

РЯСКА МАЛАЯ В ОПЕРАТИВНОМ КОНТРОЛЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Мучкин И.П.

Научный руководитель Рогольский А.И.

МАОУ Средняя общеобразовательная школа г. Красноярск

Сточные воды образуются в результате хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека. Они неизбежно попадают в воды закрытых водоемов, рек, морей и океанов, где сосредотачивают все многообразие вредных веществ. В связи с увеличением техногенного воздействия на гидросферу, задачей государственной важности является обеспечение сохранения качества водных ресурсов.

Проблема биологического контроля вод особенно актуальна для Красноярского края с его активно развивающейся инфраструктурой, энергетикой и сельским хозяйством, а с другой стороны уникальной, заповедной природой. Поэтому объектом исследований служили растения ряски малой как тест-организмы на действие токсических соединений на примере меди.

Цель работы – поиск параметров состояния и развития ряски малой как объекта для определения токсичности среды.

Задачи:

1. Изучить реакцию биотеста ряски малой на воздействие солей меди по темпам размножения растений.
2. Выявить морфологические показатели ряски малой, изменяющиеся при воздействии токсиканта.

Семейство рясковых (*Lemnaceae*) содержит более 40 видов, из них в России обитает 5 видов:., *Lemna trisulca* L., *Lemna gibba* L., *Spirodela polyrrhiza* L., *Wolffia arrhiza* L. *Lemna minor* L. – однодольное покрытосеменное растение семейства Рясковые.

Представители семейства рясковых (*Lemnaceae*) - считаются самыми маленькими цветковыми растениями на Земле. Вегетативное тело рясковых по виду напоминает плавающий крошечный лист или слоевище низших растений, поэтому до начала XVIII в. их считали водорослями. У ботаников нет единодушия в терминах для обозначения тела этих растений - его называют филлокладием, вайей, щитком, пластинкой, фрондом, листецом и даже стеблем или листом. Отечественные ботаники чаще употребляют термин листец как более соответствующий внешнему облику растений, поскольку его тело рассматривается как особая структура, не дифференцированная на листья и стебель. Листецы ряски соединены в небольшие группы, называемые чаще розетками. Процесс цветения у рясок происходит чрезвычайно редко. Основным способом размножения является вегетативный, с помощью почек, из которых вырастают новые листецы. В течение своей жизни каждое растение производит большое количество дочерних листецов.

Благодаря быстрому росту рясковые поглощают огромное количество таких веществ, тем самым очищая воду. Содержание азота в клетках рясковых может в 2000 раз превышать его концентрацию в воде, фосфора – в 7000, калия – в 5000 раз.

Поскольку рясковые могут накапливать и токсичные тяжелые металлы, эти растения предлагают использовать и в очистке промышленных вод. Ряска малая, например, за двое суток уменьшает содержание меди в отработанной воде с 5 мг/л до 1 мг/л. Правда, тяжелые металлы вызывают у растений повреждения, но и это может

быть использовано – наличие характерных симптомов дает основания для контроля качества воды (биомониторинг).

Учитывая актуальность решения глобальной экологической проблемы чистой воды, очевидно, что ряска малая может иметь полифункциональное применение, как в процессе самоочищения воды, так и в ходе мониторинга качества водных объектов для выявления действия токсичных соединений.

В реки, озера, водохранилища поступает большой объем различных соединений, которые вызывают загрязнение водной среды. Среди них есть пестициды, удобрения, промышленные стоки, хозяйственно-бытовые сточные воды, смывы с полей, нефтепродукты и другое. В составе этих стоков много тяжелых металлов, ряд которых отнесены по своим токсичным свойствам к I и II классам опасности.

Сброс токсикантов происходит в большинство рек России и поэтому наблюдается повышенное содержание некоторых элементов в воде. Так, на территории Красноярского края наиболее распространенными загрязняющими веществами в бассейнах рек Енисей и Чулым являются соединения таких металлов как медь, цинк, железо, марганец. Максимальная концентрация меди у г. Назарово в реке Чулым составила 23 ПДК. В р. Енисей среднегодовое содержание меди составило 0,007 мг/л [3].

В условиях интенсивного загрязнения необходимо контролировать состояние среды и выявлять факторы негативного воздействия. Для этих целей служит биологический мониторинг окружающей среды. Он включает ряд подходов – биоиндикацию и биотестирование.

Биотестирование – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов.

Тяжелые металлы в водной среде могут быть представлены в разных формах: 1) металл в растворенной форме; 2) сорбированный и аккумулированный фитопланктоном, то есть растительными микроорганизмами; 3) удерживаемый донными отложениями; 4) находящийся в адсорбированной форме на частицах взвеси (рисунок 2). При этом наибольшее токсическое действие для экосистемы оказывает металл в растворенной форме, доступный для гидробионтов.

Медь относится к числу наиболее фитотоксичных элементов среди тяжелых металлов, входящих в состав выбросов промышленных производств.

