

2. Фомичев В.Т. Совершенствование технологии хлорирования природных и сточных вод./ В.Т. Фомичев, Д.Н. Лебедев // Вестник государственного архитектурно-строительного университета, № 25. - Изд. ВолгГАСУ, 2011. - с.282-286.
3. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. / Б.Е. Рябчиков. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 328с.
4. Голованчиков А.Б., Воротнева С.Б., Сиволобова Н.О., Дулькина Н.А., Мурзенков Д.С. Кожухотрубный теплообменник // Полезная модель № 2012129448/06 от 11.07.2012.
5. Голованчиков А.Б., Воротнева С.Б., Сиволобова Н.О., Баньковская Ю.Р., Никулин С.Г., Чугунова Е.В. Пластинчатый теплообменник // Полезная модель № 2013103902/06 от 29.01.2013.
6. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. / В.Ф. Кожин - Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., - М.: БАСТЕТ, 2008. - 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЯСКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

М.А. Гайдамак, студ. группы 17Г41

Научный руководитель Н.Ю. Луговцова

*Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

E-mail: vip.trd777@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы использования ряски для очистки воды. Рассмотрены виды ряски, их биологические особенности, распространение в мире. Представлены результаты исследований различных видов ряски и их способность захватывать и аккумулировать тяжелые металлы и металлоиды.

Abstract: The article is about possibility of using duckweed for water purification. The structure of duckweed species, their biological features, distribution in the world is shown. The results of investigations of various species of duckweed and their ability to capture and accumulate heavy metals, metalloids.

Вода является самым ценным природным ресурсом. Ее роль заключается в участии в процессе обмена всех веществ, являющихся основой любой формы жизни. Деятельность промышленных, сельскохозяйственных предприятий невозможна без использования воды, также она является незаменимым компонентом в бытовой жизни человека. В воде нуждаются и люди, и растения, и животные. Для некоторых особей вода еще и является средой обитания.

Вследствие бурного развития жизнедеятельности людей, а также незначительного использования ресурсов особенно острыми становятся экологические проблемы, в том числе и загрязнение воды. Их решение стоит у человечества на первом месте [1].

Одним из наиболее популярных способов очистки воды является фиторемедиация. Фиторемедиация – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферного воздуха с использованием зеленых растений. В этой технологии используются природные процессы, с помощью которых растения и ризосферные микроорганизмы деградируют и накапливают различные поллютанты. Первые научные исследования в этой области были проведены в 50-х годах в Израиле, однако активное развитие методики произошло только в 80-х годах XX века. Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических и неорганических поллютантов.

Для фиторемедиации в искусственно созданных заболоченных территориях применяется ряска (*Lemna minor* и *Azolla sp.*) – для неорганических поллютантов (хорошие накопители металлов и лёгкий сбор биомассы) [2].

Произрастает ряска малая в большинстве стоячих водоемах на территории всей страны с различным уровнем загрязнения. Ряска на первый взгляд может показаться сорным растением, загрязняющим озера и реки, однако на самом деле она очищает воду, увеличивая содержание в ней кислорода, а также служит источником питательных веществ для рыб и других обитателей водоемов.

Ряска малая является многолетним водным растением, вид рода Ряска (*Lemna*) подсемейства Рясковые семейства Ароидные. Растёт в изобилии в стоячих водоёмах и часто сплошь покрывает их поверхность. Растение произрастает во всех странах с умеренным климатом. Арал её распространения включает в себя всю Европу, Азию (Западную, Ближний Восток, Кавказ, Среднюю Азию, Китай, север п-ова Индостан), всю Африку и Северную Америку (кроме Мексики). Вегетативное тело представляет собой округлую или обратнойцевидную пластинку (листец) 2 – 4,5 (очень редко до 10) мм

