

*Е. В. Разводовская*

## ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ Pb (II) ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВОЙ

*В статье рассмотрены особенности протолитических свойств почвы в ходе сорбции ионов Pb<sup>2+</sup> почвенным поглощающим комплексом дерново-подзолистой супесчаной почвы. С целью изучения выявления участия функциональных групп в процессе сорбции применялся метод рК-спектроскопии. Максимальное значение приращения протолитической емкости зафиксировано в области рК 4,4 и 8,4, что свидетельствует о вероятном связывании изучаемых ионов функциональными группами почвенного поглощающего комплекса слабокислой и слабоосновной природы.*

Существенной экологической проблемой является загрязнение почв различными типами загрязнителей, наиболее приоритетными являются тяжелые металлы (медь, свинец, никель, цинк и др.). Некоторые почвенные и растительные факторы способствуют поглощению тяжелых металлов корнями или перемещению их в надземные части растений. Накопление токсикантов в поверхностном слое почв имеет огромное экологическое значение [1]. Почвенная экосистема, являясь природным буфером, способна к сорбции различных видов токсикантов. Поглощение элементами почвенного поглощающего комплекса связано с рядом факторов: реакцией среды, содержанием органического вещества и другими. Исследование процессов в системе твердая фаза – почвенный раствор является актуальным.

Цель работы: исследование протолитических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы в ходе сорбции ионов Pb (II) почвенным поглощающим комплексом.

Объектом исследования являлись образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы, отобранные на глубине 0–20 см на территории д. Ченки Гомельского района.

Методы исследования: титриметрия, фотометрия, потенциометрическое титрование.

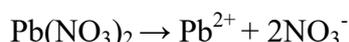
С целью выявления особенностей участия функциональных групп почвенного поглощающего комплекса проводился сорбционный эксперимент: в почву (навеска 2 г) внесли растворимую соль свинца (II) (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) концентрацией  $6,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л, что соответствует 4 ПДК, на фоне индифферентного электролита (1 н NaNO<sub>3</sub>). Время взаимодействия почвы с раствором – 24 часа, по истечении которого проводилось потенциометрическое титрование 0,01 н раствором NaOH. Значения рН фиксировали на рН-метре рН-150. По полученным данным строили кривые потенциометрического титрования.

В ходе изучения агрохимических характеристик исследуемых образцов почвы установлено, что изучаемая почва характеризовалась значением рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – 6,25; невысоким содержанием гумуса (2,02%), количественное содержание катионов и анионов в почве соответствует почвам данного типа.

Для потенциометрического анализа использовали метод обработки данных рК-спектроскопию [1], позволяющий по кривой титрования рассчитать функцию распределения концентраций ионогенных групп титруемого объекта по величинам рК (–lgK) кислотной диссоциации.

Для расчетов применяли уравнение Гендерсона – Хассельбаха.

В практических исследованиях немаловажно учитывать ионную силу раствора для оценки активности ионов. Произведен расчет активности ионов свинца (II) и нитрат-ионов, существующих в почвенном растворе:



$$\mu = \frac{1}{2} ([\text{Pb}^{2+}] \cdot z^2 + [\text{NO}_3^-] \cdot z^2); \mu = \frac{1}{2} (6,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2^2 + 12,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1^2); \mu = 18,6 \cdot 10^{-5};$$

$$\lg f = -0,512 \cdot z^2 \cdot \sqrt{\mu}; \lg f = -0,512 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{18,6 \cdot 10^{-5}}; \lg f = -0,02728;$$

$$f = 0,9391; \lg f = -0,512 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{18,6 \cdot 10^{-5}}; \lg f = -0,00682;$$

$$f = 0,9844; a = C \cdot f;$$

$$a(\text{NO}_3^-) = 12,4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9844 = 12,2066 \cdot 10^{-5};$$

$$a(\text{Pb}^{2+}) = 6,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9391 = 5,8224 \cdot 10^{-5}.$$

Расчеты свидетельствуют о незначительных различиях между значениями концентраций и активностей изучаемых ионов. Дальнейшие расчеты были произведены без учета ионной силы раствора.

Расчитанные значения рК-спектров изображены на рисунке 1.

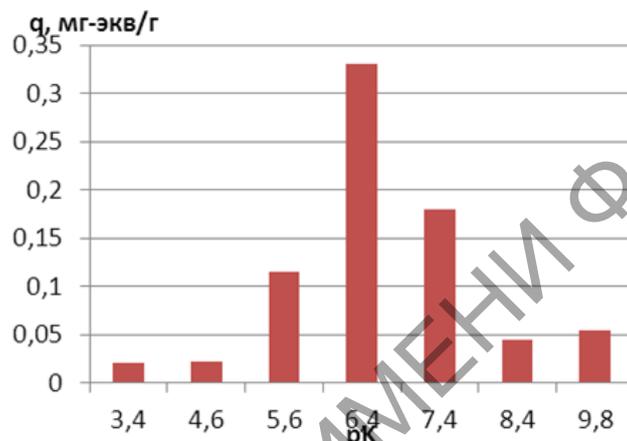


Рисунок 1 – Зависимость значений рК-спектров от значений протолитической емкости сорбента (концентрация ионов  $\text{Pb}^{2+}$   $6,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л)

Максимальное значение протолитической емкости зафиксировано в области рК 5,6; 6,4; 7,4.

