

УДК 628.3

Исследование процесса очистки воды от ионов железа (III) с помощью высших водных растений урути мутовчатой и элодеи канадской

*Карпунина Е.Г., студент
Россия, 443100, г. Самара, СамГТУ,
кафедра «Химическая технология и промышленная экология»*

*Научный руководитель: Копнина А.Ю., к.х.н, доцент
Россия, 443100, г. Самара, СамГТУ,
alina-kopnina@yandex.ru
rector@samgtu.ru*

Катастрофически увеличивается количество различных водоемов, больших и малых рек, где качество воды оценивается как неудовлетворительное практически для всех видов пользования. Проблема обработки стоков актуальна во многих местах, где на относительно малых площадях сконцентрировано большое количество требующих очистки вод различного происхождения. В нашей стране и за рубежом проводятся исследования, направленные на изыскание и внедрение в практику новых методов биологической очистки, позволяющих добиться лучших результатов и сохраняющих возможность существования естественного биоценоза при попадании очищенных стоков в реки и озера [1].

В последние десять лет большую популярность для организации очистки различных стоков приобрела фиторемедиация. Этот метод подразумевает использование растений и ассоциированных с ними микроорганизмов для очистки окружающей среды. В такой технологии используются природные процессы, с помощью которых растения и ризосферные микроорганизмы деградируют и накапливают различные загрязнители. Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических и неорганических загрязнителей.

На базе кафедры «Химическая технология и промышленная экология» Самарского государственного технического университета ведутся исследования, посвященные изучению процесса фитоочистки воды и возможности извлечения различных компонентов с помощью высших водных растений (ВВР) [2 – 5]. В данной работе представлены результаты исследований по изучению возможности извлечения ионов железа (III) из воды с помощью Урути мутовчатой и Элодеи Канадской.

Одной из основных проблем при внедрении фитотехнологий в производственный процесс является проблема подбора растения, биоценоза. На кафедре «ХТиПЭ» на протяжении длительного периода времени в лабораторных условиях проводятся исследования возможности очистки воды с использованием наиболее типичных для Самарского региона ВВР и ассоциированных с ним микроорганизмов. При выборе высшего водного растения для использования его в дальнейшем в лабораторных исследованиях следует исходить из его свойств очищать воду от существующих загрязнителей, присутствующих в стоках, и условий его произрастания. Необходимо использовать погруженное в воду растение, не требующее для своего роста и развития грунт. Эти условия выполняются для того, чтобы осуществлялась очистка воды от растворенных в ней загрязнителей, и не происходило загрязнение взвешенными веществами.

В качестве тест-объектов автором были выбраны два растения: Уруть Мутовчатая (рис. 1) – *Myriophyllum Verticillatum* L. сем. Сланоягодниковые, которая растет в основном в стоячей воде на открытых солнечных местах или в полутени, морозоустойчива, поэтому лабораторные условия жизни для нее более чем приемлемы и Элодея Канадская (рис. 2) - *Elodéa Canadensis* – водное растение, вид рода Элодея (*Elodea*), которое имеет способность к быстрому размножению, хорошо растет при температуре 16-24°C, как в жесткой, так и мягкой воде, на глубине от 20 до 300 см, любит яркое освещение, но может переносить и умеренное затенение [6-7].



Рис. 1. Уруть Мутовчатая



Рис. 2. Элодея Канадская

Выбор железа как загрязнителя был связан с тем, что источники загрязнения вод железом очень разнообразны. В одном случае железо поступает в воду при растворении горных пород, также может вымываться из них подземными водами. Повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах, в которых оно находится в виде

комплексов с солями гуминовых кислот. Основными же антропогенными источниками железа являются сточные воды предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и сельскохозяйственные стоки [8].

Для достижения целей перед автором были поставлены следующие задачи:

- определение эффективности фитоочистки воды с использованием урути мутовчатой и/или элодеи канадской в зависимости от исходной концентрации железа;
- проверка возможности извлечения ионов железа за счет работы микроорганизмов, находящихся на поверхности растения;
- определение зависимости эффективности фитоочистки от времени обработки пробы;
- экспериментальное изучение изменения сорбционной активности при многократном использовании растения для извлечения ионов железа из воды.

Эксперимент проводился в лаборатории кафедры «Химическая технология и промышленная экология» с использованием модельных растворов с различной концентрацией загрязнителя – ионов железа (III) (1, 2, 4, 6, 10 мг/дм³) в статических (рис. 3) и динамических условиях. Динамические условия достигаются использованием проточной установки, разработанной научно-исследовательским коллективом под руководством профессора кафедры, д.т.н. Чертеса К.Л., и представляющей собой четыре полимерных емкости, вместимостью 1,5 л, соединенные между собой, в которые из сборной емкости насосом подается раствор железа (рис. 4). Для определения концентрации железа использовался фотометрический метод с сульфосалициловой кислотой [9].

