

МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ПЕДАГОГОВ «ИССЛЕДОВАТЕЛЬ»

БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ ФОНД СОЦИАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ «МОЙ ЭКВАТОР»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ «ЗОЛОТАЯ ЧЕРЕПАХА»



Антология работ учащихся
Всероссийского конкурса
юношеских исследовательских работ
им. В.И. Вернадского



**НАУКИ
О ВОДОЕМАХ**

Сборник работ

Москва, 2024

Библиотека журнала «Исследователь/Researcher»

Серия
«Антология работ учащихся
Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ
им. В.И. Вернадского»

Под общей редакцией А.В. Леонтовича и А.С. Обухова

Составитель Г.И. Фролова

НЗ4 Науки о водоемах: сборник работ / Сост. Г.И. Фролова; Под общ. ред. А.В. Леонтовича и А.С. Обухова – М.: журнал «Исследователь/Researcher», 2024. – 84 с.

ISBN 978-5-91905-053-7

Серия «Антология Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ им. В.И. Вернадского» включает наиболее интересные исследования школьников и рецензии специалистов на эти работы за последнее десятилетие. Каждое издание серии посвящено определенному направлению в области естественных наук. В сериях Антологии размещены фотографии природы, флоры и фауны разных континентов из собрания платформы «Золотая Черепаха», которые любезно предоставлены Благотворительным фондом социальной поддержки «Мой экватор». Настоящее издание посвящено исследованиям водоемов.

Представляет интерес для школьников, интересующихся творческими задачами в области естественных наук, учителей, педагогов, общественности.

**УДК 00
ББК 94.3**

В сборник включены как образцовые исследования, так и требующие небольшой доработки, но при этом представляющие интерес в качестве примеров первых опытов в сфере исследовательской деятельности. Работы печатаются без приложений и объемных иллюстраций. Статьи опубликованы в авторской редакции, редколлегия не несет ответственности за орфографические и стилистические ошибки.

Издано при поддержке международного фестиваля «Золотая черепаха»

© Межрегиональное общественное Движение творческих педагогов «Исследователь», 2024
© Оргкомитет юношеских Чтений им. В.И. Вернадского, 2024
© Журнал «Исследователь/Researcher», 2024
© Международный фестиваль «Золотая черепаха», 2024
© Школа № 1553 имени В.И. Вернадского, 2024

ISBN 978-5-91905-053-7

СОДЕРЖАНИЕ

К читателю. Обращение руководителя секции Фролова Г.И.	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА» В ПЛАНКТОННОМ СООБЩЕСТВЕ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ	
Каллистова Елена Евгеньевна, МАОУ СОШ №21, ЧЕЛЯБИНСК	6
ЗООПЛАНКТОН ВОДОЕМОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА» КАК КОРМОВАЯ БАЗА ДЛЯ РЫБ	
Шмелева Александра Николаевна, МБУДО «Станция юных натуралистов», ХАНТЫ-МАНСИЙСК Тюменской области	15
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ВОДЯНОГО ОРЕХА В ОЗЕРАХ ХОПЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	
Грибанева Надежда Сергеевна, МКОУ ДО «Станция юных натуралистов», НОВОХОПЕРСК Воронежской области	20
РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПОЙМЕННЫХ, ПЕРЕСЫХАЮЩИХ ВОДОЕМОВ ХОПЁРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	
Захаров Дмитрий, МКОУ ДО «Станция юных натуралистов», НОВОХОПЕРСК Воронежской области	26
ЗООБЕНТОС ОЗЕРА ЛОМОНОСОВСКОЕ	
Асфандиярова Радмила, ЧОУ школа Альфа, Уфа	35
ЭКОЛОГИЯ <i>PALAEMON ADSPERSUS</i> (RATHKE, 1837) В КАРКИНИТСКОМ ЗАЛИВЕ	
Вольскова София Руслановна, МБОУ СОШ «Школа будущего», БОЛЬШОЕ ИСАКОВО Калининградской области.	46
ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА ЛОША	
Серикова Надежда Дмитриевна , ГУО «Узденская районная гимназия», УЗДА Минской области, Беларусь	51

ПОПУЛЯЦИЯ ПЛАНКТОННЫХ РАЧКОВ АБОРИГЕННОГО *EVDANE NORDMANI* И ЧУЖЕРОДНОГО *EVDANE ANONYX* В ЦЕНТРАЛЬНОЙ БАЛТИКЕ ЛЕТОМ 2016 ГОДА

Бокатая Ульяна Денисовна,
ГАОУКО ДО «Калининградский областной детско-юношеский центр
экологии, краеведения и туризма» (ГАОУКОДО КОДЮЦЭКТ),
КАЛИНИНГРАД 59

ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Козлова Диана Геннадьевна, Лузина Дарья Михайловна,
КРОУ «Природное наследие»,
ЗЕЛЕНОГРАДСК 65

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКА РЕЧНОЙ ДРЕЙССЕНЫ (*DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS, 1771)) В ВОДОЁМАХ БАСЕЙНА РЕКИ УШАЧА

Борисёнок Ксения Артёмовна, Юркевич Полина Юрьевна,
Ушачи, Витебская область, Республика Беларусь 72

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ИСТОЧНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА ТАНХОЙ

Постернак Алёна Станиславовна,
Лицей при Томском Политехническом Университете,
ТОМСК 78



НАУКИ О ВОДОЕМАХ

ВСЕРОССИЙСКИЕ ЮНОШЕСКИЕ ЧТЕНИЯ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО

Секция «Науки о водоемах» работает на Чтениях им. В.И. Вернадского с 2006 года. К сожалению, с каждым годом на секцию «Науки о водоемах» поступает все меньше работ, большая часть из которых нуждается в серьезных доработках.

Чаще всего исследования проводятся школьниками в полевых условиях и посвящены гидробиологическому, гидрологическому и гидрохимическому мониторингу водных объектов различных категорий: рек, ручьев, родников, озер и прудов. Ежегодно есть работы с региональных туров с рецензиями, которые чаще всего хвалебные, без серьезного научного анализа работы школьника.

Также ежегодно присылается на секцию Конкурса много работ, выполненных с применением самых простых методов исследования – органолептических, с использованием качественных реакций с помощью полевых лабораторий и простых гидробиологических методов – Майера и Вудивисса. Работ же, выполненных на базе научных лабораторий, немного. Большинство из них и рекомендуется к публикации.

Освоение школьниками методов опытно-экспериментальной работы в области изучения водоемов позволяет уже в юном возрасте присмотреться к своему дальнейшему профессиональному пути. Школьники, в разные годы представившие свои работы на секцию, успешно учатся в ведущих ВУЗах, более старшие уже работают в университетах, научно-исследовательских институтах, на особо охраняемых природных территориях. Их усилия вносят реальный вклад в развитие научного потенциала нашей страны.

Галина Ивановна Фролова,
кандидат биологических наук,
руководитель секции «Науки о водоемах»

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА» В ПЛАНКТОННОМ СООБЩЕСТВЕ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ

Год: 2016

Автор работы: Каллистова Елена Евгеньевна, 9 класс

Руководитель: Карпещук Екатерина Васильевна

Организация: МАОУ СОШ №21

Город: ЧЕЛЯБИНСК

ВВЕДЕНИЕ

Вся история гидробиологического контроля убедительно показывает, что качество вод не может быть раскрыто с помощью одной только измерительной процедуры [31], так как различные компоненты гидробиоценозов имеют существенные различия в степени устойчивости к отдельным видам антропогенных стрессоров.

Считается, что одним из самых чувствительных компонентов гидробиоценозов является планктон. Если быть точнее, то здесь правильной будет сказать не просто о планктоне, а о зоопланктоне как об одном из важнейших компонентов водных биоценозов, о наиболее динамичном компоненте. Дело в том, что любые изменения в функционировании экосистемы находят своё отражение в соответствующем изменении состояния зоопланктонного сообщества. На состоянии зоопланктона сказываются как внутриводоемные продукционные процессы, так и поступление аллохтонной органики. От активности зоопланктона зависит потребительское качество водной среды. Поэтому использование зоопланктона в биоиндикации водных экосистем, является необходимым условием своевременного обнаружения антропогенной трансформации и устранения отрицательных эффектов человеческой деятельности. Однако до сих пор данный путь оценки состояния водной среды не находит своего достаточного отражения в практике экологического мониторинга, так как вследствие недостаточной изученности существующих взаимосвязей возникают проблемы при определении ключевых характеристик зоопланктонных организмов, на основании изменения которых можно судить о нарушении в функционировании системы.

Сравнительно недавно появилась работа [20, 21], посвященная суточным вертикальным миграциям зоопланктона одного из стратифицированных озер Челябинской области, ранее таких исследований в нашем регионе не проводилось. В данной работе говорится о том, что суточные вертикальные миграции являются отражением всех существующих в водоёме процессов. Они играют решающую роль в перераспределении вещества и энергии в водной экосистеме. Данный аспект очень важен для наших озер, так как сегодня наблюдается всё большее угнетение водных экосистем поступлением аллохтонных органических соединений.

Согласно данным этого исследования [20, 21] руководящими причинами суточных вертикальных миграций зоопланктона одного из озер Челябинской области являются избеганием визуального риска хищничества и улучшение

условий питания, то есть миграции зоопланктона носят в основном кормовой характер. Известно, что активными «кормовыми» мигрантами являются, прежде всего, хищники и их жертвы [32]. Это логично, так как кто больше жертвы заинтересован в том, чтобы выжить и не попасть в пасть хищника, и кто кроме хищника, может быть больше заинтересован в том, чтобы выжить и добраться до жертвы. Эти отношения, по сути, представляют собой замкнутый круг. Так, в случае той работы, основной причиной миграций для жертв является избегание визуального риска хищничества, а для хищника это улучшение условий питания. Отношениям «хищник – жертва» в планктонном сообществе посвящено множество работ [3-12, 17-19, 22, 23]. Во всех работах подчеркивается ведущая роль данных отношений в перераспределении вещества и энергии в гидробиоценозе. Но для нашей области конкретных исследований, посвященных отношениям «хищник – жертва», как ключевым отношениям в планктонном сообществе, оказывающим непосредственное влияние на перераспределение поступающих веществ в водную экосистему, не проводилось.

Поэтому нами было принято решение восполнить данный пробел и провести изучение отношений «хищник – жертва» в планктонном сообществе одного из озер Челябинской области.

Цель настоящей работы: на основе собственных наблюдений дать характеристику отношениям «хищник – жертва» в планктонном сообществе на примере конкретного водоема Челябинской области.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Выбрать объект исследования, дать его краткую характеристику; определить схему и методику отбора и обработки проб зоопланктона;
2. Произвести отбор проб зоопланктона согласно выбранной методике;
3. Произвести обработку проб зоопланктона;
4. На основании проведенной обработки, а также литературных данных определить основных хищников и их жертв, дать их краткую характеристику;

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ

В качестве водоема было выбрано озеро Большой Кисегач. Было определено, что данный водоем наиболее подходит для изучения отношений «хищник – жертва» по нескольким причинам:

1. Озеро является глубоким;
2. На озере имеется несколько островов, на которых можно организовать лагерь;
3. Подходящие климатические условия (отсутствие сильных ветров на период отбора проб).

На данном объекте проводилось 2 года назад изучение суточных вертикальных миграций зоопланктона, то есть касательно для этого объекта ведущей их причиной является потребность в пище, что полностью соответствует нашим требованиям к объекту исследования.

Исходные материалы были собраны в центральной части водоема, примерное положение станции показано на рисунке 1. Глубина на станции составила 30 м. Отбор проб производился 17 августа 2013 года стандартной количественной сетью Джели (диаметр верхнего кольца 18 см., нижнего – 24 см., фильтрующий

материал – газ 64). Было произведено 2 отбора проб: в 9 часов утра и в 9 часов вечера. Таким способом, мы сможем определить, кто в «нашем» планктонном сообществе является жертвами.

Облавливался весь столб воды послойно. Было выделено 10 горизонтов по 3 м. Ход сети составил 3 м. Пробы фиксировались 4% – ным раствором формалина. Всего, в результате проведенных исследований, было отобрано 20 количественных проб.

Хищниками в планктонном сообществе озер нашего региона являются битотрефес (*Bythotrephes longimanus*), лептодора (*Leptodora kindtii*), циклопиды (подотряд *Cyclopoida*). Так же это различные хищные коловратки, но они являются слишком мелкими для нашего исследования, так как не вносят существенный вклад в перераспределение вещества и энергии в гидробиоценозе [20, 21].

Их основными предполагаемыми жертвами являются мелкие низшие ракообразные, такие как дафнии (это только *Daphnia cucullata*, так как *Daphnia longispina*, являясь относительно более крупными по сравнению с *D.cucullata*, подвергается лишь риску позвоночного хищничества), босмины (*Bosmina coregoni cf. kessleri*) [20, 21].

Исходя из этих данных, при камеральной обработке мы визуальнo выделяли и подсчитывали только объекты, относящиеся к выше указанным видам. При возникновении вопросов систематическую принадлежность вида определяли под микроскопом. Для определения зоопланктонных организмов использовались следующие определители:

1. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР [24];
2. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) под ред. Л.А. Кутиковой [28];
3. Рылов В.М. Пресноводные *Calanoida* СССР [29];
4. Рылов В.М. *Cyclopoida* пресных вод [30].

Для определения численности и биомассы использовался счетный метод [26]. Организмы просчитываются в части пробы. Средняя просчитываемая порция составляла 6,3 мл.

Объем воды, профильтрованной при облове слоя глубиной h (м.), рассчитывается по формуле:

$V = \pi * R^2 * h$, где R - радиус входного отверстия сети (м.), который для стандартной сети Джели составляет 0,09 м.

Средняя численность организмов в 1м^3 данного слоя воды (N_i) определяется по формуле:

$N_i = (1/V) * n_i$, где n_i - число животных в пробе.

Для удобства расчетов использовался коэффициент $1/V$ перевода численности организмов в пробе в их количество в 1м^3 . Биомассу зоопланктона определяли умножением числа организмов каждой группы на их индивидуальную массу. Для этого были использованы таблицы средних весов с учетом размера организмов Мордухай-Болтовского, приведенные в различных литературных источниках [25, 27].

По полученным данным разбора проб зоопланктона с помощью программы MS Excel 2003 были построены диаграммы, отражающие вертикальное распределение зоопланктеров, а также графики распределения индивидуальной биомассы. Индивидуальную биомассу рассчитывали как частное биомассы и численности.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ

Озеро Большой Кисегач расположено в Чебаркульском районе Челябинской области, в 5 км северо-западнее города Чебаркуль, на восточной склоне Ильменского хребта. Озеро лежит в зоне южно-таежных предгорных ландшафтов с доминированием смеси сосново-березовых лесов. В 1969 году озеру присвоен статус гидрологического памятника природы [15, 16].

Озеро Большой Кисегач является звеном Кисегач-Миассовской озерной системы. Котловина озера тектонического происхождения [15]. Берега сложены гранито-гнейсами, дно озера неровное и сложено в прибрежной части песками, а в заливах – илами [20].

Озеро характеризуется развитой (изрезанной) береговой линией. Имеет от 11 до 16 островов [20]. Максимальная глубина составляет 32 метра.

Озеро Большой Кисегач по термической классификации относится к умеренным димиктическим замерзающим озерам [16]. В годовом термическом режиме озера выделяют 5 периодов: 1) весеннее нагревание; 2) летнее нагревание; 3) осеннее охлаждение; 4) предзимнее охлаждение; 5) зимнее постоянство [1].

Согласно Захарову С.Г. [16] озеро Б. Кисегач характеризуется устойчивым кислородным режимом в течение всего года. Содержание кислорода высокое по всей водной толще.

В результате продолжительного воздействия вод озер Табанкуль и М.Теренкуль на озере Б. Кисегач начались процессы эвтрофикации [15, 16]. Загрязненные воды до сих пор продолжают поступать в озеро. За годы функционирования санатория «Кисегач» изменился трофический статус озера. Из олиготрофного озера Б. Кисегач превратилось в мезотрофное [15, 16, 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблицах 1 и 2 представлены данные по численности и биомассе исследуемых видов в 9:00 и в 21:00 соответственно.

ТАБЛИЦА 1

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООПЛАНКТОНА НА РАЗНЫХ ГОРИЗОНТАХ В ТОЛЩЕ ВОДЫ ОЗ. Б.КИСЕГАЧ ПО ДАННЫМ СЪЕМКИ 17.08.2013 – 09:00 Ч.

Виды	Горизонт, м									
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30
<i>Отр. Cladocera</i>										
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)	12700 207,1	6450 335,8	2930 200,1	400 21,6	170 7,1	39 1,4	64 3,0	64 2,8	26 1,2	75 3,9
<i>Bosmina coregoni cf. kessleri</i> (Uljanin, 1874)	373 19,8	531 24,1	66 1,5	66 1,2	13 0,5	- -	20 1,4	13 0,08	- -	7 0,4
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	111 59,8	105 92,6	52 96,6	60 148,4	13 22,7	- -	- -	- -	- -	- -
<i>Bythotrephes longimanus</i> (Leydig, 1860)	20 7,9	26 13	20 6,1	7 3,5	- -	- -	7 3,5	- -	- -	- -
<i>Отр. Copepoda</i>										
<i>Cyclopoida</i>	2691 40,3	4936 97,3		6246 419,0		-	4332 185,3	4835 167,4	18040 209,7	37290 625,0

ТАБЛИЦА 2

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООПЛАНКТОНА НА РАЗНЫХ ГОРИЗОНТАХ В ТОЛЩЕ ВОДЫ
ОЗ.Б.КИСЕГАЧ ПО ДАННЫМ СЪЕМКИ 17.08.2013 – 21:00 ч.

Виды	Горизонт, м									
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30
Отр. Cladocera										
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)	13810 311,1	7502 387,9	2587 101,9	544 31,0	190 9,0	1395 55,5	747 27,4	157 5,1	478 19,5	334 5,0
<i>Bosmina coregoni</i> cf. <i>kessleri</i> (Uljanin, 1874)	1055 43,1	472 25,7	92 4,3	20 0,8	7 0,4	85 2,4	33 1,3	7 0,4	52 3,9	98 2,9
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	310 122,2	220 206,5	197 221,4	13 7,3	- -	33 8,6	- -	7 1,8	13 10,9	- -
<i>Bythotrephes longimanus</i> (Leydig, 1860)	138 77,2	98 41,7	144 64,7	52 49,5	7 1,4	13 9,5	13 7,4	- -	7 1,4	7 1,4
Отр. Copepoda										
<i>Cyclopoida</i>	14760 283,2	4980 169,2	7460 405,7	5155 389,1			1991 129,2	1716 68,6	3079 133,7	9465 94,7

В приложении 1 приведены диаграммы вертикального распределения, а также графики, отражающие вертикальное распределение индивидуальной биомассы, и их анализ. В нашем случае, индивидуальная биомасса является величиной, показывающей, особи каких размеров преобладают в определенном слое толщи воды, то есть индивидуальная биомасса является величиной, свидетельствующей о миграциях особей определенного размера в различные горизонты толщи воды озера Большой Кисегач.

Далее немного охарактеризуем исследуемые нами виды, используя литературные данные, а также полученные диаграммы и графики.

Leptodora kindtii - крупнейшая планктонная кладоцера, хищник. Имеет очень крупные размеры порядка 12–20 мм в длину. На 98% прозрачна. Это служит защитой от позвоночного хищничества. Пять пар грудных придатков образуют своего рода «корзину», которая используется для захвата добычи [24]. Из диаграмм видно, что крупные особи лептодоры мигрируют через всю толщу воды.

Bythotrephes longimanus - это планктонный ракообразный хищник. Его размер составляет менее 0,6 см в длину. Отличительная особенность – длинный и прямой хвост позвоночника, который в два раза длиннее тела. Имеется специальная пара ног для ловли добычи, остальные ноги используются для разрывания добычи во время еды [34]. Из графиков видно, что в определенных слоях наблюдается высокая концентрация особей данного вида, что подтверждает имеющиеся сведения о стаеобразовании [2]. Особи данного вида мигрируют в основном только в верхних горизонтах. Избегая глубоководных слоев.

Подотряд *Cyclopoida* – подотряд веслоногим ракообразных. В наших озерах все циклопиды хищники. При помощи своих антенн на очень коротком расстоянии они



Рисунок 2.
Leptodora kindtii [24]



Рисунок 3. *Bythotrephes longimanus* [34]

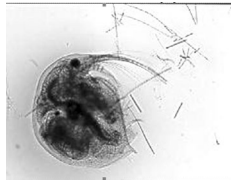


Рисунок 4. *Bosmina coregoni* cf. *kessleri* [36]



Рисунок 5.
Daphnia cucullata [35]

чуют мелких олигохет и хирономид, которых хватают вооруженными шипами передними челюстями. В передаче пищи жвалам участвуют задние челюсти и ногочелюсти. Жвалы совершают быстрые режущие движения в течение 3–4 секунд, за которыми следует минутная пауза. Хищные циклопы нападают не только на таких малоподвижных животных, как сидящие на дне или на растениях олигохеты и мотыли, но и на плавающих в воде других рачков, в том числе и на себе подобных, а также на коловраток. Неоднократно наблюдалось нападение циклопов на икринки и даже личинок рыб [33].