Результаты проведенного эксперимента позволили рассчитать значения приращения протолитической емкости ( $\Delta q = q_{\text{опыт}} - q_{\text{хол}}$ ). На рисунке 2 приведен график зависимости приращения протолитической емкости от значений рК при внесении в почву ионов свинца (II).

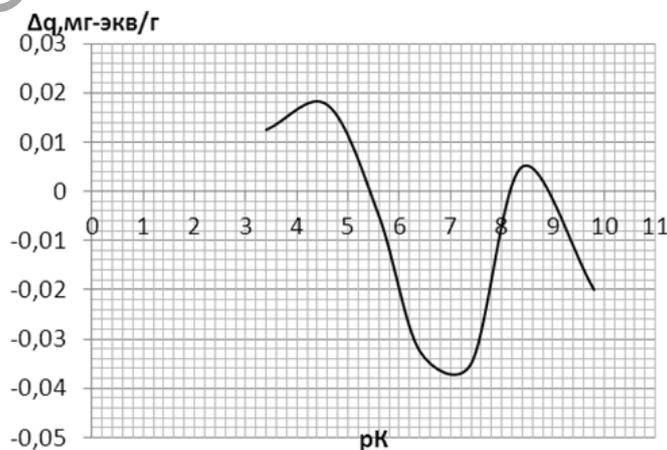


Рисунок 2 – Зависимость приращения протолитической емкости ( $\Delta q$ ) почвы от рК в результате сорбции ионов свинца (II) (концентрация ионов  $\text{Pb}^{2+}$   $6,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л)

Высвобождение ионов  $Pb^{2+}$  зафиксировано в области рК 7. Наибольшее связывание катионов изучаемого металла функциональными группами почвенного поглощающего комплекса отмечено в области рК 4,4 и 8,4. Согласно литературным данным [2], в процессе связывания, вероятно, участвуют функциональные группы почвенного поглощающего комплекса слабокислой и слабощелочной природы:  $SiOOH$ ,  $R_2POOH$ ,  $-R-PO(OH)_2$ ,  $RNH+H_2O$ ,  $R_2+H_2O$ .

В почвенном растворе ионы свинца (II) способны связываться с компонентами почвенного поглощающего комплекса в различные соединения (гидроксикомплексы, сульфоккомплексы и др.) [3]. При внесении в почву ионов свинца в дозе 4 ПДК в интервале рН = 4,4 концентрация поглощенных ионов равна  $1,7 \cdot 10^{-5}$  моль/л, концентрация гидроксид-ионов  $[OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-9}$  моль/л.

С целью установления существования различных форм гидроксикомплексов изучаемого катиона в почвенном растворе произведены расчеты:

$$[PbOH]^+ \leftrightarrow Pb^{2+} + OH^-$$

$$K_{нест} = \frac{[Pb^{2+}][OH^-]}{[PbOH^+]}; [PbOH^+] = \frac{[Pb^{2+}][OH^-]}{K_{нест}}; [PbOH^+] = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$Pb(OH)_2 \leftrightarrow Pb^{2+} + 2OH^-$$

$$[Pb(OH)_2] = \frac{[Pb^{2+}][OH^-]^2}{K_{нест}}; [Pb(OH)_2] = 3,7 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л};$$

$$[Pb(OH)_3]^- \leftrightarrow Pb^{2+} + 3OH^-$$

$$[[Pb(OH)_3]^-] = \frac{[Pb^{2+}][OH^-]^3}{K_{нест}}; [[Pb(OH)_3]^-] = 24,1 \cdot 10^{-18} \text{ моль/л.}$$

В почвенном растворе приоритетной формой существования гидроксикомплексов является  $[PbOH]^+$  (8,2% от поглощенного количества катионов  $Pb^{2+}$ ). Содержание комплексов состава  $[Pb(OH)_2]$ ,  $[Pb(OH)_3]^-$  незначительно и составило  $2,2 \cdot 10^{-5}\%$  и  $14,2 \cdot 10^{-11}\%$  соответственно.

Исследование особенностей поглощения ионов свинца (II) дерново-подзолистой супесчаной почвой показало, что изучаемые ионы способны связываться функциональными группами почвенного поглощающего комплекса слабокислой и слабоосновной природы, способны связываться в гидроксикомплексы состава  $[PbOH]^+$ .

### Литература

- 1 Лодыгин, Е. Д. Потенциометрический анализ фульвокислот подзолистых почв методом рК-спектроскопии / Е. Д. Лодыгин // Агрохимия. – 2002. – № 7. – С. 79–84.
- 2 Поведение  $Cu$  (II),  $Zn$  (II),  $Pb$  (II),  $Cd$  (II) в системе раствор – природные сорбенты в присутствии фульвокислоты / Д. Л. Пинский [и др.] // Почвоведение. – 2004. – № 3. – С. 291–300.
- 3 Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас – М.: Мир, 1989. – 437 с.

УДК 911.2+504.54

*О. Н. Роскач*

### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ СВЕТЛОГОРСКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ ЛАНДШАФТНОГО ДЕЛЕНИЯ

*Работа посвящена геоэкологической оценке ландшафтов Светлогорского района. В качестве показателей экологического состояния выбраны лесистость, плотность*