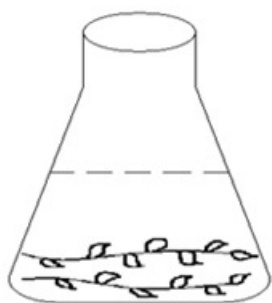


Рис.3. Статическая установка
(коническая колба объемом 250
мл с погруженным растением)



Рис.4. Проточная установка

Чтобы проверить работу микроорганизмов, были сделаны 2 модели урути: проволочная (на медную проволоку были привязаны ниточки, чтобы модель была внешне похожа на уруть) и зеленая (сделана из пластмассы). Модели содержались длительный период времени в одном аквариуме вместе с урутью.

В результате проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

- в среднем эффективность извлечения железа с использованием урути мутовчатой составляет 70 – 75 %, использование моделей (работа микроорганизмов) позволяет снизить концентрацию железа максимально лишь на 27 %: микроорганизмы, обитающие на поверхности урути мутовчатой (или моделей), поглощают железо, но не в таких больших количествах как само растение (рис. 5);

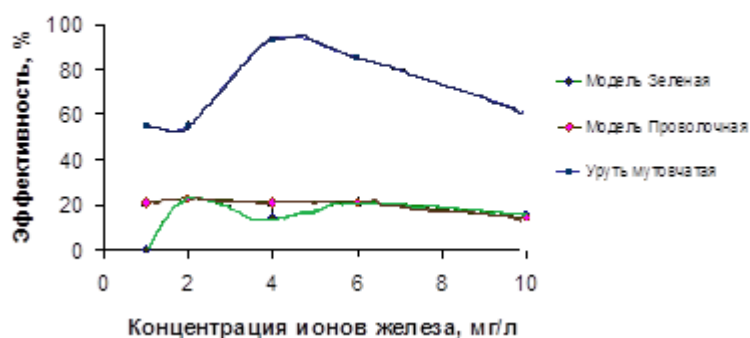


Рис. 5. Зависимость эффективности очистки от исходной концентрации загрязнителя

- в результате многократного использования урути мутовчатой для извлечения ионов железа из воды происходит снижение сорбционной активности растения по извлекаемому компоненту (рис. 6);

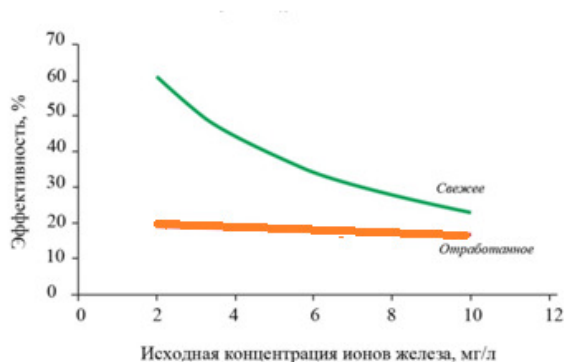


Рис. 6. Изменение сорбционной активности растения (свежее, отработанное) при извлечении ионов железа из воды

- изучая проточные условия, выяснили, что наибольшая эффективность очистки от ионов железа с помощью урути мутноватой при проточных условиях достигается при времени контакта 2 часа и составляет: $\Theta = 41,5\%$ для концентрации 2 мг/л; $\Theta = 39\%$ для концентрации 5 мг/л (рис. 7);

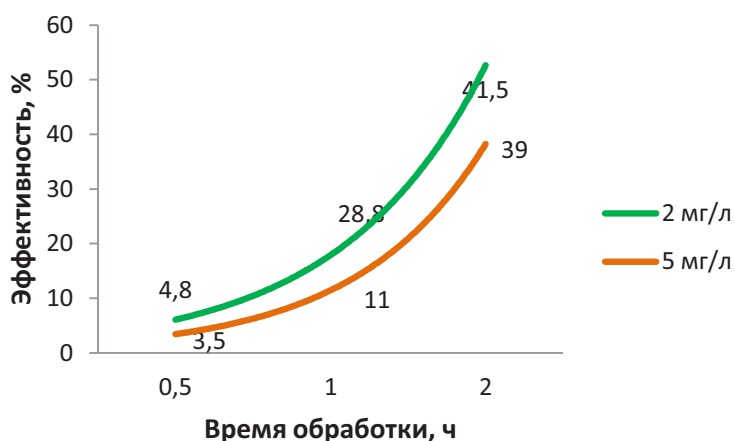


Рис. 7. Зависимость эффективности очистки воды от ионов железа с помощью урути мутноватой (проточные условия)

- определение эффективности очистки воды от ионов железа с помощью элодеи канадской в проточных условиях показало, что наибольшая эффективность очистки при исходной концентрации 2 мг/л составляет 26,2 % при времени контакта 2 часа (рис.8);