Дафнии и босмины являются ветвистоусыми ракообразными (кладоцеры). По типу питания они фильтраторы. Именно поэтому их миграции являются определяющими для перераспределения вещества и энергии в водных экосистемах. Дафнии имеют специальные приспособления для защиты от позвоночного хищничества – шлемы, иглы. У босмин это вырост панциря, напоминающий хобот. Однако от беспозвоночного хищничества это защититься не позволяет, так как, как уже было указано выше, беспозвоночные планктонные хищники разрывают своих жертв на части.

Для каждого хищника и предполагаемой жертвы были посчитаны коэффициенты корреляции Пирсона, чтобы определить их непосредственную зависимость.

Таблица 3
КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ПИРСОНА

<i>Bythotrephes longimanus</i>	<i>Leptodora kindtii</i>	<i>Bythotrephes longimanus</i>	подотряд <i>Cyclopoida</i>
<i>Bosmina coregoni cf. kessleri</i>	0,86 – 0,89	0,67 – 0,84	-0,28 – 0,78
<i>Daphnia cucullata</i>	0,87 – 0,91	0,75 – 0,77	-0,29 – 0,73
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0,89 – 0,93	-	0,67 – 0,89
<i>Leptodora kindtii</i>	-	0,89 – 0,93	-0,36 – 0,70
подотряд <i>Cyclopoida</i>	-0,36 – 0,70	0,67 – 0,89	-

Исходя из полученных коэффициентов корреляции Пирсона, а также диаграмм и графиков вертикального распределения можно с уверенностью сказать, что из исследуемых объектов «жертвой» для циклопид является лишь битотрефес. По-видимому, это связано с тем, что лептодора для циклопид слишком крупная и они сами могут пострадать от неё, а босмины и дафнии слишком мелкие и не удовлетворят их энергетических затрат. Поэтому самым удобным объектом для них является битотрефес.

Для лептодоры в отличие от циклопид нет смысла выбирать, кого съесть, так как она на 98 % невидима и, следовательно, ей нет нужды «убегать» от позвоночных хищников, она может свободно парить в водной толще. Поэтому в её пищевой диапазон попадают и босмины, и дафнии, и даже битотрефес.

Для битотрефеса наиболее удобным пищевым объектом является только босмина. В его пищевой диапазон не попадает дафния, так как её поимка может привлечь внимание более крупного хищника, в пищевом диапазоне которого находится сам битотрефес.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами был произведен анализ отношений «Хищник – жертва» в планктонном сообществе озера Большой Кисегач как главного фактора в перераспределении вещества и энергии в водной экосистеме.

Хищниками в планктонном сообществе озера Большой Кисегач являются *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii*, представители подотряда *Cyclopoida*.

Их «жертвами» являются *Bosmina coregoni cf. kessleri*, *Daphnia cucullata*, а также и сами хищники.

Выбор хищниками пищевого диапазона – диапазона жертв – зависит от того, есть ли у данного беспозвоночного хищника различного рода защитные приспособления (как от позвоночного, так и от беспозвоночного хищничества), а также от калорийности жертвы и, соответственно, компенсации энергетических затрат на её добычу.

Непосредственно отношения «хищник – жертва» выражены у лептодоры и её жертв. В остальных случаях мы не можем утверждать точно, так как для этого необходим анализ содержимого желудков хищников.

Продолжение данного исследования является весьма перспективным, так как, во-первых, это никогда не проводилось ранее в наших краях, во-вторых, оно позволит понять всю сложную трофическую структуру зоопланктона, позволит выделить наиболее ключевые элементы в ней, включение и отключение которых позволит повысить эффективность самоочищения естественных и искусственных водоемов Челябинской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева, М. А. География Челябинской области: учеб. пособие для 7-9 кл. основ. шк./ М.А. Андреева. – Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. – 320 с. : ил.
2. Андроникова, И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов/И.Н. Андроникова. – СПб.: Наука, 1996 г. – 189 с.
3. Гиляров А.М. Питание *Cyclops strenuus* (Copepoda, Crustacea) в озере Глубоком (Московская обл.) в летнее время. Зоол. журн., 1976, т.55, В 2, с.294-296.
4. Гиляров А.М. Наблюдения над составом пищи коловраток рода *Asplanchnia*. Зоол. журн., 1977а, т.56, В 12, с.1874-1876.
5. Гиляров А.М. Роль хищников в регуляции видового разнообразия пресноводного зоопланктона. Гидробиол. журн., 1977б, т.13, В 2, с.33-37.
6. Гиляров А.М. Основные факторы регуляции численности пресноводных планктонных ракообразных. В кн.: 1У съезд Всесоюз. гидробиол. об-ва, тез. докл., Киев, 1-4 дек. 1981 г., Киев: Наукова думка, 1981в, ч.4, с.19-20.
7. Гиляров А.М., Матвеев В.Ф. Популяционная динамика ветвистоусых и трофические взаимоотношения в планктоне мезотрофного озера. В кн.: Трофические связи пресноводных животных. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1980, с.41-50.
8. Гутельмахер Б.Л. Питание пресноводных планктонных ракообразных. Успехи совр. биол., т. 78, JS 2 (5), с. 294-312, 1974.
9. Гутельмахер Б.Л. Фильтрационное питание рачкового зоопланктона. Экология, 1975, № 4, с.86-92.
10. Гутельмахер Б.Л. Количественная оценка роли зоопланктона в круговороте фосфора в водоеме. Журн. общ. биол., 1977, т.38, J& 6, с.914-922.
11. Гутельмахер Б.Л. Количественные закономерности фильтрационного питания водных животных. В кн.: Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979, с.57-78.
12. Дзюбан Н.А. О питании некоторых cyclopidae. Докл. АН СССР, 1937, т.17, № 6, с.315-318.
13. Дзюбан Н.А. Новые данные о питании некоторых Cyclopidae. -Тр. Моск. техн. ин-та рыбн. хоз-ва и промысл., 1939, т.2, с.163-172.
14. Захаров С.Г. Антропогенная эвтрофикация и пути восстановления озер

- Кисегачской курортной местности / Сборник трудов международной научно-практической конференции, Санкт - Петербург. - 2007. - С. 127 - 134.
15. Захаров С.Г. Водные ресурсы как лимитирующий фактор развития курорта Кисегач на Южном Урале / Проблемы экологии Южного Урала. - 1998. - № 2. - С.18 - 19.
 16. Захаров С.Г. Озеро Большой Кисегач - Челябинск, 2002. - 45 с.
 17. Иванова М.Б. Соотношение трофических уровней в планктоне пресных вод. Журн. общ. биол., 1981, т.42, Л 2, с.199-209.
 18. Иванова М.Б., Гутельмахер Б.Л. Влияние хищных циклопов *Cyclops vicinus uijani* на формирование зоопланктонного комплекса. Докл. АН СССР, 1977 - т.234, J& 5 - с.1226-1229.
 19. Ивлев В.С. Время охоты и проходимость хищником путь в связи с плотностью популяции жертвы. Зоол. журн., 1944, т.23, № 4, с.139-145.
 20. Карпещук Е.В. Суточные вертикальные миграции зоопланктона озера Большой Кисегач - Дипломная работа - Челябинск, 2012
 21. Карпещук Е.В. Восьмичасовые суточные вертикальные миграции зоопланктона озера Большой Кисегач / / Роль ООПТ в сохранении биоразнообразия: проблемы и пути решения (Челябинск, 13 ноября 2014 года). Доклады конференции. - Челябинск, Спб.: Изд-во Теса, 2014. - С. 45-54
 22. Константинов А.С. Общая гидробиология (3-е изд). М.: Высшая школа, 1979 - 480 с.
 23. Крылов П.И. Питание циклопов *Cyclops abyssorum* Sars и *Meso-cyclops leuckarti* Claus Онежского озера наущиями копепоид. В кн.: Лимнологические исследования на заливе Онежского озера Большое Онего. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1982, с.155-160.
 24. Мануйлова, Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е.Ф. Мануйлова. - Л.: Наука, 1964. - 327 с.
 25. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта / Сост. Г.И. Фролова. - М.: Лесная страна, 2008. - 122 с.
 26. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. Винберга Г.Г..- Л.: ГосНИОРХ, 1984. - 34 с.
 27. Мордухай-Болтовский, Ф.Д. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Ф.Д. Мордухай-Болтовской. - М.: Наука, 1975. - С. 171 - 175.
 28. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / под ред. Кутиковой Л.А. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 477 с.
 29. Рылов, В.М. Пресноводные Calanoida СССР / В.М. Рылов. - Л., 1930. - 288 с.
 30. Рылов, В.М. Cyclopoida пресных вод. Фауна СССР / В.М. Рылов.-Л.: АН СССР, 1948. - 320 с.
 31. Семин, В.А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды: Учеб. пособие для студ. вузов / В.А. Семин. - М.: Высш. шк., 2001. - 320 с.
 32. Шилов И.А. Экология: Учеб. для биол. и мед. спец. вузов. - 2-е изд., испр.-М.: Высш. шк., 2000.-512 с.: ил.
 33. Подотряд Циклопиды / Электронный ресурс - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biology/499/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%B4
 34. *Bythotrephes longimanus* / Electronic resource - www.tsusinvasives.org/database/spiny-water-flea.html
 35. *Daphnia cucullata* / Electronic resource - www.vesmir.cz/files/obr/nazev/2010_470_04.jpg/type/html
 36. Zooplankton / Electronic resource - www.istitutosup-gavirate.it/chi_siamo/rete_ambiente/lago03/zoo.htm

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА» В ПЛАНКТОННОМ СООБЩЕСТВЕ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ»

Представленную на Конкурс работу отличает высокий уровень ее исполнения, прекрасное знакомство с литературой, способность автора грамотно сформулировать цель исследовательской работы, выделить основные задачи, выработать логику проведения весьма оригинального исследования, выполнить сравнительный анализ данных, сделать выводы.

