

**Изучение метода биотестирования природных и сточных вод на высших водных растениях в условиях школ и учреждений дополнительного образования**

Эколого-педагогическая деятельность будущего учителя предполагает вооружение его системой научных знаний по экологии, умениями и навыками изучать и оценивать состояние окружающей среды в соответствии с предметом своей специализации. Приемы экологической подготовки студентов могут быть самыми разнообразными: насыщение экологическим материалом в соответствии с предметом своей специализации базовых учебных дисциплин, проведение спецкурсов, спецпрактикумов и факультативов по проблемам экологии и охраны природы, участие в работе экспедиций и т.д.

В настоящее время возникла острая необходимость готовить будущих учителей к проведению практической экологической работы и в школе, и в учреждениях дополнительного образования. На наш взгляд, обучение школьников современным научным методам оценки качества природных вод с помощью растений позволит конкретизировать экологическое образование, создать эффект сопереживания и соучастия школьников в решении проблем охраны природы. Реальное понимание происходящих явлений у школьника формируется при изучении конкретных биоценозов, поэтому исследование их с помощью выбранных нами методов углубит их знания о взаимодействии общества и природы, вовлечет в практическую деятельность по восстановлению экосистем своего села, города, района, края.

Нами разработана программа по изучению теоретических основ оценки состояния природных вод и лабораторный практикум для выработки определенных практических

умений и навыков у школьников.

Перед тем как непосредственно перейти к постановке опытов по оценке качества природной воды, предварительно с учениками нужно рассмотреть круг вопросов, который необходим для осмысления полученных результатов исследований.

Вначале им необходимо ознакомиться с понятиями "гидробиологический мониторинг", "загрязнение водоемов", они должны рассмотреть основных загрязнителей окружающей среды, источники поступления их в водоемы и механизмы их действия на живые организмы. Далее изучаются адаптации гидробионтов к различным загрязнителям. Особый интерес у школьников может вызвать изучение совместного действия токсических веществ, формы которых разнообразны. Учащимся необходимо ознакомиться с нормативными требованиями к качеству воды. Они узнают о предельно допустимых концентрациях (ПДК), предельно допустимом сбросе (ПДС), о том, как они устанавливаются, и о биологических показателях очистки сточных вод: биологическом потреблении кислорода (БПК) и химическом потреблении кислорода (ХПК). И завершит эту теоретическую подготовку изучение экологических основ охраны гидросферы, в том числе и методов оценки качества природных вод. Ученики выяснят для себя, чем биологическая индикация отличается от биотестирования, экотестирования, плюсы и минусы перечисленных биологических приемов.

Достаточно долгое время бытовало мнение, что внедрение многих методик научных исследований затруднено из-за бедной материальной базы школ. Использование же методов биотестирования для оценки качества природных и сточных вод как раз возможно из-за простоты их исполнения. Для них не требуется какой-либо сложной аппаратуры, особых условий содержания растений при проведе-

нии исследований [1; 2]. Однако анализ источников литературы по школьному экологическому мониторингу за последние двадцать лет показал, что данные методы неоправданно обходят стороной [6].

В настоящее время биотестирование находит широкое применение в токсикологическом контроле, так как оно может быть использовано как для оценки токсичности загрязняемых вод, так и для контроля токсичности сточных вод, ускоренной оценки токсичности экстрактов для проведения химического анализа в лабораторных целях, позволяет устанавливать и источники загрязнения [3; 4; 5].

Биотестирование можно проводить на бактериях, пиявках, моллюсках, рыбах и других водных организмах [5]. Мы работали с высшими водными растениями ряской малой и элодеей канадской. Наше внимание к ним было вызвано тем, что они, находясь в массовом развитии и состоянии вегетации, могут оказывать существенное влияние на физико-химические показатели воды и процессы самоочищения. Кроме того, повсеместная распространенность в водоемах страны, способность расти на несложных по составу искусственных средах, нетребовательность специальных условий для культивирования, легкость сбора данных растений из естественных популяций и высокая чувствительность (к некоторым веществам они более чувствительны, чем зоопланктон и моллюски) делает их уникальными тест-объектами в биологическом мониторинге водной среды, осуществляемым не только специалистами, но и школьниками. Напомним, что при установлении ПДК вредных веществ, сбрасываемых в водоемы, погруженное растение элодея канадская и полупогруженное растение ряска малая являются обязательными тест-организмами. Наши исследования показали, что летом и осенью успешно можно использовать оба вида растений, а зимой и весной лучше элодею, так как в это время в школьных условиях ее

легче содержать в жизнеспособном состоянии. Обучение школьников биотестированию на растениях не составит труда и всегда вызовет живой интерес. Они собственными глазами увидят, как живые организмы в водоеме являются мишенью для нежелательных вредных воздействий загрязнителей и могут воспринимать более низкие концентрации веществ, чем любой аналитический датчик.