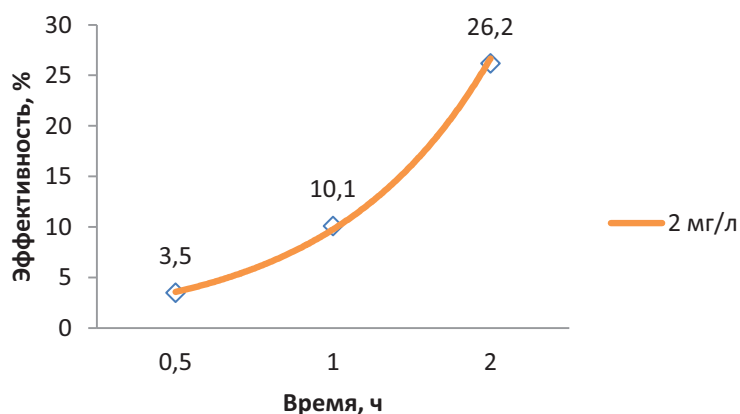


Рис. 8. Зависимость эффективности очистки воды от ионов железа с помощью Элодеи Канадской в проточных условиях

- сравнивая возможность извлечения загрязнителя с помощью урути мутовчатой и элодеи канадской в проточных условиях при одинаковой исходной концентрации ионов железа 2 мг/л и времени обработки 30 минут, 1 час и 2 часа было определено, что наибольшая степень очистки достигается при максимальном времени контакта – 2 часа и составляет: при использовании урути мутовчатой - 41,5 %, элодеи канадской – 26,2 % (рис. 9).

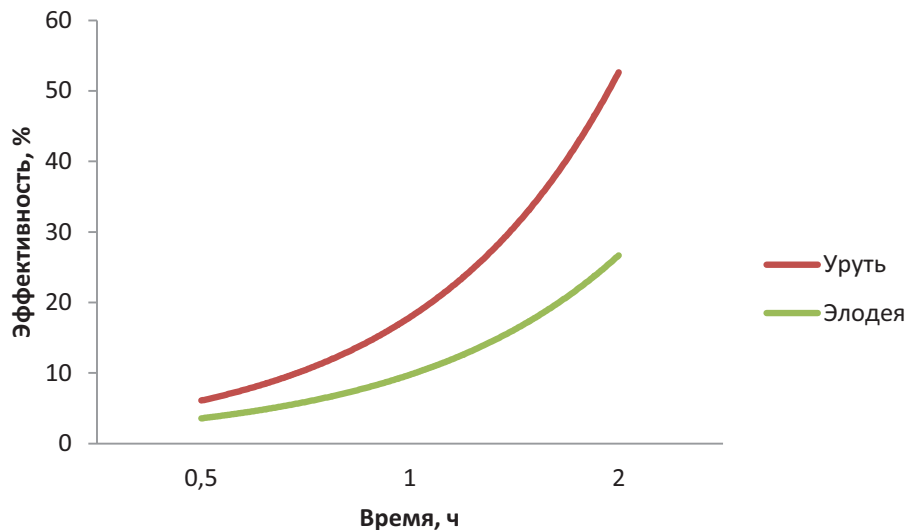


Рис. 9. Зависимость эффективности очистки воды от ионов железа с помощью урути мутовчатой и элодеи канадской (проточные условия, исходная концентрация Fe (III) – 2 мг/л)

Полученные результаты эксперимента позволяют говорить о возможности применения и урути мутовчатой, и элодеи канадской для обеспечения экологически безопасного процесса обезвреживания сточных вод на стадии доочистки в условиях

работы биологических очистных сооружений. Кроме того, исследования показали стабильную работу растений в естественной среде по снижению содержания загрязнителя (иона железа III), и как следствие, возможность рекомендовать данные ВВР для применения в биопрудах.

Список литературы

1. Информационный портал по садоводству, цветоводству и ландшафтному дизайну GREENINFO.RU URL. <http://www.greeninfo.ru/> (дата обращения 24.10.2012г.)
2. Исследование процесса фитоочистки для доочистки сточных вод / Богомолова А.В., Копнина А.Ю., Чуркина А.Ю. // Экология и безопасность жизнедеятельности: Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2007, - С.99 – 101.
3. Использование процесса фитоочистки воды, загрязненной ионами металлов, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) / Копнина А.Ю., Колестников А.Г. // Экологические проблемы промышленных городов: Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов: РИО СГТУ, 2009, - С.35-37.
4. Исследование процесса фитоочистки воды, загрязненной сульфат – ионами, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) / Копнина А.Ю., Заводская О.Ф. // XI Международная научно-практическая конференция МК-22-11 «Мониторинг природных систем». Сборник статей. – Пенза, июль 2011, - С.45
5. Фиторемедиация воды, загрязненной ионами хрома, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) / Копнина А.Ю., Заводская О.Ф., Максина Е.В. // II Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике». Сборник статей. – Белгород, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 2011, - с. 149
6. Кожова О.М., Тимофеева С. С. Роль и место элодеи канадской в экосистеме Байкала// Водн. ресурсы. 1986. - № 1. - С. 177-178.
7. Жданов В.С. Аквариумные растения Справочник/ 2-е изд.: под ред. д-ра биол. наук С. Е. Коровина. — М.: Лесн. пром-сть, 1987. — 294 с.
8. Интернет-портал фирмы «Крот» - KROT13.RU URL. [http:// www.krot13.ru/](http://www.krot13.ru/) (дата обращения 15.11.2012г.).

9. ПНД Ф 14.1;2.50-96 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах.