимость процессов поглощения свинца из растворов  $Pb(NO_3)_2$  от физико-химических свойств почв (рис. 3).

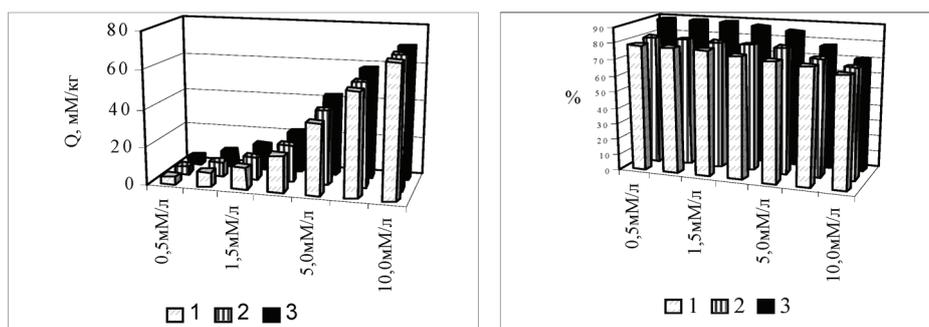


Рис. 3. Количество свинца, поглощенного почвами из растворов  $Pb(NO_3)_2$

Количество поглощенного почвами свинца находится в прямой зависимости от концентрации исходных растворов – при увеличении концентрации на порядок количество поглощенного свинца увеличивается в 8-9 раз. С изменением концентрации модельных растворов меняется также доля поглощенного свинца относительно внесенного количества. При увеличении

концентрации растворов нитрата свинца процент поглощенного почвами свинца постепенно снижается, хотя это снижение выражено весьма слабо – 9-18 % в зависимости от типа почвы. Снижение интенсивности поглощения может быть обусловлено уменьшением количества свободных адсорбционных центров в ППК. Это также можно объяснить и минимальным влияни-

ем ионной силы растворов на поглощение свинца, потому как свинец имеет сродство почвенному органическому веществу, и взаимодействие происходит с образованием координационных соединений. Установлено, что наибольшей поглотительной способностью по отношению к ионам  $Pb^{2+}$  обладают каштановые солонцеватые выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые почвы, ниже поглотительная способность каштановых типичных выщелоченных слабогумусированных среднесуглинистых почв и наименьшую поглотительную способность проявляют каштановые солонцеватые выщелоченные слабогумусированные среднесуглинистые почвы. Необходимо отметить, что данная зависимость сохраняется при использовании растворов всех концентраций.

Таким образом, по поглотительной способности почвы образуют следующий убывающий ряд: *солонцеватая выщелоченная слабогумусированная среднесуглинистая почва > типичная выщелоченная слабогумусированная среднесуглинистая почва > типичная выщелоченная слабогумусированная супесчаная почва.*

Это позволяет сделать предположение, что ионы  $Pb^{2+}$  сильнее поглощаются почвами, в составе которых находится большее количество гумуса, ила, физической глины, обменных катионов.

### Выводы

Впервые исследовано поглощение свинца каштановыми почвами Семейского региона в зависимости от ряда внешних и внутренних факторов. По содержанию гумуса, ила, физической глины, емкости катионного

обмена и рН исследуемые почвы характеризуются средней буферностью и фоновым для Восточного Казахстана валовым содержанием свинца, в пределах от 14 до 17 мг/кг.

В мобильном фонде соединений свинца на долю водорастворимых форм приходится 0,5-0,6%, обменных форм – 2,5-3%, кислоторастворимых форм – 7,5-8% от валового содержания. Выявлена прямая отрицательная корреляция величины поглощения свинца почвами в ряду: физическая глина > ил > ЕКО > гумус > рН<sub>водн.</sub>

При взаимодействии почвы с раствором нитрата свинца во времени, количество поглощенного металла возрастает в течение 5-8 часов, затем система «почва-раствор» достигает равновесного состояния.

При поглощении свинца почвами происходит снижение рН модельных растворов тем сильнее, чем больше начальная концентрация ионов металла.

### Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
3. Важенин И.Г. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах. – М.: Химия, 1974. – 287 с.
4. Зырин Н.Г., Сердюкова А.В., Соколова Т.А. Сорбция свинца и состояние поглощенного элемента в почвах и почвенных компонентах // Почвоведение. – 1986. – № 4. – С. 39–44.
5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Классификация почв России / Составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1997. – 236 с.
7. Ладонин Д.В. Соединения ТМ в почвах – проблемы и методы изучения // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 682–692.
8. Пинский Д.Л. К вопросу о механизмах ионообменной адсорбции тяжелых металлов почвами // Почвоведение. – 1998. – № 11. – С. 1348–1355.