Для оценки токсического воздействия меди, как загрязняющего вещества, применяли растения ряски малой с использованием методики Цаценко Л.В. [5] в модифицированном варианте.

Растения ряски росли в стеклянных емкостях объемом 500 мл при комнатной температуре 20-22 °С и постоянном освещении люминесцентной лампой. В качестве питательной среды использовалась среда Штейнберга. Культура и среда для выращивания ряски любезно предоставлена Научно-образовательным центром «Центр экотоксикологии и экологической безопасности» СФУ.

Испытуемые растворы готовили на питательной среде с соли сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) в концентрациях 0,0016, 0,04 и 1 мг/л.

В стаканчиках (150 мл) с готовыми растворами помещалось по три растения ряски. Стаканчики двое суток стояли под люминесцентной лампой и при комнатной температуре. Через 48 часов проводился анализ морфологических изменений растений.

По фотографиям у ряски малой учитывали изменение количества листочков (видоизмененный побег, который имеет вид округлого листа), состояние корней, омертвление – некроз тканей растений и изменение окраски, а также разделение розеток на отдельные листочки.

Под действием различных токсикантов у живых организмов происходят изменения, как в процессах жизнедеятельности, так и во внешнем виде. Среди опасных загрязняющих веществ тяжелые металлы являются широко распространенными в разных средах жизни, в том числе и воде.



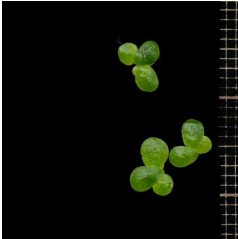
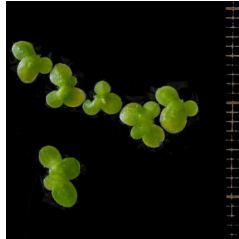


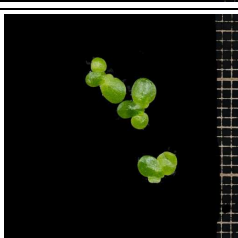

Медь относится к II классу опасности вредных веществ и может вызывать различные изменения, как у растений, так и животных.

В результате экспериментальных исследований по оценке состояния растений ряски малой в водной среде в присутствии ионов меди были получены данные, которые представлены ниже.

В процессе эксперимента проводили фотографирование объекта в начале и в конце опыта (0 и 48 часов экспозиции). Полученные фотографии представлены в таблице 1.

У каждого растения рассматривали состояние розеток, их целостность, состояние корней, анализировали изменения окраски тканей, фиксировали количество листочков и наличие омертвевших частей.

Таблица 1. Растения ряски малой в условиях эксперимента.

Вариант	До эксперимента	После эксперимента
0 мг/л (контроль)		
0,0016 мг/л		
0,04 мг/л		
1 мг/л		

В контрольном варианте, где растения находились в питательном растворе без добавления меди ряски, находилась в благоприятных условиях. Через двое суток эксперимента растения выглядели здоровыми, ярко окрашенными, молодые растения имели более светлую окраску, корни не отпадали. При этом погибших растений не наблюдалось (таблица 2).

Первыми признаками действия меди в нашем эксперименте являлись опадение корней и пожелтение растений по краям. Это отмечалось при содержании меди 0,0016 мг/л.

С увеличением концентрации в 25 раз (до 0,04 мг/л) негативное действие меди усилилось. Это проявилось в виде отделения некоторых листочков от розеток, пожелтение листочков по всей площади, а по краям произошло омертвление тканей (некроз). Также произошло опадение корней у большинства розеток.

Таблица 2. Морфологические изменения растений ряска малая

Показатель \ Вариант	Разделение розеток	Опадение корней	Хлорозы	Некрозы	Окрашивание
0 мг/л	-	-	-	-	-
0,008 мг/л	-	+	++	-	-
0,04 мг/л	+	++	++	+	-
1 мг/л	+++	++	++	+++	-

+ - единичные случаи

++ - частичное проявление

+++ - полное проявление

При максимальной концентрации (1 мг/л) растения испытывали сильное токсичное воздействие, что привело к полному развалу всех розеток, окончательной потери корней, и почти полному отмиранию тканей.

В процессе эксперимента наблюдали не только изменение внешних показателей, но и скорости размножения ряски. В контроле количество листочков выросло в 2 раза за 48 часов (с 11 до 22 штук). При добавлении меди в малой концентрации (0,0016 мг/л) процессы размножения протекали на уровне контрольного. Замедление скорости размножения отмечалось только при концентрациях 0,04 мг/л (прирост составил 1,5 раза). В то время как при максимальной концентрации прироста не наблюдалось, т.к. растения практически погибли.

В исследованиях Субботина М.А. и Григорьева Ю.С. зарегистрирован токсический эффект действия меди на эффективность фотосинтеза при концентрации в 0,016 мг/л и выше.