**Биоиндикация качества воды**

При оценке качества воды необходимо помнить, что проведение соответствующих измерений требует соблюдения определенных принципов.

При первых визитах к реке или другому водоему мы, как правило, задаем описательные вопросы: что, каким образом и где. Функциональные вопросы (почему?) возникают позднее. Эти вопросы гораздо труднее, для ответа на них уже требуется не только измерительная работа, но и работа с литературой и мыслительные усилия.

Из опыта предыдущих полевых работ известно, что многие учащиеся пытаются выполнить все измерения с помощью техники, имеющейся у них с собой. Возвратясь в лабораторию, они испытывают большие трудности, так как реально не представляют, какую информацию они получили. Оказывается, что большинство результатов измерений трудно интерпретировать. Лучше на первых стадиях исследования прочитать об определенных методах исследования, чтобы представлять, на какие вопросы можно получить ответы, как аккуратно провести измерения. Предварительная подготовка и планирование сохранит вам больше времени, чем слепое использование всех методов измерений.

При интерпретации результатов измерений качества воды надо иметь в виду, что результаты измерений верны только по отношению к определенному времени. Днем позднее или ранее результаты измерений могут существенно отличаться. Например, вы можете отметить очень низкую концентрацию нитратов в ручейке или речке в один из дней. Однако, придя на другой день, вы можете отметить чрезвычайно высокое содержание нитратов, так как находящееся неподалеку сельскохозяйственное предприятие вывалило навоз в реку. Таким образом, физико-химические измерения позволяют оценить качество воды только на данный момент.

Присутствие индикаторных видов растений или животных позволяет более глубоко судить о качестве воды в водоеме.

Оценка качества воды водоемов и водотоков может быть проведена с использованием физико-химических и биологических методов. Биологические методы оценки - это характеристика состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоема.

Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Биологический метод оценки состояния водоема позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью гидрофизических и гидрохимических методов невозможно. Оценка степени загрязнения водоема по составу живых организмов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

Планктон - совокупность живых обитателей водоема, не способных активно передвигаться или медленно передвигающихся, но не противостоящих токам воды.

Фитопланктон - совокупность растительных организмов водоема, не способных активно передвигаться, - важнейший компонент водных систем, активно участвует в формировании качества воды и является чутким показателем состояния водных экосистем и водоема в целом.

Подчеркивая всю важность биоиндикационных методов исследования, необходимо отметить, что биоиндикация предусматривает выявление уже состоявшегося или происходящего загрязнения окружающей среды по функциональным характеристикам особей и экологическим характеристикам сообществ организмов. Постепенные же изменения видового состава формируются в результате длительного отравления водоема, и явными они становятся в случае в случае далеко идущих изменений.

Таким образом, видовой состав живых организмов из загрязняемого водоема служит итоговой характеристикой токсикологических свойств водной среды за некоторый промежуток времени и не дает ее оценки на момент исследования.

В холодное время года системы биологической индикации в гидробиологии вообще не могут быть применены.

При сбросе в водоем токсических веществ, содержащихся в промышленных сточных водах, происходит угнетение и обеднение фитопланктона. При обогащении водоемов биогенными веществами, содержащимися, например, в бытовых стоках, значительно повышается продуктивность фитопланктона. При перегрузке водоемов биогенами возникает бурное развитие планктонных водорослей, окрашивающих воду в зеленый, сине-зеленый, золотистый, бурый или красный цвета ("цветение" воды). "Цветение" воды наступает при наличии благоприятных внешних условий для развития одного, редко двух-трех видов. При разложении избыточной биомассы, выделяется сероводород или другие токсичные вещества. Это может приводить к гибели зооценозов водоема и делает воду непригодной для питья. Многие планктонные водоросли в процессе жизнедеятельности нередко выделяют токсичные вещества. Увеличение в водоемах содержания биогенных веществ в результате хозяйственной деятельности человека, сопровождаемые чрезмерным развитием фитопланктона, называют антропогенным эвтрофированием водоемов.

Каждая группа организмов в качестве биологического индикатора имеет свои преимущества и недостатки, которые определяют границы ее использования при решении задач биоиндикации.

Водорослям принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды в результате эвтрофирования (заболачивания) водоема.

Зоопланктон также достаточно показателен как индикатор эвтрофирования и загрязнения (в частности органического и нитратного) вод. Кроме этого, среди зоопланктона встречаются и представители патогенной фауны, ограничивающей использование водного объекта в целях водоснабжения.

Простейшие являются высокочувствительными индикаторами сапробного состояния водоемов.

Зообентос - совокупность животных, обитающих на дне и в придонных слоях воды, служит хорошим индикатором загрязнения донных отложений и придонного слоя воды. Наиболее достоверными индикаторами среди них служат легочные моллюски, особенно катушки и речные чашечки. Положительные результаты дает также оценка качества воды по личинкам насекомых. Свободно живущие личинки ручейников, а также поденок являются наиболее чувствительными организмами.

Значение макрофитов (высшая водная растительность) наиболее существенно при предварительном гидробиологическом осмотре водных объектов. При загрязнении водоемов изменяется видовой состав, биомасса и продукция макрофитов, возникают морфологические аномалии, происходит смена доминантных видов, обусловливающих особенности ценоза. Данные по ихтиофауне важны при оценке состояния водного объекта в целом и особенно при определении допустимых уровней загрязнения водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Проведение биологических исследований имеет свои особенности в стоячих и текущих водоемах.