Хотелось бы высказать лишь небольшое замечание: первую задачу, поставленную автором, — «выбрать объект исследования, дать его краткую характеристику; определить схему и методику отбора и обработки проб зоопланктона» — стоит убрать или переформулировать. Ведь объект исследования уже выбран. В самом названии темы представленной работы «Исследование отношений «Хищник-жертва» в планктонном сообществе озера Большой Кисегач» уже понятно, что объектом исследования является озеро Большой Кисегач.

В целом необходимо сказать о том, что работа и ее автор заслуживают самой высокой оценки. Безусловно, доклад Елены украсит очный тур Чтений Вернадского.

С уважением, рецензент Фролова Галина Ивановна

Учёная степень: кандидат биологических наук

Дата написания рецензии: 09.02.2016

ЗООПЛАНКТОН ВОДОЕМОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА "КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА" КАК КОРМОВАЯ БАЗА ДЛЯ РЫБ

Год: 2016

Автор работы: Шмелева Александра Николаевна, 9 класс

Руководитель: Слепокурова Нина Афонасьевна

Организация: МБУДО "Станция юных натуралистов"

Город: ХАНТЫ-МАНСИЙСК Тюменской области

ВВЕДЕНИЕ

В летний период 2013-2015гг во время эколого-туристических экспедиций на территорию природного парка «Кондинские озера», юннатами СЮН был собран материал по зоопланктону на разных водоемах – озере, речке, старице, постоянном водоеме на болоте, искусственном пожарном водоеме, Аласе.

Природный парк «Кондинские озера» (Рис. 1) относится к особо охраняемым природным территориям. С 1935 по 1951г. территория парка входила в Кондо – Сосьвинский заповедник. После его ликвидации в 1951г. началось активное освоение лесных ресурсов, богатств недр – добыча нефти, газа. В настоящее время там имеются кусты бурения Тальникового месторождения. В целях сохранения водной системы озер, ландшафтов, историко-археологических памятников, в 1995г. был создан природный парк «Кондинские озера». На территории парка создан научный стационар для наблюдения за ходом природных процессов и явлений, осуществляется мониторинг [3]. Однако сведений по гидрофауне водоемов парка довольно мало, а по развитию зоопланктона они отсутствуют.

Целью нашего исследования было выяснение зоопланктона его численности и биомассы, как кормовой базы для рыб, оценка по его составу экологического состояния водоёмов.

Задачи:

- 1.Собрать пробы зоопланктона с различных водоемов;
- 2.Определить видовой и количественный состав;
- 3.Проанализировать полученный материал на предмет продуктивности зоопланктона;
- 4.Сообщить руководству природного парка о полученных результатах;

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для работы послужили сборы гидробиологических проб во время эколого-туристической экспедиции в природный парк «Кондинские озера» в июне-июле 2013, августе 2015 годов. Пробы отбирались на разных типах водоемов, путем слива 50 литров через планктонную сетку Джеди. (газ № 70). Всего было собрано 15 проб. Пробы фиксировались формалином (доведение раствора до 4%). Обработка проб, определение до вида велась на СЮН города Ханты-Мансийска с помощью микротехники и определителей, и далее, был дан анализ. Для определения продуктивности водоемов в камере Богорова просчитывались

3см³, затем находили среднюю численность на см³ и умножали на объем пробы, которые переводили на м³ воды по формуле:

$X = n \cdot 1000/50$, где n – численность рачков в пробе.

Биомасса определялась умножением индивидуального веса на численность организмов в м³. Индивидуальную массу животных брали из литературы[5]. Для оценки состояния среды использовались следующие показатели: структура биоценозов, число видов, доминирующий состав, численность, индекс сапробности.

Индекс сапробности рассчитывали по формуле Пантле – Букка в модификации Сладечека. [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория парка находится в подзоне средней тайги.[3] Окружающая местность исследуемых водоемов сильно заболочена, что в сильной степени влияет на состав воды. Основное питание водоемов – атмосферные осадки и стоки с болот. Вода мягкая, темно-коричневого цвета, рН – кислая (5,6-6). Из биогенов отмечают нитраты, много железа. [3]

Всего нами обследовано 6 разнотипных водоемов – озеро, старица, река, водоем на болоте, искусственный пожарный водоем и Алас (1). В составе зоопланктона в них отмечено 37 видов организмов, из них 13 видов коловраток, 19 кладоцер и 5 копепод [1,6] (табл.2).

Озеро Арантур (рисунок 1). Имеет овальную форму, площадь его равна 11,1км², берега песчаные, поросли сосновым лесом. Дно песчаное местами заиленное, озеро мелководное, преобладающие глубины около метра максимальная глубина – 2-2,2м.[3]

В составе зоопланктона найдено 19 форм организмов: 3 вида коловраток, 12 ветвистоусых рачков и 4 вида циклопов (табл. 1), причем присутствовало много молоди копепод. Доминировали *Daphnia cristata*, *Bosmina longirostris*, среди копепод молодь *Cyclopoidea*. Численность организмов зоопланктона в 2013г равнялась 110,0 тыс. экз/м³, биомасса – 2,4г/м³, в 2015г. соответственно 45,6 тыс.экз/м³, 1,3г/м³. Все отмеченные виды являются высококалорийным и легко доступным кормом для рыб (табл. 2, рис.2)

Старица р.Ах – старое русло реки. Условия близки к озерным. Вода темная преобладает болотное питание. Имеется водная растительность, в том числе виды, охраняемые в Югре сем. *Nymphaeaceae*.

В зоопланктоне отмечено 17 форм в том числе 3 вида коловраток, 12 – кладоцер и 2 – копепод. Преобладающими видами были летние теплолюбивые рачки *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia affinis*, *Chydorus sphaericus*, преимущество среди прочих имела *Diaphanosoma brachyurum*. Численность и биомасса в 2013г составила 272, 5 тыс. экз./м³, при биомассе 8,7 г., в 2015г. соответственно – 66,6 тыс. экз/м³, 2,3 г/м³ (табл. 2, рис. 2).

Река Проклятая берет начало из болот, впадает в озеро Арантур. Течет по болотной низине. [3] В составе зоопланктона (заводь реки) найдены только кладоцеры – 8 видов, наиболее многочисленны среди них *Bosmina longirostris*, *Acropetis harpae*, *Chydorus sphaericus*. Выделяется обильным развитием популяция *Bosmina longirostris* которая составляет основу численности и биомассы (97%). Общее количество рачков – 880,0 тыс. экз. /м³; биомасса – 18,0 г/м³. (табл. 2, рис. 2).

Водоем на болоте. Этот водоём в зависимости от природных условий, может менять свои гидрологические свойства за счет испарения, либо во время дождей, наполняться водой. Вода коричневого цвета, кислая (pH -5.0-5.6). Всего в зоопланктоне отмечено 10 форм -2вида коловраток, 8 ветвистоусых ракообразных. Особенностью этого водоема является массовое развитие рачка *Holopedium gibberum* обитателя северной зоны кислых вод, который дает наибольшую численность и биомассу – 18,2тыс. экз./м³; 5,0г/м³. Из-за непостоянных гидрологических особенностей и химического состава воды не подходит для зарыбления (табл. 2, рис. 2).

Пожарный водоем (искусственный). Имеются глубины до 2х метров, без выраженной литорали. Вода темная, у берегов есть макрофиты – осоки, ситник, стрелолист. Зоопланктон складывается из коловраток – 8 видов, 6 кладоцер и 1 вид копепод. Доминировали среди коловраток *Ploesoma truncata*, среди кладоцер *Bosmina longirostris*, кроме того чаще других попадались *Scapholeberis mucronata*, *Rynchotalona falcata*, много молодежи веслоногих рачков. Численность равнялась 38,5 тыс. экз/м³, биомасса из-за преобладания мелких форм невысокая – 0,23г/м³. (табл. 2, рис.2).

Алас – водоем-геологического происхождения – пологосклонная ложбина, образованная при вытаивании подземных льдов. В нем отмечаются в большом количестве макрофиты в том числе и сравнительно редкие на территории округа кувшинка белая [2], занесенная в красную книгу Югры, кубышка, [3] в прибрежной зоне вахта, белокрыльник, пушица, осока, тростник. В составе зоопланктона определено 8 видов кладоцер и 1 вид копепод. Доминируют *Bosmina longirostris*, *Scapholeberis mucronata*. Количественные показатели зоопланктона высокие – 215,0 тыс. экз/м³ при биомассе 7.5г/м³, за счет крупных фитофильных форм. (табл. 2, рис. 2).

Как видно, при одинаковости природных условий окружающих эти водоемы, зоопланктон различается по его составу, особенно по доминирующим видам.

По преобладающим видам, от остальных водоемов отличается старица, водоем на болоте, река. Для этих водоемов в доминирующем составе характерно преобладание популяции одного вида. В старице- *Diaphanosoma brachyurum*, в водоеме на болоте – *Holopedium gibberum*, в реке – *Bosmina longirostris*. Эти водоемы выделяются так же высокими показателями численности и биомассы зоопланктона. (Табл. 2).

Сходны по составу, в том числе и по доминирующим формам, озеро Арантур, пожарный водоем, алас. Преобладающими видами в них являются *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, много молодежи *Cyclopoidea*. Все виды, отмеченные в водоемах, являются индикаторными.

Индекс сапробности 1,41 – 1,5, рассчитанный с учетом численности индикаторных форм, позволяет отнести воду исследуемых водоемов к чистым, 2 класс чистоты.

ТАБЛИЦА 2.

ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА ЗООПЛАНКТОНА ВОДОЁМОВ ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА».
(Численность тыс. экз/м³, биомасса г/м³ 2013)

Группы организмов	Озеро Арантур		Старица реки Ах		Алас		Водоем на болоте		Река Проклятая		Искусственный пожарный водоем	
	10.0	0.02	9.5	0.05	-	-	0.5	0.1	-	-	7.0	0.03
Коловратки	10.0	0.02	9.5	0.05	-	-	0.5	0.1	-	-	7.0	0.03
Кладоцеры	68.0	1.66	243.5	8.3	213,0	7.4	18.2	4.9	880.0	18.0	18.8	0.11
Копеподы	32.0	0.72	19.5	0.35	2.0	0.1	-	-	-	-	12.7	0.09
Итого	110.0	2.4	272.5	8.7	215.0	7.5	18.7	5.0	880.0	18.0	38.5	0.23

Зоопланктон обследованных водоемов представлен в основном летними теплолюбивыми формами. Наибольшее количество видов отмечено в озере Аран-тур и в старице р. Ах. В этих же водоемах отмечается высокие показатели численности и биомассы, которые могут служить хорошей кормовой базой для ценных пород рыб.

