

3 Падутов, А. Е. Лесная энтомология. Вредители древесных пород и меры защиты: практическое руководство / А. Е. Падутов, Н. В. Мальцева. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 47 с.

4 Санитарные правила в лесах Республики Беларусь, утвержденные Постановлением Министерства лесного хозяйства 19 декабря 2016 г. № 79 (с изменениями и дополнениями 17 декабря 2020 г., № 25). – Минск, 2020. – 21 с.

УДК 543.241.8

*Е. М. Белоус, А. В. Сердюков*

### **ПРОТОЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СТАРИЦЫ РЕКИ СОЖ В ХОДЕ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ (II) И СВИНЦА (II)**

*В статье рассмотрены вопросы, посвященные особенностям сорбции ионов меди (II) и свинца (II) донными отложениями старицы р. Сож. Установлен характер изменения параметров сорбции изучаемых ионов донными отложениями. Рассчитаны значения рК-спектров функциональных групп сорбента, указывающие на их участие в поглощении меди (II) и свинца (II). Поглощение изучаемых ионов донными отложениями носит сложный характер, объясняемый различной природой сорбционных процессов.*

Проблема поступления и миграции тяжелых металлов в водные экосистемы приобретает все большее значение в связи с развитием промышленности, транспорта и использованием минеральных удобрений. Тяжелые металлы – элементы периодической системы с относительной атомной массой более 40 [1, с. 4]. Среди значимых источников поступления тяжелых металлов в биосферу выделяют природные (ветровая эрозия, вулканическая деятельность, испарения с поверхности морей и океанов, лесные пожары, биологические процессы, космическая пыль) и техногенные (горнодобывающая промышленность, энергетическая промышленность, химическая промышленность, автотранспорт, сельское хозяйство) [2, с. 7].

Попадая в водные экосистемы, тяжелые металлы аккумулируются в природных сорбентах, к числу которых относят донные отложения. Их поглотительная способность обеспечивается площадью сорбционной поверхности, емкостью катионного обмена связывающего комплекса, прочностью связывания тяжелых металлов и зависит от физико-химических факторов на границе раздела фаз с водой [3, с. 11].

В состав донных отложений входят слаборастворимые оксосульфаты, карбонаты, фосфаты, силикаты, органические соединения, остатки гуминовых и фульвокислот. Гумусовые вещества содержат следующие функциональные группы: аминогруппы  $-NH_2$ , амидные  $-CO-NH_2$ , спиртовые  $-CH_2-OH$ , альдегидные  $-CHO$ , карбоксильные  $-COOH$ , кетонные  $-CO-$ , метоксильные  $-OCH_3$ , фенольные  $-C_6H_5-OH$ , хинонные, гидрохинонные, которые могут быть вовлечены в процессы поглощения изучаемых ионов [4, с. 31].

**Цель исследования** – изучение протолитических свойств донных отложений в ходе сорбции меди (II) и свинца (II).

**Объект исследований** – донные отложения старицы реки Сож.

**Методы исследования:** потенциометрия, рК-спектроскопия.

**Схема сорбционного опыта:** к навеске донных отложений массой 2 г добавляли соли изучаемых металлов в дозе 3 ПДК. Проводили потенциометрическое титрование проб раствором 0,1 н гидроксида натрия на приборе рН метр – 150 М.

### Результаты исследований

В ходе проведения сорбционного эксперимента получены данные, позволяющие построить кривые титрования, с использованием которых рассчитываются значения приращения протолитической емкости донных отложений (мг-экв/г) с применением метода рК-спектроскопии.

На рисунке 1 представлен характер сорбции ионов меди (II) изучаемым сорбентом.

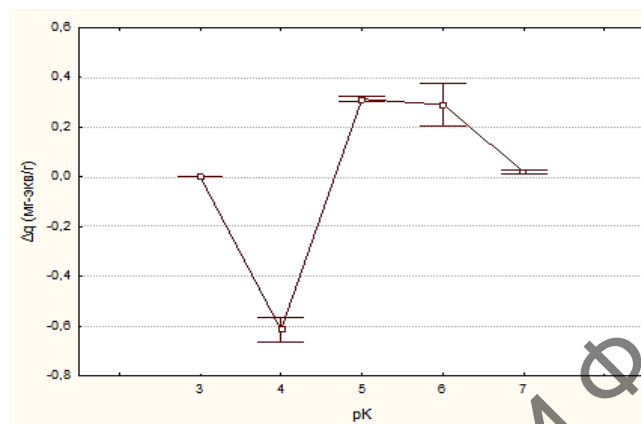


Рисунок 1 – Зависимость приращения протолитической емкости донных отложений от значений рК функциональных групп (доза  $\text{Cu}^{2+}$  3 ПДК)

Максимальные значения приращения протолитической емкости сорбента в ходе сорбции ионов меди отмечены при участии функциональных групп, имеющих значения рК = 5,8 и рК = 6,2, что соответствует 3,49 % и 3,00 % от внесенного количества иона. Максимумы связывания указывают на участие в процессах связывания металла таких функциональных групп, как карбоксильной, основной и фенольной природы [5, с. 293]. Минимальное значение приращения сорбционной емкости указывает на присутствие либо свободных ионов меди (II) в растворе, либо растворимых комплексных ионов, существующих в системе твердая фаза – раствор, не связанных с сорбентом.