длиной, 2 – 3 (очень редко до 7) мм шириной, с верхней стороны слабовыпуклую или с выдающимся горбовидным шипиком, снизу плоскую, толстоватую, непрозрачную, с тремя (редко четырьмя-пятью) жилками. Пластинки сверху зелёные, блестящие, с некоторыми неясными устьицами вдоль средней линии, иногда с рассеянными красноватыми пятнами (особенно в течение холодного сезона); с нижней стороны плоские, желтовато- или беловато-зелёные, очень редко с красноватыми пятнами, но намного сильнее, чем сверху; наибольшая воздушная полость редко больше 0,3 мм. Щиток разделён на дистальную, рассечённую жилками, и проксимальную зоны узлом, от которой отходит тонкий, полупрозрачный и неразветвлённый корень. На узле расположены два почечных кармашка, в которых формируются дочерние особи или соцветия. Цветёт с мая до осени, но редко. Плодоносит очень редко. Цветок состоит из одного пестичного и двух тычиночных цветков, без околоцветника; завязь с одной семяпочкой; столбик 0,1-0,15 мм длиной. Плоды 0,8-1 мм длиной, 0,8-1,1 мм шириной, с крыловидными краями; крыло 0,05-0,1 мм шириной. Семена 0,7-1 мм длиной, 0,4-0,6 мм толщиной, беловатые, с десятью-шестнадцатью заметными рёбрами, остаются внутри плодов после созревания. Размножается ряска малая в основном отростками, которые отделяются от пластинки и становятся самостоятельными растениями [4].

Различные виды ряски имеют исключительную способность захватывать и аккумулировать тяжелые металлы, металлоиды, превосходя в этом плане водоросли и других макрофитов. Так, Axtell et al. (2003) докладывал о том, что ряска малая удаляет до 82 % никеля и 76 % свинца, и предлагал этот вид для фиторемедиации. Токсичность металлов в тканях ряски малой, культивируемых на стоках гальванического предприятия, снижалась в ряду: Zn > Ni > Fe > Cu > Cr > Pd (Horvat et al. 2007). Исследователь Leela Kaur с коллегами (2012) изучила эффекты различных значений pH в диапазоне от 4 до 10 на удаление ряской Pb и Ni. Автор работы отметила, что при 28 дневной экспозиции максимум поглощения в 99.9 % для Pb наблюдается при pH 5-6, а для Ni - 99.3 % при pH 6.

При 10-тидневном введении 10 мг/л Pb в воду, где находился вид ряска малая, концентрация этого элемента не превышала 0.900 мг/л при pH 6 (Divya et al., 2012). В работах Jafari с коллегами (2011), Lahive с коллегами (2011) изучалась очистка воды от цинка (Zn) тремя видами ряски: ряска маловатая, ряска малая и ряска трехдольная. В течение 10 дней экспериментальные группы содержались в воде с концентрацией 1, 5, 10, 15 и 20 мг/л Zn. Лучше всего удаляли цинк ряска трехдольная (97 %), затем следовали ряска маловатая (89 %) и ряска малая (83 %). Показано, что ряска малая является хорошим поглотителем кадмия (Cd) (Bianconi et al. 2013).

Хорошо удаляет тяжелые металлы вид ряска многокоренниковая. Когда растение находилось в течение 4 дней в воде с 10 мг/л Zn, Pd и Ni, оно впитывало 27.0, 10.0 и 5.5 мкг/мг Zn, Pd и Ni, соответственно (Sharma et al, 1994). Ряска малая хорошо удаляет медь из муниципальных стоков. Внесение культуры в городские сточные воды снижает концентрацию меди до 55 % (MR Apelt, 2010). Согласно ряду исследований (Donganlar BZ, Seher C, Telat Y, 2012), ряска горбатая может эффективно аккумулировать марганец (Mn) из загрязненных вод. Она накапливает до 15,15 мг/г сухой массы марганца при нахождении в воде с концентрацией этого элемента 16 мг/л. С целью утилизации Cr (Roger P. Staves, Ronald M. Knaus. 1985) и Zn (Christian et al. 2012) пруды с ряской хорошо подходят для очистки стоков текстильной промышленности. Ряска устойчива к действию различных тяжелых металлов. В присутствии Cu, Ni, Cd и Zn в концентрациях 0.4, 3.0 и 15.0 мг/л, соответственно, она не проявляет признаков хлороза, расслоения листовой пластинки и некроза (N. Khellaf, M. Zerdaoui, 2009). Пилотный проект Uysal (2013) показал эффективность ряски малой в плане удаления хрома. В воде с концентрацией Cr 5.0 мг/л и pH 4.0 ряска аккумулировала 4.423 мг Cr/г. Высказывались предложения использовать ряску малую как тест-организм для мониторинга тяжелых металлов и других водных загрязнений, потому что она избирательно накапливает их [5].

Также существует ряд исследований, направленных на изучение эффективности методов очистки сточных вод с помощью ряски, в результате проведения которых была выявлена положительная динамика поглощения всех форм азота и фосфора.

Согласно одному из экспериментальных исследований, проводившихся в Ошском гуманитарно-педагогическом институте (Республика Кыргызстан), в которых применялись для очистки елодея канадская, ряска малая, азолла королевская, ряска малая является одним из лучших видов высших водных растений, способных к поглощению фосфата ионов, всех форм азота, цинка.

В данном исследовании контроль осуществлялся по показателям:

Содержание взвешенных веществ и сухого остатка,

Содержание фосфат ионов, СПАВ, нефтепродуктов, общего фосфора, азота аммонийного, железа, цинка, алюминия, меда и ХПК.

Результаты исследования приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Показатель	Результаты исследования		
	Вид высшего водного растения		
	Елодея канадская	Ряска малая	Азолла королевская
Снижение взвешенных веществ после очистки	до 7,1 мг/л (эффективность очистки 95,61%)	до 8 мг/л (эффективность очистки 95,05%)	до 8,5 мг/л (эффективность очистки 94,74%)
Качество очистки сточных вод от сухого остатка	65,81% (снизилось до 158 мг/л)	65,37% (снизилось до 160 мг/л)	62,99% (снизилось до 171 мг/л)
Химическая потребность кислорода (ХПК)	снизилась – до 26,3 мг/л (93,86%)	снизилась – до 30,3 мг/л (92,93%)	снизилась – до 37,1 мг/л (91,34%)
Снижение содержания фосфата ионов	91,57 %	95,72 %	85,51 %
Исключение всех форм азота	97,28 %	96,16 %	97,09 %
Снижение содержания общего фосфора	90,25 %	91,94 %	89,05 %
Эффективность очистки от содержания цинка	96,12 %	95,35 %	89,92 %.

Также согласно результатам данного исследования по отношению к железу, нефтепродуктам и СПАВ эти растения обладают относительно одинаково высокой эффективностью (от 88,88 % до 98,83%). [6]

В качестве выводов, отметим:

1. Ряска является одним из наиболее распространенных видов высших водных растений, что говорит о низких затратах при очистке воды при помощи ряски.
2. Ряска малая удаляет до 82 % никеля и 76 % свинца, также она является хорошим поглотителем кадмия.
3. Ряска малая хорошо удаляет медь из муниципальных стоков.
4. Выявлена положительная динамика поглощения всех форм азота и фосфора.

Литература.

1. Экологические проблемы - загрязнение воды. Источники загрязнения воды. Проблема загрязнения вод мирового океана [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fb.ru/article/326520/ekologicheskie-problemyi-zagryaznenie-vodyi-istochniki-zagryazneniya-vodyi-problema-zagryazneniya-vod-mirovogo-okeana>. Дата обращения: 02.10.2017 г.
2. Технология фиторемедиации [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/ecology/3c0b65635b2ad68a4d53a89421306c36_0.html. Дата обращения: 03.10.2017 г.
3. Возможность использования ряски малой в качестве фиторемедиатора водоемов загрязнённых тяжелыми металлами и другими токсичными веществами [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.kazedu.kz/referat/201453>. Дата обращения: 03.10.2017 г.
4. Жмылев П. Ю., Кривохарченко И. С., Щербаков А. В. Семейство рясковые // Биологическая флора Московской области; М.: изд-во «Аргус», 1995.
5. Ряска в аквакультуре [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://aquavitro.org/2015/03/10/ryaska-v-akvakulture/> Дата обращения: 03.10.2017 г.
6. Раимбеков К.Т. Использование макрофитов для доочистки городских сточных вод // Инновации в науке: научный журнал. – № 4(65). – Новосибирск. Изд. АНС «СибАК», 2017. – С. 8-10.