

**М. А. Галицкая**

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь, г. Гомель*  
Научный руководитель: А. В. Хаданович

## **ОСОБЕННОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ИОНОВ КАДМИЯ И МЕДИ (II) ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВОЙ**

Важной экологической проблемой в настоящее время является антропогенное загрязнение почвы. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения. Почва – сложная многофазная, полидисперсная, многокомпонентная, термодинамически открытая природная система, обладающая мощным буферным действием [1]. Буферность почв – свойство, которое обладает способностью оказывать сопротивление изменениям pH, являющимся следствием воздействия различных факторов, в том числе и попадания тяжелых металлов в почву, что влечет подкисление почвы и ведет к серьезным экологическим последствиям. Немаловажное значение имеет изучение поглощательной способности почв, так как важно установить особенности связывания тяжелых металлов с элементами почвенного поглощающего комплекса.

В связи с глобальным загрязнением биосферы контроль поступления тяжелых металлов в почву и изучение особенностей поглощательной способности почв является актуальной задачей.

Впервые на примере изучения процессов поглощения почвенным поглощающим комплексом дерново-подзолистой почвы катионов кадмия показано, что в процессах сорбции участвуют функциональные группы различной природы, рассчитаны значения рК-спектров, величины приращения протолитической емкости сорбента, что актуально в изучении протолитических свойств данного типа почв.

Цель: Исследование характера сорбции ионов  $Cd^{2+}$ , сорбционных процессов, протекающих в почве на примере почвенного поглощающего комплекса дерново-подзолистой супесчаной почвы.

Объект: Дерново-подзолистая, супесчаная почва, отобранная на территории центрального парка г. Гомеля на глубине пахотного слоя (0-20 см).

Методики исследования. Агрохимические характеристики почвы исследовались по стандартным методикам [3]. Проведение сорбционного эксперимента осуществлялось с использованием методов титриметрии, фотометрии, потенциометрического титрования.

Ход постановки сорбционного эксперимента.

К навеске почвы массой 2 г на фоне индифферентного электролита (1н. р-р  $NaNO_3$ ) добавляли растворы нитратов кадмия (II) в интервале концентрации  $10^{-3}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Время взаимодействия почвы с растворами составляло 24 часа. Изучение протолитических свойств почвы осуществляли путем потенциометрического титрования.

Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: значение pH –  $5,98 \pm 0,43$  единиц, содержание фосфатов составило  $29,5 \pm 2,4$  мг на 100 г почвы, содержание гумуса –  $2,66 \pm 0,32$ ; нитрат- и хлорид-ионов –  $142,3 \pm 13,5$  мг/кг;  $312,9 \pm 29,2$  мг/кг соответственно.

По данным потенциометрического титрования строили кривые титрования, которые позволили рассчитать функцию распределения концентраций ионогенных групп титруемого объекта по величине рК (-lgK) кислотной диссоциации. Данная функция называется рК-спектром, сам метод – рК – спектроскопией [2]. В процессах поглощения ионов кадмия участвуют функциональные группы почвенного поглощающего комплекса [4]. Для расчета значений рК функциональных групп применяли уравнение Гендерсона – Хассельбаха [2]. Использовали рассчитанные значения рК-спектров функциональных групп почвенного поглощающего комплекса для построения гистограмм, отражающих зависимость рК – спектров от протолитической емкости (q). Значения протолитической емкости сорбента рассчитывали, используя формулу:

$$q = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C_{\text{щел}}}{m},$$

где  $V_1 - V_2$  – разность объемов щелочи, мл

$m$  – масса почвенной навески, г

$C_{\text{щел}}$  – концентрация щелочи, вносимой в почвенный раствор

Высота рК спектров характеризует степень связывания ионов  $\text{Cd}^{2+}$  почвенного поглощающего комплекса. Результаты представлены на графике 1.

