

УДК 574.663:502.175:502.131.1(476.4)

БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА САПРОБНОСТИ ГОРОДСКИХ ВОДОЁМОВ Г. МОГИЛЁВА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Щербакова Полина Сергеевна

Студент факультета математики и естествознания
учреждение образования «Могилевский государственный университет
имени А.А. Кулешова»
(г. Могилев, Беларусь)
PS.Shcherbakova@yandex.by

Аннотация. Работа посвящена вопросам экологического мониторинга городских водоемов г. Могилева с использованием методов биоиндикации и оценки сапробности. Обосновывается значимость контроля качества поверхностных вод для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития региона. Рассматриваются перспективы внедрения биологических методов оценки в общую систему регионального природопользования. Предложенные подходы способствуют реализации целей устойчивого развития на местном уровне.

Ключевые слова. Биоиндикация, сапробность, экологический мониторинг, качество воды, городские водоемы, Могилев, устойчивое развитие.

Традиционные физико-химические методы оценки качества воды дают лишь точечную картину состояния водоема на момент отбора проб. Для получения комплексной и объективной информации о здоровье водных экосистем в условиях прогрессирующей урбанизации необходимо применение биологических методов мониторинга. Биоиндикационная оценка сапробности позволяет отслеживать долгосрочные изменения качества водной среды под воздействием различных антропогенных факторов. Это особенно актуально для г. Могилева, где городские водоемы испытывают значительную техногенную и рекреационную нагрузку.

В контексте проблем устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран, экологический мониторинг выступает одним из ключевых инструментов рационального управления окружающей средой. Оценка сапробности водоемов г. Могилева напрямую решает задачи естественнонаучного направления для устойчивого развития. Использование живых организмов в качестве индикаторов позволяет не только фиксировать факт загрязнения, но и оценивать его реальные биологические последствия для экосистемы в целом.

В ходе нашего исследования был собран обширный материал, включающий 22 пробы фитопланктона из различных водных объектов города Могилева. Основными объектами исследования стали реки Днепр, Дубровенка, Струшня, а также озера Святое и Печерское, которые представляют разные типы водных экосистем. Выбор трех станций отбора проб на реке Дубровенке, в отличие от единичных станций на остальных водоемах, обусловлен ее выраженной гидрологической и морфологической неоднородностью в черте города. В рамках исследования Дубровенка рассматривалась как модельная экосистема для оценки реакции фитопланктона на градиент техногенной трансформации: от относительно естественного участка (точка 1) до зон с измененным водообменом (точка 2) и жестким бетонированием берегов (точка 3). Для остальных исследованных водных объектов, отличающихся более стабильным гидрологическим режимом (р. Днепр, р. Струшня) или относительной однородностью прибрежной зоны (оз. Святое, Печерское), для репрезентативной оценки экологического статуса было достаточно закладки одной станции. Особое внимание уделялось отбору проб из различных биотопов - прибрежной зоны (глубина 0,5-1 м), что обеспечило репрезентативность материала. Каждая проба отбиралась в трехкратной повторности для повышения достоверности результатов.

Методика отбора проб строго соответствовала стандартным гидробиологическим методам. Сразу после отбора пробы маркировались с указанием даты, места отбора, глубины и других параметров, после чего транспортировались в лабораторию.

В лабораторных условиях проводилась тщательная обработка проб. Без предварительного концентрирования материал проб наносили на специальные предметные стекла, предварительно обезжиренные спиртом. Препараты готовились для оперативного изучения.

Микроскопическое исследование проводилось с использованием современных микроскопов для фотофиксации и определения объектов. Одновременно с определением таксономической принадлежности наблюдаемого объекта определялась и его частота встречаемости, что важно для последующего расчета индекса сапробности водного объекта по Пантле и Буку [1].

Процесс определения водорослей представлял собой многоэтапную процедуру. На первом этапе проводили прижизненную диагностику подвижных форм, что позволяло сохранить информацию о подвижности и характере движения организмов. Затем анализировали препара-

ты, уделяя особое внимание диагностическим признакам. Определение проводили последовательно: сначала до класса (по пигментации и общей морфологии), затем до рода (по строению клетки). Для каждого этапа использовали соответствующие определители и атласы [2].

Основными определительными пособиями служили классические работы. Для разных групп водорослей использовали специфические диагностические признаки: у диатомей анализировали структуру панциря, строение пор и форму створок; у зеленых водорослей - форму хлоропласта и особенности клеточной стенки; у цианобактерий - форму трихом и наличие гетероцист.

