

Н.Л. Лысенко

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД НА
ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ
В УСЛОВИЯХ ШКОЛ И УЧРЕЖДЕНИЙ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



*Лысенко Наталья
Леонидовна, кан-
дидат биологичес-
ких наук, доцент
кафедры ботаники
ЯГПУ*

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 базовых учебных дисциплин, проведение спецкурсов, спец-

практикумов 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 оценки природных вод как раз возможно из-за простоты исполнения. Для них не требуется какой-либо сложной аппаратуры, условий содержания исследований.

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 (Методы биотестирования...1989).

Биотестирование можно проводить на бактериях, пиявках, моллюсках, рыбах и других водных организмах.

Мы работали с высшим водным растением ряска малая. Наше внимание к ней было вызвано тем, что она, находясь в массовом развитии и состоянии вегетации, может оказывать существенное влияние на физикохимические показатели воды и процессы самоочищения. Кроме того, повсеместная распространенность, способность расти на несложных по составу искусственных средах, нетребовательность специальных условий для культивирования, лег-

кость получения их из естественных популяций и высокая чувствительность (к некоторым веществам это растение более чувствительно, чем зоопланктон и моллюски) делает его уникальным тест-объектом в биологическом мониторинге водной среды, осуществляемым не только специалистами, но и школьниками. Напомним, что при установлении ПДК вредных веществ, сбрасываемых в водоемы, высшие водные растения являются обязательными тест-организмами. В биотестировании используются два вида - погруженное растение элодея канадская и полупогруженное растение ряска малая, являющиеся наиболее обычными представителями большинства водоемов страны. При этом наше исследование показало, 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 раскрыть сущность и причины возникновения проблемы охраны водоисточников от загрязнения, конкретизировать ее, используя собственно полученные данные при биотестировании, а также из анализа научной литературы. 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 основ определения качества воды с помощью растений среди широкого круга 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, направленных на выработку умений и навыков в овладении этим методом. Рассмотрим одну из них.

Работа 1

Изменение выживания и морфо-физиологических показателей высших водных растений ряска малая и элодеи канадской под влиянием дихромата калия ($K_2Cr_2O_7$).

Цель. Исследовать особенности реагирования

водных растений как важнейшего компонента водных биоценозов на загрязнение среды соединениями Cr.

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 ($K_2Cr_2O_7$) 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 ($K_2Cr_2O_7$) 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 подвергшегося 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 получить 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 2-х или 3-х-кратная.

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

у ряски:

1. По состоянию растения (побурение, отрыв листочков, разрушение побега и др.).
2. По выживаемости (число растений).
3. По числу и длине корней (мм).
4. По числу лопастей.

у элодеи:

1. По состоянию растения (побурение, отрыв листочков, разрушение побега и др.).
2. По выживаемости (число растений).
3. По числу и длине корней (мм).
4. По приросту основного побега.
5. По суммарному приросту элодеи (прирост основного побега и боковых отростков вместе).
6. По числу боковых отростков у растений.

VII. Обработка результатов.

По окончании опыта полученный цифровой материал вносится в рабочие таблицы

Примечание:

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

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

Сутки	Концентрации токсиканта	Показатели			
		Состояние растений	Выживаемость	Число корней	Длина корней
1*	0,03				
	0,15				
	0,3				
	3,0				
1	Контроль				

*) в таблицу вносятся данные по всем исследуемым суткам.

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 равные отрезки отмечают значения концентраций, по оси ОУ соответственно им значения любого показателя на одни какие-либо сутки, как правило, на 1,5,15, т.е. те, где отмечаются наибольшие отклонения от контроля. Получаемое изображение будет отражать изменение данного показателя при различных концентрациях дихромата калия ti-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 25%) биологических показателей: выживаемости растений, прироста основного побега, длины боковых отростков и корней, суммарного прироста растений. Максимальная недействующая (безвредная) концентрация, - которая не вызвала в течение всего опыта существенных (более 25%) отклонений от контроля биологических показателей.