В качестве вселенца может быть планктофаг – озёрная пелядь, которая является быстро растущей и при хорошей кормовой базе за два года достигает 500г (Данные ОАО Ханты-Мансийский рыбокомбинат).

ВЫВОДЫ

1. Зоопланктон обследованных водоемов представлен в основном летними теплолюбивыми формами. Всего определено 37 форм, в том числе 13 видов коловраток, 19 кладоцер, 5 копепод.

2. Наибольшее количество видов отмечено в озере Арантур и в старице р. Ах, соответственно 19 и 17.

3. При довольно сходных природных условиях разные водоемы отличаются по доминирующим формам, количественному развитию.

4. Все встреченные организмы являются индикаторными. Индекс сапробности изменялся от 1.41 до 1.5, что соответствует 2 классу.

5. Водоемы природного парка «Кондинские озера», в частности оз. Арантур и старица р. Ах, по своим гидрохимическим показателям и развитию в них кормовой базы, могут быть заселены ценными породами рыб – сиговыми, пелядью и стать ценным ресурсом для организации туристического направления – спортивного рыболовства, отдыха в природной среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для социально экономического развития территории и наиболее рационального использования водных ресурсов парка, при согласовании с органами местного самоуправления, предлагаем заселение водоёмов озера Аран-тур, старицу р. Ах ценными породами рыб, с последующим их использованием в качестве объектов для спортивно-рыболовного и эколого-краеведческого туризма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутикова Л. А. Старобогатов Я. И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР.
2. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа. Животные, растения, грибы. Екатеринбург изд. Дом «Пакрус», 2003 г. 374 с.
3. «Природный парк Кондинские озера», под редакцией В.М. Калинина. Екатеринбург 2012 год.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983г., 35-78с.
5. Салазкин А.А., Слепокурова Н.А. Средние веса и линейные размеры массовых видов планктонных ракообразных в озёрах Ханты-Мансийского округа. – В сб. Рыбное хозяйство Обь – Иртышского бассейна. Свердловск 1977г. 128-132с.
6. Чертопруд М.В, Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010.-179 с.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «ЗООПЛАНКТОН ВОДОЕМОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА» КАК КОРМОВАЯ БАЗА ДЛЯ РЫБ»

Присланная на Конкурс работа посвящена изучению кормовой базы рыб — очень важного промыслового объекта. Исследования проводились автором в летнее время на шести водных объектах различного происхождения, расположенных на территории природного парка «Кондинские озера».

В вводной части автор описывает проблему, ставит цель и задачи работы; имеется описание исследуемых водных объектов и применяемой методики. Автором проделана большая работа по определению видового разнообразия объектов зоопланктона, отмечены доминирующие виды, рассчитаны количественные показатели зоопланктона — численность и биомасса — и индексы сапробности по Пантле и Букк (для автора: фамилия Букк не склоняется).

Автор пишет, что работа проводилась в 2013 и 2015 годы, но, к сожалению, в результатах приводит, очевидно, усредненные данные. Хотелось бы видеть полученные результаты в сравнении по годам наблюдений. Ведь, наверняка, годы различались климатическими условиями.

Не пишет автор и на скольких станциях и в каких местах отбирались пробы на водных объектах. А ведь это очень важно. Возможно, в связи с неправильным выбором мест отбора проб были отловлены не все виды.

В приведенной в работе карте не обозначены исследуемые объекты (кроме озера Арантур, которое довольно большое и находится в центре природного парка). Из работы не понятно, как автор рассчитывал индекс сапробности. Пожалуй, на этом замечания могут быть закончены. Все они, однозначно, не снижают высокой оценки этой работы. У исследователя есть главное: желание разобраться во всем комплексно, на высоком уровне. Очевидно, что доклад по результатам работы достоин представления на очном туре Чтений.

С уважением, рецензент Фролова Галина Ивановна
Учёная степень: кандидат биологических наук
Дата написания рецензии: 15.02.2016

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ВОДЯНОГО ОРЕХА В ОЗЕРАХ ХОПЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Год: 2017

Автор работы: Грибанева Надежда Сергеевна

Руководители: Авраменко Юлия Анатольевна, Хлипитько Нина Леонидовна

Организация: МКОУ ДО "Станция юных натуралистов"

Город: НОВОХОПЕРСК

ВВЕДЕНИЕ

Водяной орех, или чилим, или рогульник плавающий (*Trapa natans L.*) – это редкое растение, занесенное в различные Красные книги, в том числе и в Красную книгу Воронежской области. Он изображен на гербе Новохоперского района и произрастает в озерах Хоперского заповедника.

По данным сотрудников заповедника численность чилима по годам меняется от его полного отсутствия до более 1000 особей в одном водоеме [6]. С чем это связано? Это показалось нам интересным. И этим обусловлен выбор темы нашего исследования. Актуальность работы заключается в том, что наблюдения за водяным орехом позволят прогнозировать состояние популяции этого редкого растения в нашем районе. Практическая значимость работы в том, что полученные нами данные передаются сотрудникам Хоперского заповедника и являются частью крупного научного исследования.

Данная работа ведется нами с 2012 года.

Цель работы: провести мониторинг состояния популяции водяного ореха в озерах Хоперского заповедника.

Задачи работы:

1. провести повторный учет растений чилима в трех озерах Хоперского заповедника: Большое Голое, Малое Голое, Ульяновское;
2. сравнить полученные за несколько лет результаты: для каждого озера в отдельности и между озерами;
3. провести корреляционный анализ между измеряемыми морфологическими параметрами чилима и факторами среды.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ, ГДЕ ПРОВОДИЛОСЬ ИССЛЕДОВАНИЕ

Озеро Большое Голое площадью – 12,9 га [5] расположено у основания первой надпойменной террасы. Восточный берег озера граничит с муниципальными землями поселка Варварино. Озеро используется местным населением для ловли рыбы, купания, выпаса водоплавающей птицы. Глубина озера до 4 м, длина – 1350 м, ширина – до 135 м. Озеро связано с рекой постоянно действующим ериком и ежегодно заливается, имеет мощное родниковое питание. Размещение растительности может быть поясным, фрагментарным, или, чаще всего, смешанным [1]. Северная мелководная часть зарастает почти полностью, иловые

отложения мощные. Южная оконечность сильно зарастает в годы с низкими паводками, отложения ила тоньше.

Озеро Малое Голое площадью 4,06 га расположено у основания второй надпойменной террасы. Озеро полностью находится на территории Хоперского заповедника, по периметру озера проходит экологическая тропа, однако антропогенная нагрузка на озеро минимальна. Глубина озера до 3 м, длина 800 м, ширина до 80 м [5]. В озеро впадает временный ерик из озера Сосновое и вытекает постоянно действующий ерик в озеро Большое Голое. Озеро ежегодно заливается, имеет мощное родниковое питание. Размещение растительности более равномерное, чем на озере Большое Голое.

Озеро Ульяновское площадью 2,8 га, расположено в пойменной низине на размытом склоне первой надпойменной террасы. Длина озера 453 м, ширина до 70 м, максимальная глубина до 4 м [5]. Несмотря на то, что озеро Ульяновское интенсивно используется населением (забор воды для полива до 1950-х годов, выпас по берегам и водопой скота до 2009 г., купание, лов рыбы удочками в настоящее время), флора высших водных растений и прибрежно-водных, по многолетним наблюдениям, включает 53 вида, в том числе редких (каулиния малая, роголистник донской, водяной орех и др.). Питание водоема зависит от уровня половодья и суммы осадков. Озеро Ульяновское заливается половодьями, превышающими 600 см над «0» графика по Новохоперскому водомерному посту. В маловодные годы водоем значительно обсыхает. В 2012 г. озеро было залито паводковыми водами, было обводнено все ложе озера. В межень отмечено лишь незначительное обсыхание прибрежий озера [1]. С 2013 г. озеро не заливалось, началось уменьшение зеркала воды, продолжившееся в 2014, 2015 гг. В мае 2016 года уровень воды в озере Ульяновское, да и в других озерах, повысился примерно на 15-20 см. Это связано с продолжительными осадками в весенний период.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В своей работе мы использовали методы: ретроспективно-обзорный, метод прямого наблюдения и измерений в природе, синтетический.

Ретроспективно-обзорный метод – это изучение информации по теме исследования в различных источниках.

Метод прямого наблюдения и измерений в природе – учет чилима в озерах Хоперского заповедника. Учет чилима проводится нами в озере Большое Голое с 2012 года, в озерах Малое Голое и Ульяновское с 2014. При этом мы описываем видовой состав водной растительности, измеряем диаметр розеток чилима, считаем количество зрелых плодов и завязей, отмечаем его обилие, фиксируем глубину и характер дна (описания проводятся по методическому пособию Печенюк Е. В. [4], определение видов – с помощью атласа растений [3]).

С 2013 года у нас появилась возможность фиксировать такие факторы среды, как температура воды, общая минерализация и концентрация растворенного в воде кислорода (последняя определялась с помощью оксиметра и по методу Винклера [2]), а также проводить химический анализ воды, брать пробы с разной глубины водоемов. В этом отличие нашего исследования от учета чилима сотрудниками заповедника.

Синтетический метод. Нами были вычислены: средний диаметр розеток чилима, среднее количество зрелых плодов и завязей на одно растение, ошибка средней,

среднее проективное покрытие, постоянство и фитоценотическая значимость водяного ореха, ряд химических показателей воды и биохимическое потребление растворенного кислорода в озерах (БПК). Прослежена динамика видового состава растений с 2014 по 2016 годы посредством расчета коэффициентов Жаккара [7]. С помощью корреляции Кендалла выявлены зависимости между факторами среды и параметрами чилима.

Используемое оборудование: линейка, кондуктометр, оксиметр, батометр Молчанова, тест-комплект для анализа воды и водных вытяжек, фотоэлектроколориметр, химическая посуда, термостат, фотоаппарат.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

За 5 лет на 9 исследуемых участках озера Большое Голое из водной растительности чаще доминировали водяной орех и роголистник погруженный, реже – водокрас обыкновенный и кубышка желтая. В 2016 году среди доминирующих видов появляется телорез обыкновенный. Обилие чилима в озере увеличивается до 2014 года (с 1 до 3), а с 2015 снижается (с 2 до 1). В 2016 году водяной орех в озере практически отсутствует. Среднее проективное покрытие чилима самое высокое на 7-м участке, низкое на 1-м и 6-м. Высокое постоянство чилима характерно для 4-го участка. Фитоценотическая значимость высокая на 7 участке, низкая на 1 и 6 из-за низкого среднего проективного покрытия (см. приложение, рис. 1).

