

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДСОРБЦИИ СВИНЦА (II) ПЕСЧАНОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВОЙ

В статье рассматриваются особенности процессов сорбции свинца (II) почвенным поглощающим комплексом песчаной почвы. Экспериментальные данные показали, что поглощение ионов свинца почвой приводит к снижению водородного показателя, что объясняется, в частности, гидролизом солей. В сорбционных процессах ионов свинца (II) принимают участие функциональные группы почвенного поглощающего комплекса, имеющие слабокислотную природу. Максимальное поглощение тяжелого металла (82 % и 86 % от внесенного количества – 1 ПДК и 3 ПДК) зафиксировано для функциональных групп почвенного поглощающего комплекса, имеющих значение рК 6,8 и 6,5 соответственно.

Загрязнение почв тяжелыми металлами, в частности свинцом (II), представляет серьезную экологическую угрозу. В связи с этим изучение процессов сорбции почвенным поглощающим комплексом (ППК) почвы имеет важное значение для прогнозирования миграции металлов в почвенных горизонтах и разработки методов ремедиации. Данное исследование направлено на выявление особенностей сорбции ионов свинца (II) песчаной дерново-подзолистой почвой, включая анализ изменений кислотно-основных свойств системы твердая фаза – раствор.

Цель работы – изучение протолитических свойств почвы в ходе сорбции ионов свинца (II).

Объект исследования – дерново-подзолистая песчаная почва, отобранная на глубине 0–20 см на территории дворцово-паркового ансамбля г. Гомеля (правый берег реки Сож).

Методы исследования: титриметрия, потенциометрия, рК-спектроскопия.

Методика постановки сорбционного эксперимента: к навеске почвы массой 2 г добавляли 20 мл раствора индифферентного электролита нитрата натрия 0,1 н с целью создания постоянной ионной силы в системе. Вносили соль свинца ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) в дозе 1 ПДК и 3 ПДК, оставляли на 24 часа для взаимодействия. Для исследования протолитических свойств почвы контролировали значение рН почвенного раствора с использованием рН-метра (рН-150М) проводили серию потенциометрических титрований.

Изучаемая почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН – 6,06, содержание гумуса – 2,3 %, P_2O_5 – 459 мг/кг, K_2O – 300 мг/кг, CaO – 963 мг/кг, MgO – 228 мг/кг.

На рисунке 1 представлен характер изменения рН почвенного раствора.

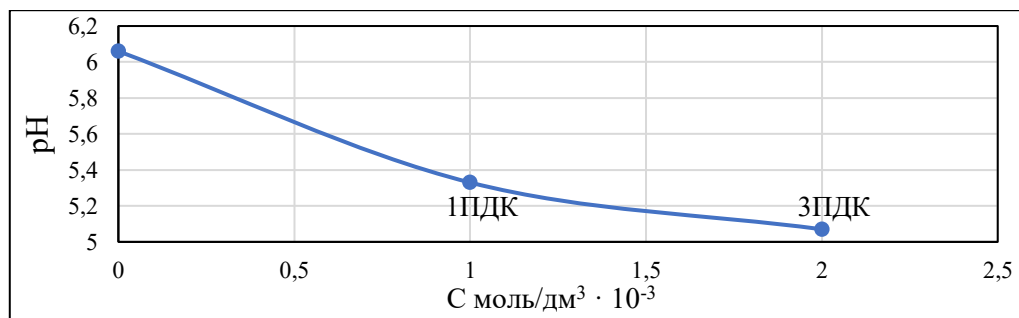
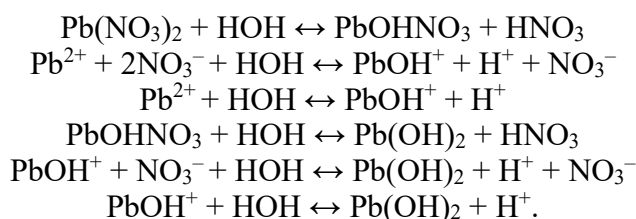


Рисунок 1 – Зависимость рН почвенного раствора от внесенного количества ионов свинца (II)

В ходе сорбции ионов свинца (II) дерново-подзолистой песчаной почвой зафиксировано снижение значений водородного показателя на 0,73 единицы, при дозе 1 ПДК, при увеличении дозы внесенного металла в 3 раза изменение pH почвы будет составлять 0,99 единицы, что может быть связано с рядом факторов – гидролизом катионов металлов и сорбцией гидролизированных форм, коадсорбцией OH^- -групп при поглощении катионов металлов [1, 2], вытеснением в раствор сорбированных ионов водорода, что приводит к увеличению кислотности:



В результате гидролиза образуются ионы водорода (H^+), что приводит к увеличению кислотности.

По результатам потенциометрического титрования образцов почвы были получены данные, необходимые для построения кривых титрования, представленных на рисунке 2.

