

УДК 631.414.3:546.815:631.414.2

Власенко Е.А.

ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ СВИНЦА (II) В СИСТЕМЕ ПОЧВА – ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», Гомель, Беларусь

Среди множества различных загрязнителей окружающей среды приоритетными являются тяжелые металлы, которые даже при низких концентрациях отличаются высокими канцерогенными свойствами.

Почва является мощным поглотителем многих химических элементов, которые удерживаются в поверхностном, плодородном слое. Компоненты почвенного поглощающего комплекса за счет буферности способны снижать токсичность металлов. Следовательно, изучение особенностей поглощения тяжелых металлов является актуальной задачей.

Цель работы: Изучение особенностей протолитических свойств почвы в ходе сорбции ионов свинца (II) дерново-подзолистой супесчаной почвой с применением метода рК-спектроскопии.

В качестве объекта исследования выбраны образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы, отобранные на глубине 0 – 20 см на территории санаторно-курортной зоны Гомельского района (д. Ченки).

Основные агрохимические характеристики почвы были определены по стандартным методикам [1].

Методика проведения сорбционного эксперимента по изучению протолитических свойств почвы: К 2 г почвы добавляли навеску $Pb(NO_3)_2$ массой 0,066 г, которая соответствует концентрации ионов свинца 10^{-2} моль/л, затем приливали 20 мл 0,1н раствора нитрата натрия для создания постоянной ионной силы и оставляли для взаимодействия твердой фазы с раствором в течение суток.

Для изучения протолитических свойств исследуемой почвы применяли метод рК-спектроскопии, который позволяет путем непрерывного титрования получить зависимости концентраций функциональных групп от характеризующих их величин рК [2]. Эксперимент проводили путем непрерывного потенциометрического титрования на рН-метре «рН 150» 0,01н раствором щелочи с одновременным контролем значения рН почвенного раствора, который позволил получить зависимость значений приращения протолитической емкости сорбента от значений рК функциональных групп почвенного поглощающего комплекса. Поглощение ионов Pb^{2+} исследуемой почвой изучалось в концентрации 10^{-2} моль/л.

Результаты агрохимического анализа: сумма поглощенных оснований составила $103 \pm 8,2$ мг – экв/кг; значение рН водной вытяжки – $6,0 \pm 0,5$ единиц; содержание гумуса – $2,2 \pm 0,2$ %; содержание обменного калия (K_2O) – 310 ± 24 мг/кг; содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 250 ± 20 мг/кг. Приведенные данные свидетельствуют о принадлежности анализируемой почвы к типичным дерново-подзолистым почвам Беларуси [3].

С целью изучения протолитических свойств почвы проведено потенциометрическое титрование почвенных растворов. По полученным данным построены кривые потенциометрического титрования в координатах: объем титранта (мл) – рН почвенного раствора, пример приведен на рисунке 1.

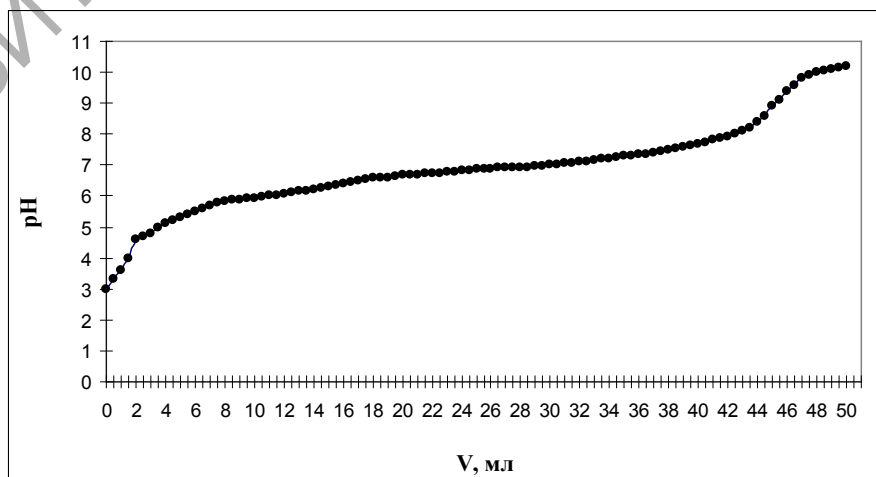


Рисунок 1 – Кривая потенциометрического титрования почвенной вытяжки 0,01н раствором NaOH ($C_m Pb(NO_3)_2$ 10^{-2} моль/л)