За 3 года исследований на 4 участках озера Малое Голое доминировали разные растения: нитчатые водоросли, водокрас обыкновенный, кубышка желтая, роголистник погруженный, ряска трехбороздная. Обилие водяного ореха в озере к 2015 году снижается (с 3 до 2), в 2016 – не меняется (2). Среднее проективное покрытие и фитоценотическая значимость чилима высокие на 2-м участке, низкие на 1-м. Высокое постоянство водяного ореха характерно для всех исследуемых участков озера (см. приложение, рис. 2).

За 3 года на двух участках озера Ульяновское из водной растительности чаще доминировали роголистник погруженный, водяной орех, рдест гребенчатый. Обилие чилима с 2014 по 2015 годы не меняется (2), а в 2016 году снижается. Среднее проективное покрытие и фитоценотическая значимость водяного ореха выше на втором участке озера. Постоянство, наоборот, выше на первом участке (см. приложение, рис. 3).

По видовому составу растительных сообществ с присутствием чилима в 2014 и в 2015 годах наиболее сходны озера Большое и Малое Голое, в 2016 году – озера Малое Голое и Ульяновское (см. приложение, рис. 4). В 2016 году значения коэффициентов сходства видового состава водной растительности между озерами заметно выросли. Видимо, это связано с отсутствием несколько лет подряд высокого паводка. Водоемы зарастают одними и теми же видами растений.

У чилима, произрастающего в озере Большое Голое, за годы исследования происходит уменьшение всех измеряемых нами морфологических параметров. У водяного ореха в озере Малое Голое, сокращается средний диаметр розеток. У чилима в озере Ульяновское, в период с 2014 по 2015 годы наблюдается увеличение всех морфологических параметров, а в 2016 году – их уменьшение (см. приложение, рис. 5-7).

По сравнению с растениями других озер, у водяного ореха, растущего в озере Большое Голое, значения всех параметров минимальны.

Химические показатели воды в исследуемых водоемах в пределах нормы

(см. приложение, табл. 1). Вода мягкая или средней степени жесткости, имеет нейтральную среду и характеризуется нормальной для пресных водоемов концентрацией растворенного кислорода. С глубиной увеличивается общая минерализация, снижается концентрация растворенного кислорода, понижается температура воды. БПК самое высокое в озере Большое Голое, самое низкое в озере Ульяновское.

На наш взгляд, уменьшению учитываемых параметров водяного ореха способствуют низкие показатели температуры воздуха и воды во время вегетационного периода, увеличение толщины илистых отложений.

Так тренд средней температуры воздуха весенних месяцев, когда чилим начинает свое развитие, в период с 2012 по 2016 годы показывает снижение. Сумма среднемесячных температур с апреля по август снижается с 2012 по 2015 годы. В 2016 году она увеличивается в основном за счет теплого апреля. Но это, видимо, сильно не повлияло на рост водяного ореха.

Родниковое питание водоемов способствует снижению температуры воды. В озере Большое Голое родников много, поэтому температура воды там ниже, чем в других озерах.

Самый мощный слой илистых отложений также наблюдается в озере Большое Голое. На его увеличении, в свою очередь, сказывается отсутствие активного паводка в весенний период. Отсутствие паводка приводит и к большему зарастанию водоемов растительностью, которая может ограничивать развитие и распространение в озерах водяного ореха. Например, в 2016 году во всех исследуемых озерах, а особенно в озере Большое Голое, наблюдалось довольно высокое обилие и активное разрастание телореза обыкновенного.

Наши предположения частично подтверждаются данными корреляционного анализа, при проведении которого мы получили:

- достоверную положительную корреляцию между температурой воды, диаметром розеток чилима и количеством завязей на растениях; между диаметром розеток водяного ореха, количеством плодов и завязей;

- достоверную отрицательную корреляцию между глубиной, количеством плодов и завязей; между характером дна и всеми параметрами чилима; между общей минерализацией, диаметром розеток и количеством зрелых плодов на растениях.

ВЫВОДЫ

1. Провели повторный учет чилима в 3-х озерах Хоперского заповедника. В 2016 году нами было промерено 224 розетки водяного ореха.

2. Сравнили полученные за несколько лет результаты. К 2016 году обилие водяного ореха снижается в озерах Большое Голое и Ульяновское, в озере Малое Голое, по сравнению с 2015 годом, обилие чилима не меняется. За все время исследования мы наблюдаем стабильное уменьшение диаметра розеток, сокращение числа плодов и завязей у водяного ореха в озере Большое Голое. Значения его параметров, по сравнению с растениями других озер, минимальны. У чилима в озере Малое Голое уменьшается только диаметр розеток. У чилима в озере Ульяновское к 2015 году все учитываемые параметры увеличиваются, а в 2016 году – уменьшаются. По видовому составу растительных сообществ с присутствием чилима стабильно высокое сходство между озерами Большое и Малое Голое. Химические показатели воды в исследуемых озерах не превышают предельно допустимой концентрации. БПК самое высокое в озере Большое Голое, низкое – в озере Ульяновское.

На наш взгляд, уменьшению учитываемых параметров водяного ореха способствуют низкие показатели температуры воздуха и воды во время вегетационного периода, увеличение толщины ила. На увеличении толщины ила сказывается отсутствие активного паводка весной. Отсутствие паводка приводит и к большему зарастанию водоемов растительностью, которая может ограничивать развитие и распространение в озерах водяного ореха.

3. Провели корреляционный анализ между измеряемыми параметрами чилима и факторами среды, который частично подтвердил наши предположения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зобов А. Физико-химические показатели качества воды / Исследовательская работа // Новохоперск, 2010. 15 с.
2. Муравьев А. Г. Руководство по химическому анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А. Г. Муравьева. – Изд. 2-е, перераб. – СПб.: «Крисмас+», 2012. – 264 с.
3. Печенюк Е. В. Атлас высших водных и прибрежно-водных растений. – Воронеж: ВГУ, 2004. – 192 с.
4. Печенюк Е. В. Методика гидробиотических исследований: пособие для педагогов доп. образования и учителей. – Воронеж: ВГПУ, 2003. – 22 с.
5. Печенюк Е. В. Отчет по теме: «Популяционная экология выхухоли», архив Хоперского заповедника, 1981 г.
6. Родионова Н. А., Печенюк Е. В. Состояние популяций водяного ореха в озерах ХГПЗ. 1998 – 2005. / ХГПЗ // Научные исследования в заповедниках и нац. парках РФ за 1998 – 2005 гг. Вып. 3. Часть 1. М.: 2006. с. 419-420.
7. Чернова Н. М. Основы экологии: учебник для 10 (11) классов общеобразоват. учреждений / Н. М. Чернова, В. М. Галушин, В. М. Константинов; под ред. Н. М. Черновой. – 10-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2006. – 302 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

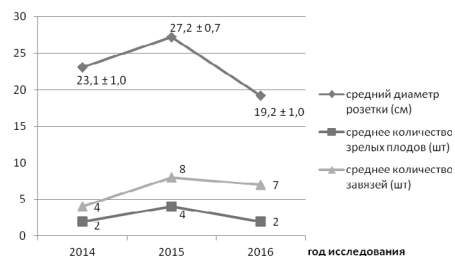
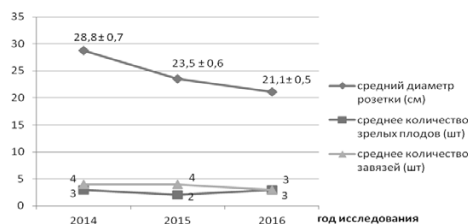
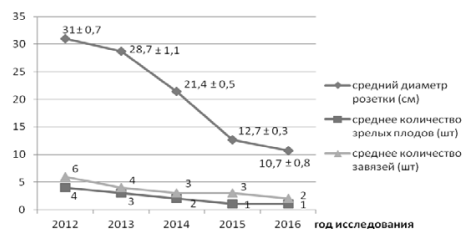


Рис. 5. Изменение морфологических параметров водяного ореха, произрастающего в озере Большое Голое, за пять лет

Рис. 6. Изменение морфологических параметров водяного ореха, произрастающего в озере Малое Голое, за три года

Рис. 7. Изменение морфологических параметров водяного ореха, произрастающего в озере Ульяновское, за три года

Таблица 1. Химические показатели воды в исследуемых озерах (за 2016 год)

Озеро	Жесткость (оЖ)	РН	Железо общее (мг/л)		Аммоний (мг/л)		Нитраты (мг/л)		Хлориды (мг/л)		Сульфаты (мг/л)	
			Рез-тат	ПДК	Рез-тат	ПДК	Рез-тат	ПДК	Рез-тат	ПДК	Результат	ПДК
Большое Голое	3,0	7,5	0,25	0,3	1,0	2,6	8,0	45	28,4	300	107,5	500
Ульяновское	2,0	7,0	0,17	0,3	1,0	2,6	3,0	45	17,8	300	153,6	500
Малое Голое	1,0	6,5	0,27	0,3	1,0	2,6	10,0	45	17,0	300	76,8	500

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ВОДЯНОГО ОРЕХА В ОЗЕРАХ ХОПЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА»

Присланная на Конкурс работа посвящена мониторингу состояния популяции водяного ореха в трех озерах Хоперского заповедника.

Данная работа выполнена на профессиональном уровне. Работа мониторинговая, проводится с 2012-го года. Это ощущается уже с первых строк Введения: поставлена проблема, четко сформулированы цель и задачи исследования. Автор убедительно продемонстрировал свое знакомство с литературой. В работе представлена методика проведения исследования.

До 2014-го года, судя по представленным результатам, исследования проводились на озере Большое Голое, а с 2014-го года еще и на озерах Малое Голое и Ульяновское. На первом озере пробы отбирались на пяти участках, на втором — на трех, и на третьем — на двух.

В ходе выполнения работы автором описывался видовой состав водной растительности, измерялся диаметр розеток чилима, подсчитывалось количество зрелых плодов и завязей, отмечалось обилие чилима, рассчитывались средний диаметр розеток и среднее количество зрелых плодов и завязей на одно растение, вычислялись среднее проективное покрытие, постоянство и фитоценотическая значимость водяного ореха, прослеживалась динамика видового состава растений с 2014-го по 2016-й годы посредством расчета коэффициентов Жаккара. С помощью корреляции Кендалла автором выявлены зависимости между гидрологическими и некоторыми гидрохимическими показателями и параметрами чилима.