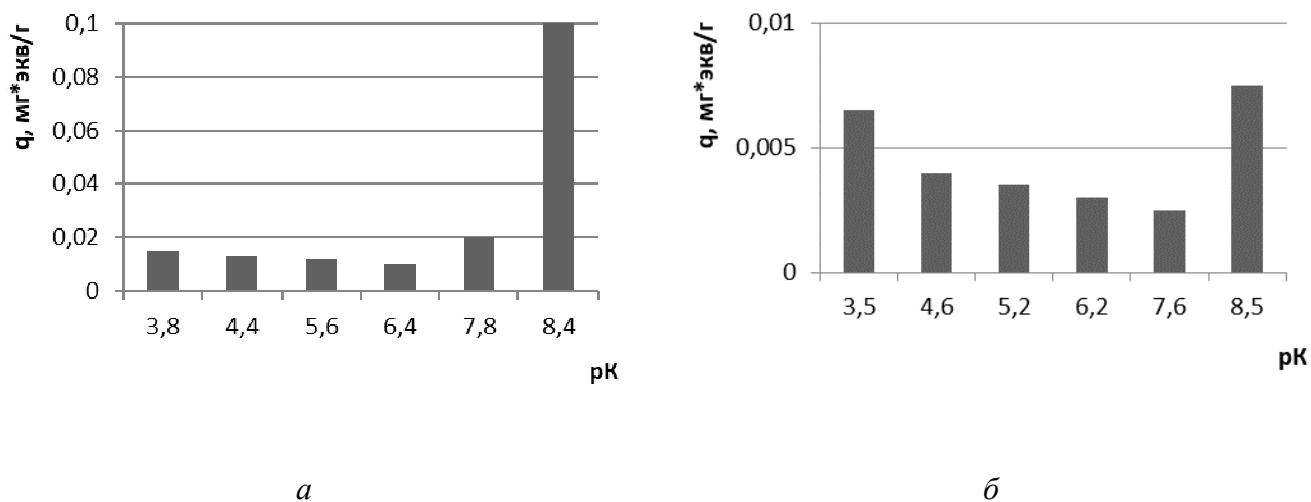


Рисунок 1 – Зависимость значений рК-спектров от значений протолитической емкости сорбента (а -  $\text{Cd}^{2+}$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л; б-  $\text{Cd}^{2+}$  с концентрацией  $10^{-3}$  моль/л)

При внесении ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в почву в области низких концентраций ( $10^{-3}$  моль/л) максимальное значение рК спектров составило 3,5 и 8,5; в области высоких концентраций вносимого компонента ( $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л) – значения рК-спектров соответствовали значениям 7,8; 8,4. [3]. Результаты проведенного эксперимента позволили рассчитать приращение протолитической емкости ( $\Delta q = q_{\text{опыт.}} - q_{\text{хол.}}$ ). Результаты исследований приведены на графике 2.

Максимальное значение приращения протолитической емкости почвы при внесении изучаемых катионов с концентрацией  $10^{-3}$  моль/л зафиксировано в области рК 6-7 и 8,3-9 что, вероятно, указывает на участие функциональных групп почвенного поглощающего комплекса –  $\text{COOH}$ ,  $=\text{CON}$ (фенолы),  $\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$  в связывании ионов  $\text{Cd}^{2+}$  [3]. Наименьшее связывание ионов отмечается в области 4-5,7 рК, что, по всей видимости, свидетельствует о присутствии ионов кадмия (II) в почвенном растворе в виде растворимых соединений.

При внесении концентрации  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л максимальное значение приращения протолитической емкости при значениях рК 4 и 6,2, что указывает на участие функциональных групп почвенного поглощающего комплекса различной природы ( $\text{SiOOH}$ ,  $\text{R}_2\text{POOH}$ ,  $-\text{R-PO}(\text{OH})_2$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $=\text{CON}$  (фенолы),  $\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

При значениях рК 7-9 отмечаются отрицательные значения приращения протолитической емкости сорбента, что свидетельствует о высвобождении ионов кадмия.