В исследованных пробах самыми многочисленными по численности представителей являлись отделы зеленых водорослей, диатомовые, реже всего встречались представители отдела цианобактерии и эвгленовые. Все пробы информативны, что позволяет утверждать, что водоросли встречаются во всех пробах фитопланктона из различных водоемов города Могилева.

На основании сведений о видовом составе гидробионтов, найденных в тех или иных водах, можно составить представление о том, насколько последние чисты или загрязнены. В 1908 и 1909 гг. Кольквитцом и Марссоном были опубликованы материалы по оценке степени загрязнения вод разлагающимися органическими веществами, или сапробности. Сапробность (от греческого *sapros* – гнилой) – физиолого-биохимические свойства организма (сапробионта), обуславливающего его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ. Кольквитц и Марссон изучая различные водоемы, установили 4 зоны сапробности:

1. Полисапробная зона. Содержится значительное количество нестойких органических веществ и продуктов их анаэробного распада. Много белковых веществ. Кислород поступает в воду главным образом за счет атмосферной реаэрации и расходуется полностью на окисление. В воде присутствует сероводород и метан. На дне кислорода нет. Индекс сапробности 1,00-1,50.

2. α -мезосапробная зона. Начинается аэробный распад органических веществ, образуется аммиак, углекислота, кислорода мало, сероводорода и метана нет. БПК составляет десятки мг/л. Содержатся организмы, приспособленные к недостатку кислорода и высокому содержанию углекислоты. В илах много тубифицид и личинок хирономид. Индекс сапробности 1,51-2,50.

3. β -мезосапробная зона. Нет стойких органических веществ, произошла полная минерализация. Содержание кислорода и углекислоты колеблется в зависимости от времени суток: днем избыток кислорода, дефицит углекислоты, ночью - наоборот. Много организмов с автотрофным питанием, наблюдается цветение воды. Индекс сапробности 2,51-3,50.

4. Олигосапробная зона. Чистые воды, соединения азота в форме нитратов, вода насыщена кислородом; CO_2 мало, сероводорода нет. Это практически чистые водоемы. Цветения не бывает. На дне мало детрита, автотрофных организмов и бентосных животных. Индекс сапробности больше 3.50.

Оценка экологического состояния водных объектов г. Могилева методом биоиндикации выявила, что значения индекса сапробности Пантле-Букка находятся в диапазоне 2,138–2,559, что соответствует зоне β -мезосапробности. Максимальная степень органического загрязнения отмечена для водотока р. Струшня (2,559), а минимальная — для контрольного створа р. Дубровенка №1 (2,138) и оз. Святое (2,155). Пространственная динамика индексов на р. Дубровенка иллюстрирует закономерное снижение качества водной среды вниз по течению в условиях нарастающей антропогенной нагрузки. Воды р. Днепр и водохр. Печерского также характеризуются умеренным уровнем сапробного загрязнения ($S=2,325$ и $2,461$ соответственно).

В целом можно заключить, что сапробность (независимо от применяемого метода ее оценки) является интегральным показателем органико-кислородного баланса в данной экосистеме (водоеме и биотопе). Считать ее прямой функцией антропогенного загрязнения водоема нельзя. Как показано выше, сапробность зависит от многих локальных и региональных факторов, и даже влияние антропогенной нагрузки в значительной мере опосредовано этими факторами.

Таблица 1 – Индексы сапробности водных объектов г. Могилева (по Пантле и Букку), полученные на основе биоиндикационных свойств фитопланктонного сообщества

Название водотока/водоема	р. Дубровенка №1	р. Дубровенка №2	р. Дубровенка №3	р. Днепр	р. Струшня	оз. Святое	водохр. Печерское
Индекс сапробности, S	2,138	2,148	2,237	2,325	2,559	2,155	2,461

Внедрение регулярного биоиндикационного мониторинга сапробности городских водоемов г. Могилева является важным условием для перехода к устойчивому развитию региона. Полученные данные могут служить объективной основой для разработки природоохранных мероприятий и корректировки градостроительных планов. Кроме того, активное вовлечение студенческой молодежи в процессы экологического мониторинга способствует достижению целей устойчивого развития и повышению уровня экологической культуры общества.

Список литературы

1. Унифицированные методы исследования качества вод: методы химического анализа вод / СЭВ, Совещ. руководителей водохоз. органов стран – членов СЭВ. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : 1977.
2. Барина, С. С. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) [Текст] / С. С. Барина, Л. А. Медведева. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – 364 с. : ил.