

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА рК – СПЕКТРОСКОПИИ К ИЗУЧЕНИЮ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ (II) ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВОЙ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с изучением сорбции ионов меди (II) методом рК-спектроскопии. Показано, что при внесении ионов Cu^{2+} в почву наблюдается преимущественное поглощение исследуемого катиона почвенным поглощающим комплексом с участием функциональных групп, имеющих рК 4,2; 7,5; 8,3; 9,3, что соответствует аминным, карбоксильным и фенольным группам.

The article deals with issues related to the study of sorption of copper (II) ions by рК-spectroscopy. When researchers bring Cu^{2+} ions into the soil there is preferential uptake of cation by absorbing soil complex with functional groups with рК 4.2; 7.5; 8.3; 9.3, which corresponds to an amine, carboxyl and phenolic groups.

Ключевые слова: почва, медь, сорбция, рК-спектроскопия, емкость, поглощение.

В настоящее время существует экологическая проблема загрязнения почв. К приоритетным загрязнителям относят тяжелые металлы. Сельскохозяйственные земли загрязнены медью, цинком, свинцом, никелем и другими металлами. Изменить создавшееся положение, устранить негативные последствия загрязнения, тяжелыми металлами, провести реабилитацию загрязненных почв помогут организация регионального почвенно-экологического мониторинга, оценка антропогенной нагрузки по районам и степени загрязнения основных типов почв [1]. Изучение протолитических свойств почвы, установление характера поглощения ионов металлов, определение констант ионизации, характера функциональных групп почвенного поглощающего комплекса, участвующих в процессах сорбции является актуальным.

Цель работы - изучение особенностей протолитических свойств дерновоподзолистой супесчаной почвы в процессе сорбции меди (II).

Объектом исследования является дерново-подзолистая супесчаная почва, отобранная на территории санаторно-курортной зоны «Ченки» г. Гомеля. Основные агрохимические показатели и характеристики определяли по следующим методам: определение рН показателя – потенциометрическим методом; определение содержания органического углерода и суммы обменных оснований кальция и магния – титриметрическим методом; определение содержания сульфат-ионов и подвижного фосфора в почве – фотоколориметрическим [2].

Агрохимические показатели исследуемой почвы характеризуются следующими величинами: значение рН (H_2O) исследуемой почвы составило

4.72 единиц, содержание гумуса в среднем составило 2,62 %, содержание подвижного фосфора – 125.00 мг/кг, сумма обменных оснований составила 128,00 мг-экв/кг. Полученные данные характеризуют принадлежность данного типа почвы к наиболее распространенным типам почвы Беларуси [3].

Методика проведения сорбционного эксперимента по изучению протолитических свойств почвы: к 50 мл 0,1н нитрата натрия добавляли раствор соли изучаемого катиона с концентрацией – 0,001 моль/л. Полученный раствор приливали к 2 г почвы, оставляли на 24 часа для взаимодействия. По истечении суток проводили потенциометрическое титрование почвенных растворов 0,1 н раствором NaOH (предварительно доведя рН до 3 единиц при помощи 0,1н раствора азотной кислоты). Фиксировали уровень рН при помощи рН-метра (И-160). По полученным данным строили графики. С помощью метода рК-спектроскопии устанавливали характерные особенности поглощения ионов никеля почвенным поглощающим комплексом почвы. Метод рК-спектроскопии - это метод обработки данных, позволяющий из кривой кислотно-основного титрования рассчитать функцию распределения концентраций ионогенных групп титруемого объекта по величинам рК (-lgK) кислотной диссоциации, рК-спектр – функция распределения.

Расчеты проводились по уравнению Гендерсона-Хассельбаха в форме:

$$\text{pH} \approx \text{pK} + \frac{\lg([\text{Осн.}])}{[\text{Кисл.}]} \quad (1)$$

где рК – показатель силы бренстедовской кислотности функциональных групп, [Осн] = α , [Кисл] = 1 - α . Если [Осн] = [Кисл], то $\alpha = 0,5$.

Результаты потенциометрического титрования приведены на рисунке 1.