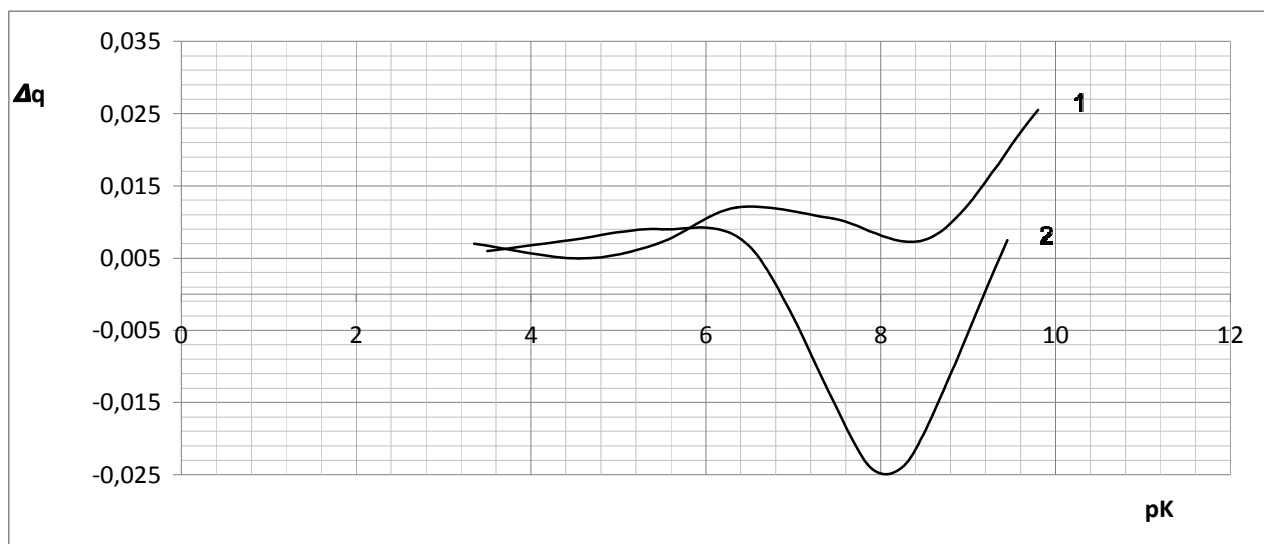


Рисунок 2 – Зависимость приращения протолитической емкости ( $\Delta q$ ) почвы от  $pK$  в результате сорбции ионов кадмия (1- концентрация ионов  $Cd^{+2} 10^{-3}$  моль/л; 2- концентрация ионов  $Cd^{+2} 5 \cdot 10^{-2}$  моль/л)

Изучение характера протолитической емкости сорбента показало, что максимальных значений данная характеристика достигла при поглощении ионов  $Cd^{2+}$  при  $pK$  3,5 ( $\Delta q$  0.0065); 8,5 ( $\Delta q$  0.0075)  $10^{-3}$  моль/л;  $pK$  7,8 ( $\Delta q$  0.02); 8,4 ( $\Delta q$  0.1)  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л.

Результаты исследований апробированы на XXIX Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные научные исследования в современном мире» (Переяслав-Хмельницкий, 2017 г.); V Международной заочной научно – практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в современной химии» (Нежин, 2018 г.).

#### Список литературы

1. Гулькина Т. И. Адсорбция меди основными типами почв: автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Т.И. Гулькина. Новосибирск, 2003. 22 с.
2. Лодыгин Е. Д., Безносиков В. А. Потенциометрический анализ фульвокислот подзолистых почв методом  $pK$ -спектроскопии // Агрохимия. 2002. № 7. С. 79–84.
3. Минеев В. Г. Агрохимия. 2-е изд. Москва: Колос, 2004. 720 с.
4. Пинский Д. Л. Ионнообменные процессы в почвах. Пущино, 1997. 166 с.