Данные, приведенные на рисунке 2, иллюстрируют характер поглощения ионов свинца (II) донными отложениями.

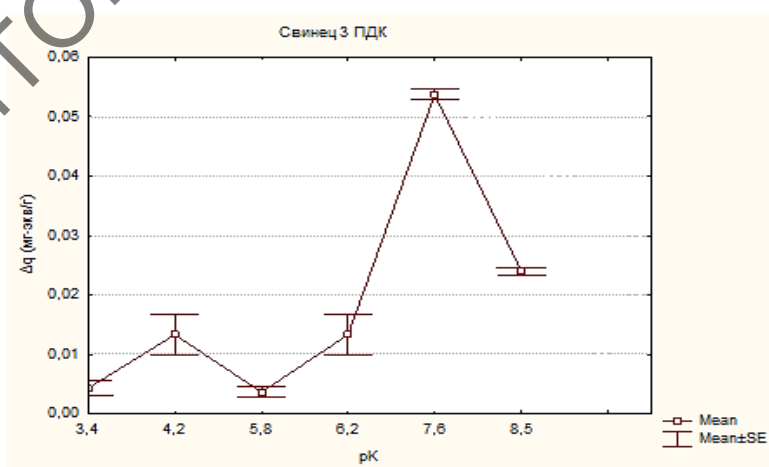


Рисунок 2 – Зависимость приращения протолитической емкости донных отложений от значений рК функциональных групп (доза  $\text{Pb}^{2+}$  3 ПДК)

Максимум приращения протолитической емкости сорбента 0,055 мг-экв/г отмечен при  $pK = 7,6$ . Процент сорбированных ионов свинца (II) донными отложениями составил 5,93 %. Данный характер поглощения свинца (II) донными отложениями обуславливается его миграцией и сорбцией органическими и минеральными веществами, в состав которых входят алюминий, железо, кремний, марганец и другие элементы [6, с. 8].

Характер сорбции изучаемых ионов донными отложениями отличен, что связано, прежде всего, с электронным строением атомов элементов, особенностями механизмов связывания катионов с органическими и неорганическими составляющими донных отложений, с процессами комплексообразования, образованием и осаждением труднорастворимых соединений, коагуляции и т. д. Интенсивность этих процессов зависит от морфометрических и гидрологических характеристик, а также от гидрохимического режима водоема. При изменении физико-химических условий (рН, Eh, минерализация и т. д.) возможен выход тяжелых металлов из донных отложений и их диффузия из поровых вод в придонные слои, соответственно возникает угроза вторичного загрязнения водоемов тяжелыми металлами.

### Литература

- 1 Алексеев, В. Ю. Тяжелые металлы в почвах и растениях / В. Ю. Алексеев. – Ленинград : Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987. – 142 с.
- 2 Устойчивость растений к тяжелым металлам / А. Ф. Титов [и др.] ; отв. ред. Н. Н. Немова. – Петрозаводск : Институт биологии КарНЦ РАН, 2007. – 172 с.
- 3 Болотов, В. П. Оценка содержания и миграция тяжелых металлов в экосистемах Волгоградского водохранилища : дис. ... канд. биол. наук : 28.04.15 / В. П. Болотов. – Москва, 2015. – 120 л.
- 4 Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Ленинград : Наука, 1980. – 288 с.
- 5 Пинский, Д. Л. 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.
- 6 Моисеенко, Т. И. Водная токсикология: фундаментальные и прикладные аспекты / Т. И. Моисеенко. – Москва : Наука, 2009. – 400 с.

УДК 630\*231

*А. В. Близнец, А. С. Лимонтов*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА СМЕШАННЫХ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР, СОЗДАНЫХ НА ВЫРУБКАХ**

*Приведена характеристика состояния, роста и развития сосново-березовых лесных культур. Отмечено, что изучаемые лесные культуры созданы на вырубках, в мишстой и орляковой сериях типов леса. Культуры имеют хорошую приживаемость, удовлетворительное состояние. Приживаемость культур первого года на участках варьирует от 91 % до 96 %, третьего года – от 88 % до 93 %.*

Создание лесных культур позволяет производить лесовосстановление в наиболее кратчайшие сроки, повышать продуктивность, качество и устойчивость лесных насаждений, сохранять биоразнообразие и экологию лесов [1, с. 145]. Одной из основных лесообразующих пород в Республике Беларусь является сосна обыкновенная [2, с. 4].