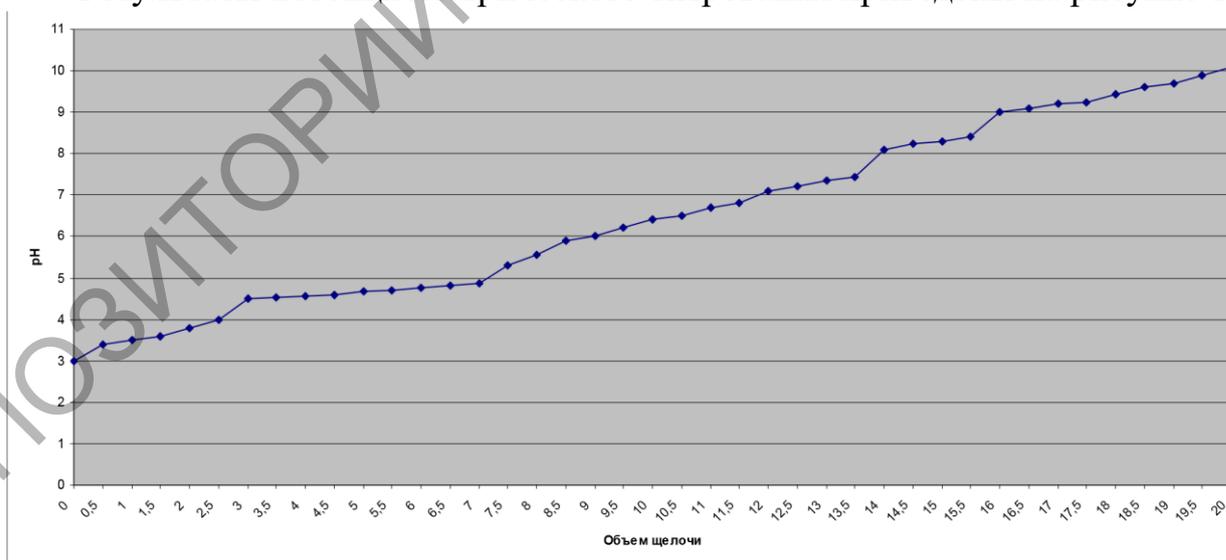


Рисунок 1- кривая титрования $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (10^{-3} моль/л) 0,1н р-ом NaOH. Рассчитывали значение протолитической емкости сорбента по формуле:

$$q = \frac{V \cdot N}{m} \quad (2)$$

где $N_{щ}$ – концентрация щелочи, используемой при титровании, $\Delta V_{щелочи}$ – разность объемов щелочи, m – навеска почвы (г).

На рис. 2 представлена зависимость значений рК - спектров от значений протолитической емкости сорбента.

