

УДК 57.628.35

Чапгарова Е. А., маг.,
Фазуллина А. А., асс.,
Фридланд С. В., д-р хим. н., проф.,
Шайхиев И. Г., д-р техн. н., доц.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ ВОД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA VULGARIS

*Исследовано извлечение ионов никеля из модельных растворов клетками микроводоросли *Chlorella vulgaris* и возможность интенсификации процесса за счет применения биологически-активного вещества - диизопропилового эфира 1 – диметилгидразинотолуол – 3 – окса – 4 – бензил – 7 – диметилгидразин фосфоновой кислоты (ДОБДФК). Найдено, что использование названного реагента в низких концентрациях способствует как росту биомассы микроводоросли, так и увеличению степени удаления ионов Ni(II).*

*Ключевые слова: *Chlorella vulgaris*, ионы Ni(II), биологически-активное вещество, природ, доочистка, диизопропиловый эфир ДОБДФК, контрольный образец, опытный образец, проценты, миллиграммы.*

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны не только в водной, но и в остальных средах.

На сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 металлов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, и др. При этом немаловажную роль в категорировании тяжелых металлов играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов при относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции и биомагнификации [1].

Никель - химический элемент, металл желтовато-белого цвета, очень твердый, хорошо полируется, притягивается магнитом. В природе существует в виде различных оксидов, сульфидов, сульфатов и относится к стратегическим полезным ископаемым. Имеет высокую температуру плавления, низкие электро- и теплопроводность, может намагничиваться. Пластичный и ковкий. Коррозионно устойчив в атмосфере, воде и некоторых кислотах. Никель интенсивно поглощает газы. При плавке и горячей обработке растворенные газы вызывают хрупкость.

Присутствие никеля в природных водах обусловлено составом пород, через которые проходит вода: он обнаруживается в местах

месторождений сульфидных медно-никелевых руд и железо-никелевых руд. В воду попадает из почв и из растительных и животных организмов при их распаде. Повышенное по сравнению с другими типами водорослей содержание никеля обнаружено в сине-зеленых водорослях. Соединения никеля в водные объекты поступают также со сточными водами цехов никелирования, заводов синтетического каучука, никелевых обогатительных фабрик. Огромные выбросы никеля сопровождают сжигание ископаемого топлива [2].

Загрязненные сточные воды нуждаются в очистке. Существует несколько этапов очистки сточной воды: механический, физико-химический, химический, биологический и комбинированный.

В работах последнего десятилетия внимание исследователей привлекают биологические методы очистки сточных вод, с использованием фототрофных организмов - микроводорослей, цианобактерий и высших водных растений. Многие фототрофы способны использовать в качестве источников питания минеральные вещества и простые органические соединения [3].

Chlorella vulgaris - одноклеточная зеленая водоросль. Обитает в пресноводных водоемах. Водоросль обладает большим запасом хлорофилла и совокупностью питательных веществ. Благодаря этому, она принимает участие в процессе фотосинтеза, поглощая углекислый газ и насыщая воздух кислородом. *Chlorella vulgaris* – уникальная водоросль, которая не имеет себе аналогов в животном мире. Её открытие - это самое выдающееся достижение научного мира. Не существует другой растительной культуры, содержащей в таком количестве витамины и минералы [4]. *Chlorella vulgaris* имеет в своем составе 16 витаминов, 8 минералов, 19 аминокислот (включая 9 незаменимых). У нее самая высокая концентрация РНК/ДНК, нуклеиновых кислот.

Chlorella vulgaris широко используется в практике очистки природных и доочистки сточных вод от различного вида поллютантов [5].

В различных исследованиях отображено извлечение из водных объектов ионов тяжелых металлов (ИТМ), таких как Cd^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} (II), Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} [6]. Высокая эффективность извлечения ИТМ обусловлена, по всей видимости, выделением микроводорослью в процессе своей жизнедеятельности в водную среду аминокислот, которые, как известно, образуют с ионами металлов нерастворимые в воде комплексные соединения. Указывается также, что хлорелла способствует эффективному удалению из водных сред различных красителей.