По результатам анализа кривой титрования рассчитывали значение протолитической емкости (q , мг-экв/г):

$$q = \frac{(V_{\text{кон}} - V_{\text{нач}}) \cdot C}{m},$$

где ($V_{\text{нач}} - V_{\text{кон}}$) – разность объема щелочи в диа-

пазонах pH от 3 до 4 и т. д.;

C – концентрация $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;

m – масса навески почвы равная 2 г.

Строили рК-спектр: зависимость значений рК функциональных групп, от значений протолитической емкости (рисунок 2).

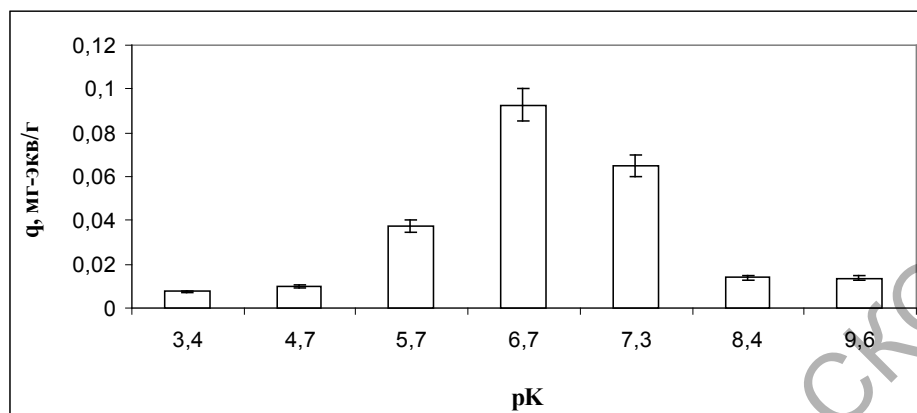


Рисунок 2 – рК-спектры ионов Pb^{2+} ($C_m \cdot 10^{-2}$ моль/л)

Данный спектр указывает, в каком диапазоне pH наблюдаются наибольшие значения протолитической емкости сорбента, что позволяет прогнозировать участие функциональных групп в поглощении ионов металла. Функциональные группы различаются по величине значений рК ($-\lg K$) [4].

Полученные на основе данных непрерывного потенциометрического титрования рК-спектры использованы для определения приращения протолитической емкости (Δq , мг-экв/г) при введении в систему

исследуемого иона металла. Значения приращения Δq при наличии в системе ионов свинца (II) рассчитывали как разность протолитических емкостей q (при заданных значениях рК) для опытного образца и холстой пробы соответственно, строили график, отражающий зависимость приращения Δq от значения рК в диапазонах от 3 до 4, от 4 до 5 и т.д. (рисунок 3).

Проведен расчет концентраций возможно существующих гидроксокомплексов свинца (II) в исследуемой системе. Результаты представлены в таблице 1.

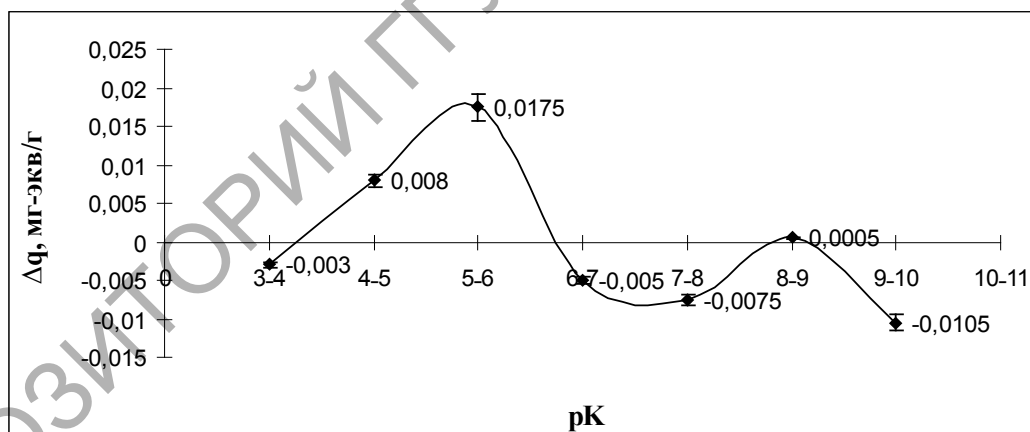


Рисунок 3 – Зависимость приращения протолитической емкости исследуемой почвы от показателя рК ($C_m \cdot \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