При проведении этой работы ученики овладеют умениями логично раскрывать сущность и причины возникновения проблемы охраны водоисточников от загрязнения, конкретизировать ее, используя результаты собственных исследований с помощью биотестирования, а также анализируя научную литературу. Они будут способны оценить состояние водной среды своей родины, поведение человека в ней и заботиться о будущем, то есть делать выводы научного и нравственного плана. В ходе этой работы сформируются практические умения. Они смогут планировать и выполнять коллективные и индивидуальные виды работ по оценке качества природной воды.

Исходя из сказанного, мы считаем, что необходимо широкое внедрение изучения метода биотестирования с помощью высших водных растений среди студентов как будущих учителей, в школах, а также в учреждениях дополнительного образования.

Для проведения исследований качества природных (сточных) вод со школьниками нами разработан ряд лабораторных работ по биотестированию на макрофитах с использованием методики В.М. Король [4]. Рассмотрим одну из них.

## **Работа**

*Изменение выживания и морфо-физиологических показателей высших водных растений ряска малой и элодеи канадской под влиянием дихромата калия (К2 Сг207).*

**Цель.** Исследовать особенности реагирования водных растений как важнейшего компонента водных биоценозов на загрязнение среды соединениями Сг.

### **Задачи:**

1. Изучить морфо-физиологические особенности водных растений (ряски и элодеи) в связи с их водным образом жизни.
2. Продолжить формирование навыка работы с микроскопом.
3. Продолжить формирование умений по приготовлению растворов разных концентраций токсиканта.
4. Изучить метод биотестирования на макрофитах, позволяющего оценить степень загрязнения природных водоемов и определить качество воды.
5. Исследовать в ходе эксперимента действие токсиканта (К2 Сг207) на водные растения (ряску и элодею) по некоторым морфо-физиологическим показателям.

### **I. Тест-объект:**

Ряска малая *Lemna minor*; элодея канадская *Elodea canadensis*.

### **II. Токсикант:**

Дихромат калия (К2 Сг207) в концентрациях 0,03; 0,15; 0,3; 3,0 мг/л.

### **III. Аппаратура:**

Термометр, световой микроскоп, ученические лупы, предметные стекла, пинцет, ученическая линейка, стаканы (для проведения опыта на ряске) и кристаллизаторы (для проведения опыта на элодее).

#### **IV. Условия лабораторного содержания.**

Водные растения (ряска и элодея) отлавливаются из природной популяции условно "чистого" водоема, не подвергнутого воздействию загрязнения. Отбираются жизнеспособные растения, в хорошем физиологическом состоянии: зеленые молодые верхушечные побеги элодеи длиной 4 см, без видимых повреждений, с неповрежденными точками роста, не имеющие боковых отростков и корней. В популяции рясок отбирают одинаковые экземпляры, имеющие по одной сформированной и одной развивающейся лопасти, одному корню с неповрежденным корневым чехликом и одинаковой длиной.

Воду для проведения опытов с элодеей и ряской берут из "чистого", охраняемого водоема или незагрязненных участков реки в районе выше города (любого населенного пункта). Доставленную в лабораторию воду процеживают через воронку с планктонным ситом во избежание попадания простейших, колеровок и других организмов и заливают в аквариум с постоянной продувкой воздуха. Воду для опыта можно использовать только через 4-5 суток после ее отстаивания.

Опыты ведут при температуре 17-22 °С продолжительностью 30 суток. Смену опытных растворов проводят через 5 суток, одновременно меняют воду в контроле.

#### **V. Ход работы.**

Для проведения данного эксперимента:

1. Жизнеспособные растения (5 экземпляров) в хорошем физиологическом состоянии помещают в каждый сосуд.
2. Приготавливают растворы дихромата калия в концентрациях 0,03; 0,15; 0,3 и 3,0 мг/л. Для этого можно приготовить исходный раствор токсиканта высокой концентрации, а далее путем разбавлений полу-

чить нужную концентрацию исследуемого вещества.

3. Предварительно отобранные растения ряски и элодеи помещают в опытные (речная вода + токсикант) с концентрациями дихромата калия (0,03; 0,15; 0,3; 3,0 мг/л) и контрольные (речная вода из условно "чистого" водоема) сосуды.
4. Сосуды размещают у окон на дневном рассеянном свете с южной стороны с освещенностью не менее 1500 лк. Рядом ставят стакан с термометром для измерения температуры растворов.
5. Снятие биологических показателей в опыте проводят на 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30-е сутки. Погибшие растения удаляют. Повторность двух- или трехкратная.