Существенных замечаний к работе нет, хотя в методики можно было включить описание определений химических параметров, результаты которых автор приводит в приложении: БПК, жесткости, общего железа, аммония, нитратов, железа, хлоридов и сульфатов. Кроме того, более кратко можно представить выводы — как ответы на поставленные задачи. Рассуждения же («на наш взгляд, уменьшению учитываемых параметров водяного ореха способствуют низкие показатели температуры воздуха и воды во время вегетационного периода, увеличение толщины ила» и др.) стоило привести в разделе «Анализ результатов исследования».

В целом работа заслуживает высокой оценки. Хочется пожелать автору продолжения и углубления исследований и анализа результатов, а также дальнейших успехов!

С уважением, рецензент Фролова Галина Ивановна

Учёная степень: кандидат биологических наук

Дата написания рецензии: 15.02.2017

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПОЙМЕННЫХ, ПЕРЕСЫХАЮЩИХ ВОДОЕМОВ ХОПЁРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Год: 2018

Автор работы: Захаров Дмитрий

Руководители: Родионова Наталья Александровна, Печенюк Елена
Валентиновна

Организация: МКОУ ДО "Станция юных натуралистов"

Город: НОВОХОПЕРСК Воронежской области

В Хопёрском государственном природном заповеднике (ХГПЗ), основную площадь которого занимает пойма р. Хопёр, имеется более 400 пойменных водоемов, большинство является – старицы (отделившиеся участки русла реки). Эти участки со временем распадаются на отдельные водоемы и заросшие ивами влажные участки между ними. Многие водоемы произошли из-за размыва поймы сильными потоками воды во время половодья. Самый большой водоем – оз. Юрмище, длиной более 4 км и шириной до 120 м, но большинство водоемов значительно меньшего размера. В пойме Хопра существует много водоемов, лежащих в округлых или овальных понижениях на пойме – часть из них располагается в занесённых пойменными отложениями древних руслах реки, часть, вероятно, имеет просадочное происхождение. Эти водоемы мелководны, в межень даже в многоводные годы их глубине не превышает 1 м. В годы высоких половодий они высоко залиты и после спада паводковых вод, а затем 1-2 года остаются обводненными. В годы низких половодий эти водоемы не заливаются, уровень воды в них падает.

Наше исследование посвящено изучению растительного покрова 8 мелководных водоемов. Из них 3 водоема расположенных в высокой, редко заливаемой пойме кв. 110 ХГПЗ; 5 водоемов лежат в низкой пойме, чаще заливаемой половодьями даже небольшой высоты (кв. 109, 121 и 122 ХГПЗ).

Цель исследования: Оценить внешний облик и растительный покров малых, мелководных, периодически пересыхающих пойменных водоемов, сезонную динамику их состояния, общий характер их растительного покрова, разнообразие флоры и роль различных видов растений в строительстве растительности этих водоемов. **Задачи:** 1) дать общую характеристику выбранным водоемам, отметить изменение этих водоемов в начале и конце лета; 2) определить особенности их зарастания растениями различных экологических групп; 3) проанализировать флористический состав их растительного покрова

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Методы: Для оценки степени осушения и зарастания использовались балльные оценки, применяемые Е. В. Печенюк [1] для характеристики ежегодных изменений пойменных водоемов ХГПЗ. Балл I означает, что уровень воды довольно высок, все прибрежья водоема залиты; балл II – прибрежья частично осушены;

балл III – осушены прибрежья и более чем 50 % площади днища водоёма; IV – водоем полностью высох.

Изменения водоемов и особенности их растительного покрова оценивались прямыми наблюдениями в природе 18-23 июня и 11-13 августа 2017 г. Проводились полевые, маршрутные обходы водоемов, знакомство с видами растений. Определение видов проводилось по книгам Е. В. Печенюк: «Атлас...» [2] и «Разнотравье ...» [2]. Оценка обилия каждого вида представлена в баллах. Балл 1 – вид встречается единично, 2 – вид образует скопления, 3 – вид доминирует в собственном ему экологическом поясе водоема. Для обработки данных была составлена общая таблица выявленного состава флоры каждого водоема. Обработка собранного полевого материала, расчёты частоты встреч видов, средних баллов обилия и индекс фитоценотической значимости вида, как показателя роли вида в строительстве растительного покрова, проводилась в программе Microsoft Excel.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Водоемы 110 квартала располагаются на довольно высоком уровне поймы, заливаются только высокими половодьями.

Водоем № 1 (кв. 110, выд. 15) представляет собой небольшое, круглое углубление рельефа, расположенное на границе леса и луга высокого уровня. Склоны берегов пологие. В июне склон берега и прибрежья со стороны луга зарастали гелофитом манником большим, образующим проективное покрытие до 100 %. На днище присутствовали небольшие заросли ситняка болотного и ежеголовника прямого среди укореняющихся побегов жерушника земноводного. К августу водоем высох и дно стало зарастать полевицей побегообразующей, увеличилось обилие жерушника земноводного из-за укоренения его отцветших побегов, разрослись заросли ежеголовника прямого и ситняка болотного.

Водоем № 2 (кв. 110, часть выд. 17) представляет собой небольшое, округлое углубление рельефа, расположенное на границе леса и луга высокого уровня, но отделённое от луга узкой полосой деревьев и кустарниковых ив. Склоны берегов пологие. В июне (19 июня 2017 г.) дно водоема в центре было залито до глубины около 0,5 м, заросли манника большого на берегу были угнетены, на месте зарослей ситняка болотного развилось разнотравье гигрофитов. Но на обводненной части были водные растения, в том числе довольно много рдеста блестящего. В августе водоем был полностью сухим, отмерли погруженные и плавающие виды растений, на высохшем днище остались в хорошем состоянии гелофиты и появились всходы гигрофитов, а также укоренились опустившиеся на дно генеративные побеги жерушника земноводного. На прибрежьях – пояс гигрофитов (с преобладанием вербейника обыкновенного) в цветущем состоянии.

Водоем № 3 (кв. 110, часть выд. 23) представляет собой маленькое, вытянутое с севера на юг углубление рельефа, расположенное на лугу высокого уровня. Склоны берегов пологие. Восточный берег водоема зарос кустарниковыми ивами и отдельными деревьями. В июне 2017 г. дно водоема в центре было залито до глубины около 0,3 м и на его днище можно было видеть редкий вид рдест сарматский в наземной форме. В августе водоем был полностью сухим, днище к августу уже заросло чередой олиственно.

Водоем № 4. Резаковатое, кв. 109 выд. 82. Водоём вытянутой, слегка изогнутой

формы, нижний конец водоема расположен близко к руслу р. Хопёр. Склоны берегов пологие, зарастающие кустарниковыми ивами. Выше пояса ив к северной части Резаковатого подходит белотополёвник, остальные берега граничат с дубравами. Название показывает, что в начале-середине XX века озеро было достаточно обводнено и зарастало телорезом алоэвидным. «Резаком» местное население называло телорез алоэвидный, вид. В июне (23.06.2017 г.) в ложе водоема оставались влажные и низко залитые участки. Растительный покров ниже пояса ив представлен поясами осоки острой (шириной до 15 м) вдоль ивняков на склоне берега. Днище водоема зарастало полевицей побегообразующей с присутствием лисохвоста равного и пятнами гелофитов – частухи обыкновенной, ситняка болотного, камыша озерного, жерушника земноводного. Реже встречались клоны рогоза широколистного, рогоза узколистного, ежеголовника прямого, заросли омежника водного. К августу водоем обсох, днище его заросло полевицей побегообразующей, повоем заборным с присутствием других гелофитов и гигрофитов. Южная, ещё более сухая часть водоема, зарастала мезофитами.

Водоем № 5 (кв. 122, выд. 18) представляет собой вытянутое понижение на низкой пойме. С запада и севера водоем окружен поясом ивы, за которым располагается дубрава. С востока и юга к водоему подходит луг низкого уровня поймы, заливаемый почти ежегодно. Южный, низкий берег водоема зарастает тростником южным и далее – осокой береговой. За этим участком располагается мелководный водоем № 6. В июне глубина водоема была около 1 м, были залиты даже склоны берегов, заросшие манником большим и ивняками. Центральная часть была занята отцветшими побегами жерушника земноводного, зарослями рдеста блестящего, пятнами и отдельными особями гелофитов: ежеголовника прямого, ситняка болотного, частухи обыкновенной. В августе водоем высох, побеги жерушника опустились на дно и начали укореняться и разрастаться на месте отмершего из-за осушения рдеста блестящего. Увеличились в размерах клоны и заросли гелофитов, появились всходы гигрофитов.

Водоем № 6 (кв. 122, выд. 19) также представляет собой узкое, вытянутое понижение, ориентированное с севера на юг. Западный берег граничит частично с дубравой, но в основном с лугом, восточный берег граничит с лугом и, в основном, зарос кустарниковыми ивами. Глубина воды в середине июня составляла около 0,3 м, склон берега был обсохшим только в верхней части. Растительный покров на берегах был представлен зарослями ив и зарослями манника большого с немногими видами гигрофитов и с единичными особями камыша озерного. Единично встречались частуха обыкновенная и ежеголовник прямой. На залитом днище были заросли рдеста блестящего с изреженным покровом горца земноводного и отцветших генеративных побегов жерушника земноводного. К августу водоем высох полностью, рдест блестящий отмер, началось разрастание жерушника и горца земноводного.

Водоем № 7 (кв. 122, выд. 37) представляет собой округло-овальное понижение. Водоем окружен с запада и юга дубравой; с севера – поясом ив, выше которого располагается белотополёвник, с северо-востока и с востока – ивами и пойменным лугом. При первом осмотре водоёма он был почти полностью залит, обсохла узкая полоса около пояса ив. Растительный покров был представлен фрагментами поясов манника большого, сусака зонтичного, и отдельными, крупными клонами рогозов, камыша озерного с покровом из сальвинии плавающей. В августе водоем

уже был полностью сухим, в центре появились всходы гигрофитов, в основном горца щавелелистного и череды олиственной.

Водоем № 8 (кв. 121, часть выд. 52) круглой формы расположен в северном конце заболоченной низины, окружен с запада, севера и востока кустарниковыми ивами, за которыми с запада и востока – пойменная дубрава. Берега водоема ниже пояса ивы зарастают осокой острой. При первом осмотре водоёмов 21.06.2017 г. глубина воды была около 0,3-0,2 м, растительность в центре была представлена генеративными побегами жерушника земноводного и пятнами сальвинии плавающей. К августу водоем обсох, побеги жерушника укоренились, из каждого узла побегов начали формироваться розетки листьев, и травяной покров в центре стал представлять собой сплошной покров жерушника земноводного.