Таблица 1 – Концентрация гидроксокомплексов свинца (II), моль/л

Сисх., моль/л	Сполг., моль/л	рК функц. гр.	$[\text{Pb}(\text{OH})]^+$	$[\text{Pb}(\text{OH})_2]$	$[\text{Pb}(\text{OH})_3]^-$
0,003	$5,1 \cdot 10^{-6}$	3,3	$7,6 \cdot 10^{-16}$	$2,1 \cdot 10^{-26}$	$5,6 \cdot 10^{-37}$
	$4,6 \cdot 10^{-6}$	4,6	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$7,7 \cdot 10^{-24}$	$4 \cdot 10^{-33}$
	$9,7 \cdot 10^{-6}$	5,7	$3,6 \cdot 10^{-13}$	$2,6 \cdot 10^{-21}$	$1,7 \cdot 10^{-29}$
0,01	$7,7 \cdot 10^{-6}$	4,7	$2,9 \cdot 10^{-14}$	$2 \cdot 10^{-23}$	$1,4 \cdot 10^{-32}$
	$1,7 \cdot 10^{-5}$	5,7	$6,4 \cdot 10^{-13}$	$4,5 \cdot 10^{-21}$	$3 \cdot 10^{-29}$
0,03	$1,5 \cdot 10^{-5}$	3,3	$2,2 \cdot 10^{-15}$	$6,3 \cdot 10^{-26}$	$1,7 \cdot 10^{-36}$
	$1,9 \cdot 10^{-5}$	4,6	$5,6 \cdot 10^{-14}$	$3,1 \cdot 10^{-23}$	$1,7 \cdot 10^{-32}$

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о наибольшем связывании ионов свинца при значениях рК функциональных групп равных 4,6 и 5,7 единиц, и преобладающих моногидроксокомплексов при данных значениях рК.

Рассчитанные значения приращения протолитической емкости сорбента свидетельствуют о наибольшем связывании ионов свинца в интервале рК от 4 до 6, что свидетельствует о возможном участии карбоксильных групп и фенольных соединений почвенного поглощающего комплекса; при значениях рК от 7 до 9 ионы свинца, вероятно, находятся в несвязанном виде, либо в виде растворимых комплексных ионов.

References:

1. Mineev, V.G. Praktikum po agrohimii / V.G. Mineev, V.G. Sychev, O.A. Amel'yanchik. – M.: Izd – vo MGU, 2001. – 689 s.
2. Potenciometricheskij analiz ful'vokislot podzolistykh pochv metodom rK-spektroskopii / E.D. Lodygina [i dr.] // Agrohimiya. – 2002. – № 7. – S. 79 – 84.
3. Ladonin, D. V. Izuchenie mekhanizmov pogloshcheniya medi, cinka i svinca derno-podzolistoj pochvoj / D.V. Ladonin [i dr.] // Pochvovedenie. – 2004. – № 5. – S. 537–545.
4. Pinskiy, D.L. K voprosu o mekhanizmah ionoobmennoj adsorbicii tyazhelykh metallov pochvami / D.L. Pinskiy // Pochvovedenie. – 1998. – № 11. – S. 1348 – 1355.

Vlasenko E.A.

STUDY OF PLUMBUM'S (II) IONS SORPTION PARAMETERS BY SOIL ABSORBING COMPLEX OF SANDY LOAM SOIL

Gomel State University named after Skaryna, Gomel, Belarus

Summary

The article deals with the issues related to the study of the adsorption of plumbum (II) ions by pK spectroscopy. It is shown that in case of introduction of Pb²⁺ ions in soil, preferential uptake of the test soil absorbing complex cation with functional groups having pK from 4 to 6 is being observed, which corresponds to carboxylic and phenolic groups.

Keywords: pK-spectroscopy, soil, sorption, plumbum (II).