Хлореллу применяют для биологической очистки от загрязнений сточных вод и естественных водных объектов. На микроводоросль возложены огромные надежды, которые она с успехом оправдывает. Учитывая тот факт, что *Chlorella vulgaris* находит использование в различных отраслях промышленности, остро стоит вопрос интенсификации прироста ее биомассы. В качестве стимулятора роста возможно применение различных химических соединений – биологически активных веществ (БАВ). В частности, в качестве последних зарекомендовали себя некоторые фосфорорганические вещества, в том числе и диизопропиловый эфир 1 – диметилгидразинотолуол – 3 – окса – 4 – бензил – 7 диметилгидразин фосфоновой кислоты [7]. Показано, что последний в концентрациях 10^4 - 10^5 г/дм³ способствует приросту биомассы микроводоросли по сравнению с контрольным образцом. На рисунке 1 приведены графические зависимости изменения остаточной концентрации ионов *Ni(II)* в зависимости от времени и концентрации используемого БАВ в концентрациях 10^{-4} и 10^{-6} г/дм³.

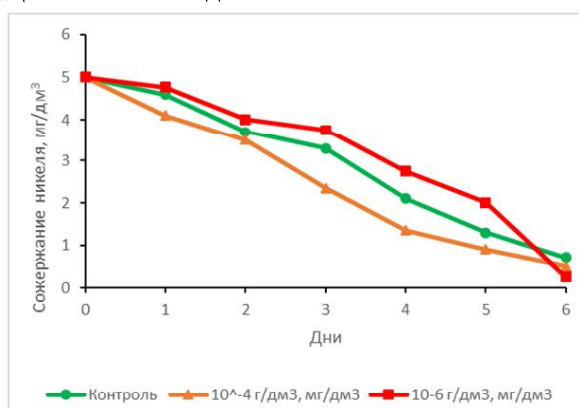


Рис. 1 - Графическая зависимость изменения остаточной концентрации ионов *Ni(II)* в зависимости от времени и концентрации используемого БАВ в концентрациях 10^{-4} и 10^{-6} г/дм³

Очевидно, что наличие исследуемого вещества соответствующих дозировок способствует некоторому снижению остаточной концентрации ионов металла и, соответственно, увеличению эффективности извлечения последних из водной среды. Данное обстоятельство можно объяснить интенсивный прирост биомассы хлореллы, которое как раз и способствует более интенсивному снижению остаточной концентрации ионов *Ni(II)* в растворах.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что диизопропиловый эфир ДОбДФК в концентрации 10^{-4} г/дм³ лучше всего стимулирует рост микроводоросли *Chlorella vulgaris* и способствует снижению остаточной концентрации ионов никеля в их присутствии.

Библиографический список

1. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлева. – М.: Атомиздат, 2006. – 704 с.
2. Долина Л. Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов: Монография / Л. Ф. Долина. – Дн-вск.: Континент, 2008. – 254 с.
3. Cairns J., Comparison of methods and instrumentation of biological early warning systems / Cairns J., Cruber D.A. // Water res. Bull. – 1980. – V. 16, №2. – P. 261-266.
4. Капульцевич Ю. Г. Количественные закономерности лучевого поражения клеток / Ю. Г. Капульцевич. – М.: Атомиздат, 1978. – 230 с.
5. Музафаров А. М. Культивирование и применение микроводорослей / А. М. Музафаров, Т. Т. Таубаев. – Ташкент: Фан УзССР, 1984. – 136 с.
6. Bajguz A. Blockade of heavy metals accumulation in *Chlorella vulgaris* cells by 24-epibrassinolide / A. Bajguz // Plant Physiology and Biochemistry. – 2000. – V. 38. – № 10. – P. 797-801.
7. Фазуллина А. А. Интенсификация удаления ионов железа в низких концентрациях из модельных растворов с использованием *Chlorella Vulgaris* и БАВ / А. А. Фазуллина, Е. А. Чапгарова, С. В. Фридрих, И. Г. Шайхиев // Сборник докладов Международной научно-технической конференции «Инновационные подходы в решении современных проблем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды»: Алушта, Изд-во БГТУ, 2019. - Ч.1. – С. 336-340.

УДК 628.313

Шайхиев И.Г., д-р. техн. наук, доц.,
Дряхлов В.О., канд. техн. наук, доц.,
Алексеева М.Ю., инж.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ЭМУЛЬГИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ КОРОНООБРАБОТАННЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ МЕМБРАНАМИ

Исследовано влияние плазмы коронного разряда на производительность и эффективность процесса разделения эмульсий на основе масла и нефти с предварительной стадией деэмульгирования. Показано, что коронная обработка способствует повышению эффективности мембранного разделения

Ключевые слова: эмульсия, обработка, разделение, деэмульгирование.