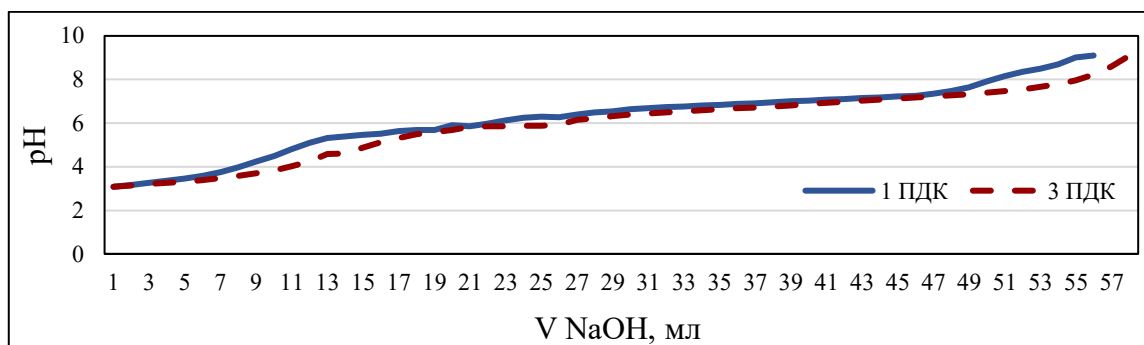


Рисунок 2 – Кривые титрования почвенного раствора 0,1 н раствором NaOH (доза Pb^{2+} – 1 ПДК и 3 ПДК)

По данным кривых титрования в интервалах pH 3–4, 4–5, 5–6, 6–7, 7–8, 8–9, с использованием уравнения Гендерсона-Гассельбаха (1) рассчитывали значения рК функциональных групп сорбента:

$$\text{pH} = 14 - \text{pK}_b + \lg \frac{C_{\text{основания}}}{C_{\text{соли}}}, \quad (1)$$

где pK_b – константа диссоциации слабого элемента;

$C_{\text{основания}}$ – концентрация основания (моль/дм³);

$C_{\text{соли}}$ – концентрация соли (моль/дм³).

По формуле (2) рассчитали значения протолитической емкости сорбента:

$$q = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{H}}}{m}, \quad (2)$$

где q – протолитическая емкость сорбента, мг-экв/г;

V – объем титранта, мл;

C_{H} – концентрация гидроксида натрия;

m – г, масса образца почвы.

На рисунке 3 представлена информация, описывающая сорбцию ионов свинца (II). Наибольшее поглощение изучаемых ионов наблюдается при участии функциональных групп ППК почвы, имеющих значения 6,8 и 7,3 (доза Pb^{2+} 1 ПДК) и 6,5 и 7,3 (доза Pb^{2+} 3 ПДК). Тип участвующих в протолитических равновесиях функциональных групп сорбента слабокислотный согласно [3]. В процессе связывания ионов свинца задействованы функциональные группы ППК почвы $-COOH$, $-CONH_2$, $-R-PO(OH)_2$.

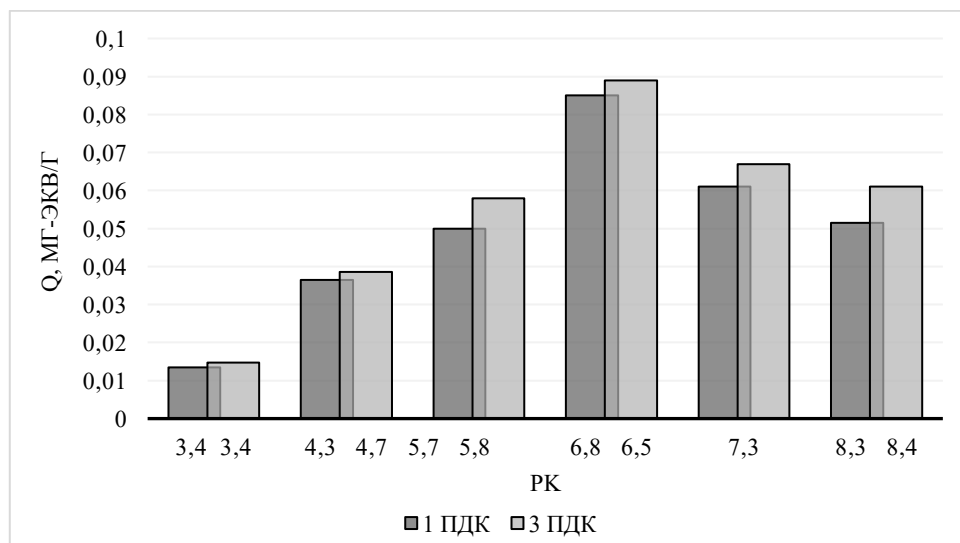


Рисунок 3 – Зависимость протолитической емкости сорбента от рК функциональных групп (1 ПДК и 3 ПДК свинца (II))

На рисунке 4 представлен характер связывания ионов свинца (II) функциональными группами ППК изучаемой почвы.

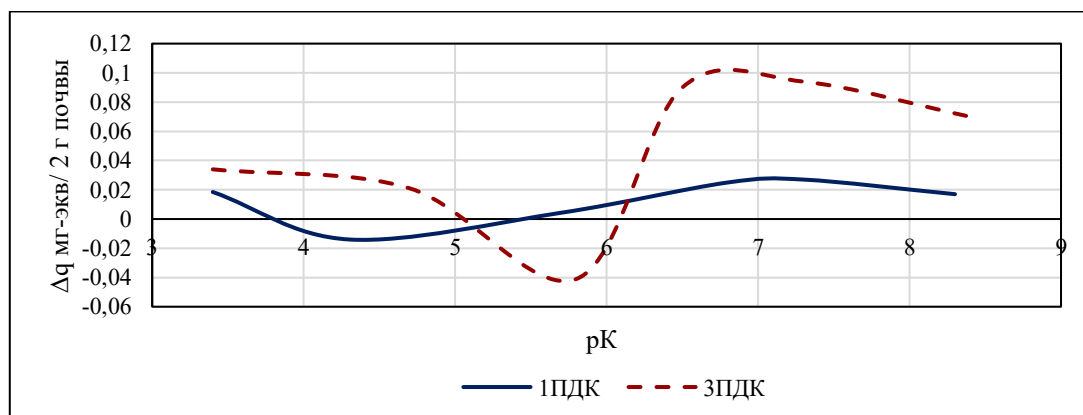


Рисунок 4 – Зависимость приращения протолитической емкости сорбента от значений рК функциональных групп ППК почвы (доза Pb^{2+} – 1 ПДК и 3 ПДК)

Максимальное поглощение тяжелого металла (82 % и 86 % от внесенного количества – 1 ПДК и 3 ПДК) зафиксировано для функциональных групп почвенного поглощающего комплекса, имеющих значение рК 6,8 и 6,5 соответственно. Установлено активное участие в процессах поглощения изучаемого катиона функциональных групп сорбента, имеющих значения 8,3; 4,3; 3,4, процент сорбции составил – 50; 35; 13 соответственно. Функциональные группы ППК, имеющие значение рК 4,3 не участвуют в процессах сорбции ионов свинца (II) (Δq – отрицательное значение).

При увеличении дозы вносимого металла в три раза максимум приращения протолитической емкости сорбента достигается при участии функциональных групп, имеющих значение рК 6,5, процент поглощения составил 86 от общего количества внесенного металла. В ходе серии экспериментов было выявлено, что функциональные группы сорбента, имеющие значения рК 8,4; 5,8; 3,4 активно взаимодействуют с исследуемым металлом, при этом проценты сорбции ионов свинца (II) от внесенного количества составили 59, 56 и 14 соответственно. В области рК функциональных групп 5,8 связывания металла не происходит, поскольку приращение протолитической емкости сорбента имеет отрицательное значение.

Вопросы, посвященные изучению особенностей сорбции ионов свинца (II) почвой, сложны и требуют дальнейших исследований.

Литература

1 Ладонин, Д. В. Изучение механизмов поглощения Cu (II), Zn (II) и Pb (II) дерново-подзолистой почвой // Д. В. Ладонин, О. В. Пляснина // Почвоведение. – 2004. – № 5. – С. 537–545.

2 Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата–Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

3 Битюцкий, Н. П. Микроэлементы и растение : учеб. пособие. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. – 232 с.

УДК 612.13.54

А. К. Диденко

АНАЛИЗ ТИПОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ДОЗИРОВАННУЮ НАГРУЗКУ У СТУДЕНТОВ-БИОЛОГОВ

Эта статья посвящена исследованию реакций сердечно-сосудистой системы студентов на дозированную физическую нагрузку, оцениваемых по изменениям ЧСС, САД и ДАД. Учитывая негативное влияние гиподинамии на регуляцию сердечно-сосудистой системы, метаболизм и общее состояние здоровья, данное исследование направлено на понимание адаптационных механизмов и выявление групп риска среди студентов.

Изучение реакций сердца и сосудистой системы на разнообразные воздействия внешней среды и естественной деятельности остается актуальной проблемой физиологии. Для интерпретации особенностей онтогенетического становления сердечно-сосудистой системы остается крайне важным понимание того, при каких условиях показатели гемодинамики продолжают расширять, а не лимитировать адаптационные возможности организма [1, с. 4].

Выполнение физической работы невысокой интенсивности способствует нормализации жирового обмена, так как энергообеспечение такой работы происходит преимущественно за счет окисления жиров – от 50 до 80 % общих энергозатрат в зависимости от интенсивности работы. Чем больше интенсивность физической работы, тем меньше вклад жиров в энергообеспечение. Поэтому регулярная тренировка в циклических упражнениях невысокой интенсивности (легкий бег, лыжные прогулки, плавание) может полностью нейтрализовать вредное влияние богатой животными жирами пищи [2, с. 14]. Увеличение сократительной активности скелетных мышц у человека наблюдается при выполнении