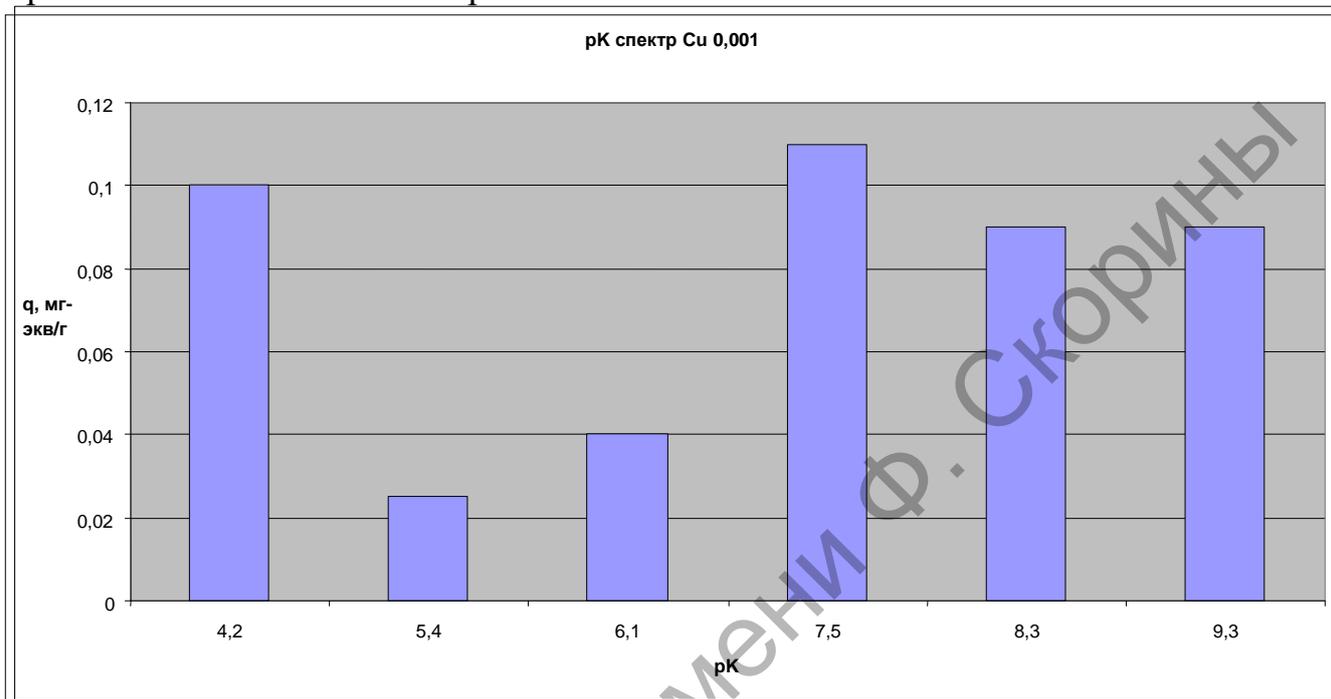


Рис. 2. Зависимость значений рК - спектров от значений протолитической емкости сорбента Cu^{2+} с концентрацией 10^{-3} моль/л

Рассчитанные графически значения рК-спектры наглядно показывают характер обмена ионов H^+ и Cu^{2+} , свидетельствуют о поступлении катионов водорода в почву, высота рК-спектров характеризует степень связывания ионов Cu^{2+} почвенного поглощающего комплекса. Наибольшее связывание изучаемого катиона отмечается в области рК 4,2; 7,5; 8,3; 9,3, что предположительно, отвечает участию в процессах поглощения следующих функциональных групп $NH+H_2O$ (рК=4,2); $-COOH^-$; NH_2+H_2O (рК=7,5;9,3) [1]. В ходе исследования рассчитали приращение протолитической емкости по формуле: (3). На рисунке 3 представлена зависимость приращения протолитической емкости сорбента от величины рК-спектров.

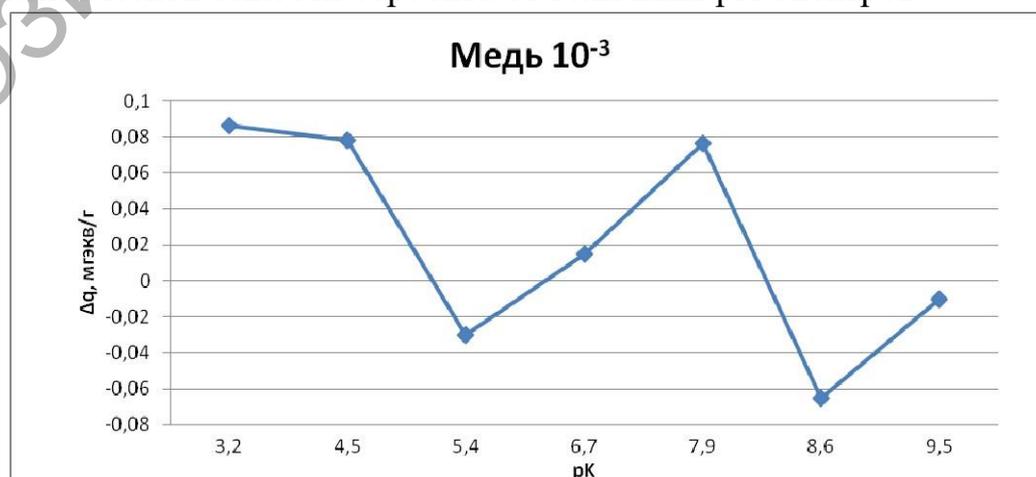


Рис. 3. Зависимость приращения протолитической емкости (Δq) почвы от рК в результате сорбции ионов меди (II)

Таким образом, в ходе проведенного эксперимента установлено, что при внесении ионов Cu^{2+} в почву наблюдается преимущественное поглощение исследуемого катиона почвенным поглощающим комплексом с участием функциональных групп, имеющих рК 4,2; 7,5; 8,3; 9,3, что соответствует аминным, карбоксильным и фенольным группам.

Литература

1. Водяницкий, Ю. Н. Применение уравнений Ленгмюра и Дубинина-Радускевича для описания поглощения Cu и Zn дерново-карбонатной почвой / Ю.Н. Водяницкий [и др.] // Почвоведение. – 2000. – № 11. – С. 1391 – 1398.
2. Воробьева, Е. В. Большой практикум: Практик. пособие по спецкурсу для студентов биологического факультета / авт.-сост. Воробьева Е.В., Макаренко Т.В.; Мин. образ. РБ, УО «ГГУ им. Ф. Скорины»; – Гомель, 2005.– 87 с.
3. Ладонин, Д. В. Изучение механизмов поглощения меди, цинка и свинца дерново-подзолистой почвой / Д.В. Ладонин [и др.] // Почвоведение. – 2004. – № 5. – С. 537–545.