#### **VI. О степени токсичности веществ судят по следующим морфо-физиологическим показателям жизнедеятельности растений:**

*у ряски:*

- по состоянию растения (побурение и повреждение листочков и др.),
- по выживаемости (число растений),
- по числу и длине корней (мм),
- по числу лопастей.

*у элодеи:*

- по состоянию растения (побурение, отрыв листочков, разрушение побега и др.),
- по выживаемости (число растений),
- по числу и длине корней (мм),
- по приросту главного побега,
- по суммарному приросту элодеи (прирост главного и боковых побегов вместе),
- по числу боковых побегов у растений.

## VII. Обработка результатов.

По окончании опыта полученный цифровой материал вносится в рабочие таблицы.

Таблица

Динамика морфо-физиологических показателей ряски (элодеи) при воздействии дихромата калия в различных концентрациях

Сутки	Концентрация токсиканта, мг/л	Показатели			
		Состояние растений	Выживаемость	Число корней	Длина корней
1*	0,15 0,03 0,3 3,0 Контроль				

Примечание: \* в таблицу вносятся данные по всем исследуемым суткам.

При составлении таблицы по данному эксперименту для ряски и элодеи используются морфо-физиологические показатели, приведенные выше в (пункте VI) данной лабораторной работы.

## VIII. Построение графиков.

Полученные данные можно представить в виде графиков.

1. По оси ОХ откладывают сутки, по оси ОУ – % от контроля и получают динамику числа корней (любого другого показателя) при различных концентрациях вещества
2. По оси ОХ откладывают сутки, по оси ОУ – абсолютные величины выбранного показателя и получают динамику числа корней (любого другого показателя) при различных концентрациях вещества.
3. По оси ОХ через разные отрезки отмечают значения концентраций, по оси ОУ соответственно им значения любого показателя на одни какие-либо сутки,



как правило, на 1,5,15, то есть те, где отмечаются наибольшие отклонения от контроля. Получаемое изображение будет отражать изменение данного показателя при различных концентрациях дихромата калия на  $t_i$ -тые сутки, при этом можно использовать как абсолютные значения, так и относительные (% к контролю).

**IX. Выводы:** Сделать выводы о степени токсичности воды с определенной концентрацией дихромата калия для растений.

На основании данных, представленных на графиках или в таблицах, получают картину воздействия токсических веществ на элодею и ряску в диапазоне испытанных концентраций. По выживаемости растений устанавливают летальные (гибель в течение 5-10 суток) и хронические летальные концентрации (гибель на 15-е и далее сутки). Отрицательным считается воздействие, при котором отмечаются значительные изменения (более чем на  $\pm 25\%$  от уровня контроля) биологических показателей: выживаемости растений, прироста основного побега, длины боковых отростков и корней, суммарного прироста растений. Максимальная недействующая (безвредная) концентрация – это та, которая не вызвала в течение всего опыта существенных (более  $\pm 25\%$ ) отклонений от контроля биологических показателей.

## Литература

1. Лысенко, Н.Л. Водоросли как объекты экологического практикума в сельской школе [Текст] / Н.Л. Лысенко // Методическая работа вуза как фактор развития сельской школы: материалы Всеросс. конф. «Педагогическая инициатива и сельская малокомплектная школа / под ред. Ф.С. Авдеева. – Орел: ОГПУ, 1995. – С. 126-128.
2. Лысенко, Н.Л. Методы биотестирования в экологическом практикуме [Текст] / Н.Л. Лысенко // VII Ломоносовские международные

- чтения: тезисы докл. научно-практ. конференции «Непрерывное экологическое образование: содержание, технология, перспективы» 13–15 ноября 1995 г. Архангельск: Изд-во Поморского международного пед. ун-та им. М.В. Ломоносова. – С. 77–79.
3. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод [Текст] // сб. науч. тр. / под ред. В.А. Брызгалю, Т.А. Хоружая. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 160 с.
  4. Теоретические вопросы биотестирования [Текст] // сб. науч. тр. / под ред. проф. В.И. Лукьяненко. – Волгоград: ИБВВ АН СССР, 1983. – 194 с.
  5. Филенко, О.Ф. Водная токсикология [Текст] / О.Ф. Филенко. – М.: МГУ, 1988. – 156 с.
  6. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Изучение метода биотестирования природных и сточных вод на высших водных растениях в условиях школ и учреждений дополнительного образования .....	1
Работа .....	5
Литература .....	9