Для изучения рек и ручьев большое значение имеют перифитонные организмы (т.е. обрастатели), те, которые дают картину общего состояния воды за достаточно длительный промежуток времени, предшествующий исследованию. Быстрые колебания степени загрязнения воды плохо уловимы с помощью перифитона и для их наблюдения лучше подходят гидрохимические и бактериологические методы.

Также случайные загрязнения местного характера легче всего могут повлиять на характер населения дна (т.е. организмов бентоса) в таких водоемах.

Это обстоятельство заставляет при исследовании рек обращать внимание на быстрые места их течения - перекаты, плотины и т. д. Если мы хотим получить представление об общем состоянии реки, то станции необходимо выбирать именно здесь. Если же нас интересуют разовые или местные загрязнения необходимо исследовать обитателей дна в местах со слабым течением - в заводях, бочагах и т.п. После впадения в реку тех или иных загрязненных стоков последние сносятся течением вниз по реке и откладываются в более глубоких местах реки с замедленным течением.

Биологическое исследование стоячих водоемов, как правило, интерпретируется более легко. Здесь, прежде всего, необходимо проведение комплексных исследований с тем, чтобы иметь более полное представление о состоянии водоема. Чем крупнее исследуемый водоем, тем большее количество разнообразных станций надо выбирать по его периметру.

Почти любое использование воды влияет на ее качество. Использованная вода обычно возвращается в реки или отстойники для восстановления. Это может оказать нежелательное влияние на жизнь, если использованная вода будет сильно отличаться от естественной.

**Примеси, содержащиеся в воде**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПРИМЕСЬ | КАК ОНА ПОПАЛА В ВОДУ | ВРЕДНОЕ ДЕЙСТВИЕ |
| Свинец, Pb2+ | Из свинцовых труб, иногда из промышленных стоков | Поражает мозг и нервную систему, вызывает анемию  |
| Медь, Cu2+ | Из медных труб, иногда из промышленных стоков | Вызывает рвоту |
| Алюминий Al3+ | Через обработку воды и алюминиевую посуду | Может вызвать болезнь Альцгеймера (потеря памяти |
| Ртуть, Hg (органические соединения) | Сточные воды | Поражает нервную систему  |
| Нитраты, NO3 | Из удобрений | Вызывают "синдром синюшного младенца" (редкое за6оле-вание крови у младенцев, может вызвать рак |
| Фосфаты, РО43- | Из удобрений и моющих средств | Способствуют росту водорослей в водоемах |
| Пестициды | Следствие борьбы с вредителями сельского хозяйства | Могут вызвать рак |
| Кишечные бактерии | Из канализации | Вызывают расстройство желудка |

Различные виды живых существ показывают, чем загрязнена окружающая среда. Какой бы совершенной ни была современная аппаратура, она не может сравниться с "живыми приборами", реагирующими на те или иные изменения, отражающие воздействие всего комплекса факторов, включая сложные соединения различных ингредиентов.

Бурное развитие сине-зеленых водорослей - хороший индикатор опасного загрязнения воды органическими соединениями.

Лучший индикатор опасных загрязнений - прибрежное обрастание, располагающиеся на поверхностных предметах у кромки воды. В чистых водоемах эти обрастания ярко-зеленого цвета или имеют буроватый оттенок. Для загрязненных водоемов характерны белые хлопьевидные образования. При избытке в воде органических веществ и повышения общей минерализации обрастания приобретают сине-зеленый цвет, так как состоят в основном из сине-зеленых водорослей. При плохой очистке фекально-бытовых сточных вод обрастания бывают белыми или сероватыми. Как правило, они состоят из прикрепленных инфузорий (сувойки, кархезиум и др.) Стоки с избытками сернистых соединений могут сопровождаться хлопьевидными налетами нитчатых серобактерий-теотриксов.

Биоиндикация - способ оценки антропогенной нагрузки по реакции на нее живых организмов и их сообществ.

Биотестирование - использование в контролируемых условиях биологических объектов (тест-объектов) для выявления и оценки действия факторов (в том числе и токсических) окружающей среды на организм, его отдельную функцию или систему организмов. Хорошие результаты дает анализ бентосных (придонных) беспозвоночных. Оценка чистоты водоемов делается по преобладанию, либо отсутствию тех или иных таксонов.

**Шкала загрязнений по индикаторным таксонам**

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторные таксоны | Эколого-биологическая полноценность, класс качества воды, использование |
| Личинки веснянок, плоские личинки поденок, ручейник - риакофилла | Очень чистая. Полноценная Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное. |
| Крупные двустворчатые моллюски (перловица), плавающие и ползающие ручейник-нейреклипсис, вилохвостки, водяной клоп | Чистая. Полноценная Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное, орошение, техническое. |
| Моллюски-затворки, горошинки, роющие личинки поденок, ручейники при отсутствии реакофиллы и нейреклипсис, личинки стрекоз плосконожки и красотки, мошки | Удовлетворительно чистая. Полноценная. Питьевое с очисткой, рекреационное рыбоводство, орошение техническое. |
| Шаровки, дрейсена, плоские пиявки, личинки стрекоз при отсутствии плосконожки и красотки, водяной ослик | Загрязненные. Неблагополучные. Ограниченное рыбоводство, ограниченное орошение |
| Масса трубочника, мотыля, червеобразные пиявки при отсутствии плоских, крыски, масса мокрецов | Грязные. Неблагополучные. Техническое. |
| Макробеспозвоночных нет  | Очень грязные. Неблагополучные. Техническое с очисткой |