Список флоры осмотренных водоемов в таблицах 1 и 2 Приложения приведён по экологическим группам, всего в 8 водоемах обнаружено 49 видов растений. Свободноплавающие виды (ряски, сальвиния плавающая) отмечались нами в различных участках водоема, залитых хотя бы небольшим слоем воды. Гигрофиты и мезофиты встречались и на побережье и на более глубоких участках при их длительном осушении. Обработка списка флоры приведена в таблице 2 Приложения.

ВЫВОДЫ

Осмотрено 8 малых и мелководных водоемов, степень осушения которых в июне составляла от отсутствия осушения побережий до осушения более 50 % площади дна; в начале августа 2017 г. все 8 водоемов были осушены полностью. Этому способствовало жаркая и сухая погода в июле-августе 2017 г.

В осмотренных водоемах всего было обнаружено 49 видов растений, относящихся к различным экологическим группам: гидатофитам – 7 видов, плейстофитам – 7 видов, гелофитам – 14 видов, гигрофитам – 19 видов и мезофитам – 2 вида. В отдельных водоемах учтено от 11 до 30 видов. Наибольший видовой состав отмечен в водоемах низкой поймы: водоёме Резаковатом (30 видов) и водоеме без названия в кв. 122 выделе 37 (26 видов). Наименьший состав – 11 видов – в малом водоеме низкой поймы в кв. 121 выд. 52.

3. Из 49 видов 12 имели наибольшее значение в строительстве растительного покрова водоемов, индекс их фитоценотической значимости составлял от 85,9 (рдест блестящий) до 237,5 баллов (череда олиственная). Наиболее высокий индекс фитоценотической значимости имеют гелофиты, что, вероятно, связано с их способностью хорошо переносить как обсыхание так и заливание. Наиболее низкий – гидатофиты, как экологическая группа, наиболее уязвима в условиях пересыхающих водоемов. 4 вида: рдесты остролистный и сарматский, папоротник сальвиния плавающая и мох риччиокарпус плавающий – редкие виды, занесены в Красную книгу Воронежской области. 2 вида – череда олиственная и ряска турионообразующая являются интродуцентами – видами американского происхождения, проникшими в Хопёрский заповедник в 1980-е (череда олиственная) и в начале 2000 годов (ряска турионообразующая).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мелководные водоемы, пребывая то в состоянии наполнения водой, то в осушенном состоянии имеют в своем днище и на берегах запасы семян как водных, так и наземных растений, многие из которых являются активными «строителями» растительного покрова в водной или наземной фазе. При осушении всходят из семян гигрофиты и мезофиты, при высоком стоянии воды – гидатофиты, плейстофиты. Гелофиты обычно всходят в стадии осушения водоема а затем растут в водной стадии. Таким образом, наиболее полно используются ресурсы водной и наземной среды мелководных водоемов. Природная ценность этих водоемов заключается в том, что они увеличивают общую площадь водных объектов ХГПЗ, и именно в них присутствуют многие редкие растения, для развития которых необходимо периодическое обсыхание местообитания – рдест сарматский, сальвиния плавающая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Печенюк Е. В., Н.А. Родионова. Современное состояние водно-болотных угодий Хопёрского государственного заповедника // Структурно-динамические особенности, современное состояние и проблемы оптимизации ландшафтов (Материалы Пятой международной конф., посвящённой 95-летию со дня рождения Ф.Н. Милькова г. Воронеж, 15-17 мая 2013 г.). Воронеж, изд. «Истоки», 2013. – С. 294-297.
2. Печенюк Е. В. Атлас высших водных и прибрежно-водных растений. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. пед. ун-та, 2004. – 128 с.
3. Печенюк Е. В. Разнотравье низинных болот в пойме Хопра. – Воронеж : ИПЦ «Научная книга» 2014. – 42 с. Справочное пособие

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Флористический состав растительности исследованных водоемов по результатам осмотров в июне и августе 2017 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Расположение водоёмов: квартал	110	110	110	109	122	122	122	121
Выдел	15	17	23	82	18	19	37	52
Осушение в июне	II*	II	III	III	I	I	I	II
Осушение в августе	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Зарастание в августе	5	5	5	5	5	5	5	5
Погружённые виды – гидатофиты								
Пузырчатка обыкновенная	0	0	0	0	0	0	0	1
Рдест блестящий	1	2	0	0	2	3	3	0
Рдест волосовидный	0	0	0	0	0	0	1	0

Рдест остролистный	0	0	0	0	0	0	1	0
Рдест сарматский	0	0	2	0	0	0	0	0
Роголистник погруженный	0	0	0	0	0	0	1	0
Ряска трехдольная	0	0	1	0	2	0	3	0
Плавающие виды - плейстофиты								
Водокрас лягушачий	0	2	0	0	0	0	0	0
Горец земноводный	0	2	2	2	2	2	2	0
Риччиокарпус плавающий	0	0	0	0	1	0	1	1
Ряска горбатая	0	0	0	0	1	1	1	0
Ряска малая	0	0	0	0	1	1	0	1
Ряска турионообразующая	0	0	0	0	1	1	0	1
Сальвиния плавающая	0	2	1	1	1	1	3	2
Прибрежно-водные виды - гелофиты								
Ежеголовник всплывший	1	1	0	1	0	0	0	0
Ежеголовник прямой	3	3	1	2	2	1	3	1
Жерушник земноводный	3	2	2	1	3	1	2	3
Камыш озёрный	1	2	1	1	2	1	3	1
Красовласка болотная	0	0	0	0	0	0	1	0
Манник большой	3	2	3	1	3	3	3	0
Омежник водный	2	1	0	1	1	1	3	2
Рогоз узколистный	0	0	0	1	1	0	2	0
Рогоз широколистный	0	1	0	1	1	0	2	0
Ситняг болотный	2	2	1	2	2	0	1	2
Стрелолист стрелолистный	0	2	0	0	0	0	2	0
Сусак зонтичный	1	1	1	2	1	1	3	0
Тростник южный	0	0	0	0	2	1	0	0
Частуха обыкновенная	2	2	2	2	2	1	2	0
Виды влажных мест - гигрофиты								
Василисник желтый	0	1	0	1	0	0	0	0
Вербейник обыкновенный	2	3	0	2	0	0	0	0
Горец перечный	0	0	0	0	0	0	1	0
Горец щавелистный	0	2	0	0	0	0	3	0
Двуклосточник тростниковый	0	0	0	1	0	0	0	0
Дербенник иволлистый	0	1	0	1	0	0	1	0
Ирис ложноаировый	0	0	1	0	1	1	0	0
Лисохвост равный	1	0	0	1	0	0	2	0
Мята полевая	0	0	0	1	0	0	0	0
Окопник донской	0	0	0	0	0	1	0	0
Осока береговая	0	0	0	1	0	0	0	0
Осока острая	1	0	0	3	0	0	0	0

Повой заборный	0	0	0	3	0	0	1	0
Полевица побегообразующая	2	0	0	3	0	0	0	0
Поручейник широколистный	0	1	1	0	0	0	1	0
Черёда олиственная	1	2	3	3	3	3	3	1
Черёда поникшая	0	0	0	0	0	0	1	0
Черёда трехраздельная	0	0	0	0	1	0	1	0
Чистец болотный	0	0	0	0	0	1	0	0
Виды растений мест среднего увлажнения - Мезофиты								
Марь белая	0	0	0	2	0	0	0	0
Щетинохвостник шандровый	0	0	0	3	0	0	0	0
Число видов в водоеме	15	21	14	26	22	18	30	11

Примечания: * - осушение: от I - полностью залито ложе до V - полностью обсохший водоем

ТАБЛИЦА 2
РАСЧЁТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБНАРУЖЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

Расчётные данные	Частота встреч, %	Макс. балл обилия	Средний балл для водоемов, где есть вид	Индекс фитоценологической значимости
Гидатофиты				
Пузырчатка обыкновенная	12,5	1	1,0	1,56
Рдест блестящий	62,5	3	2,2	85,94
Рдест волосовидный	12,5	1	1,0	1,56
Рдест остролистный*	12,5	1	1,0	1,56
Рдест сарматский*	12,5	2	2,0	3,13
Роголистник погруженный	12,5	1	1,0	1,56
Ряска трехдольная	37,5	3	2,0	28,13
Плейстофиты				
Водокрас лягушачий	12,5	2	2,0	3,13
Горец земноводный	75	2	2,0	112,50
Риччиокарпус плавающий*	37,5	1	1,0	14,06
Ряска горбатая	37,5	1	1,0	14,06
Ряска малая	37,5	1	1,0	14,06
Ряска турионообразующая	37,5	1	1,0	14,06
Сальвиния плавающая*	87,5	3	1,6	120,31
Геллофиты				
Ежеголовник всплывший	37,5	1	1,0	14,06
Ежеголовник прямой	100	3	2,0	200,00
Жерушник земноводный	100	3	2,1	212,50
Камыш озёрный	100	2	1,5	150,00

Красовласка болотная	12,5	1	1,0	1,56
Манник большой	87,5	3	2,6	196,88
Омежник водный	87,5	3	1,6	120,31
Рогоз узколистный	37,5	2	1,3	18,75
Рогоз широколистный	50	2	1,3	31,25
Ситняг болотный	87,5	2	1,7	131,25
Стрелолист стрелолистный	25	2	2,0	12,50
Сусак зонтичный	87,5	3	1,4	109,38
Тростник южный	25	2	1,5	9,38
Частуха обыкновенная	87,5	2	1,9	142,19
Виды влажных мест				
Василисник желтый	25	1	0,3	6,25
Вербейник обыкновенный	37,5	3	2,0	32,81
Горец перечный	12,5	1	1,0	1,56
Горец шавелелистный	25	3	2,5	15,63
Двуклосточник тростниковый	12,5	1	1,0	1,56
Дербенник иволлистный	37,5	1	0,4	14,06
Ирис ложноаировый	37,5	1	1,0	14,06
Лисохвост равный	37,5	2	1,3	18,75
Мята полевая	12,5	1	1,0	1,56
Окопник донской	12,5	1	1,0	1,56
Осока береговая	12,5	1	1,0	1,56
Осока острая	25	3	2,0	12,50
Повой заборный	25	3	2,0	12,50
Полевица побегообразующая	25	3	2,5	15,63
Поручейник широколистный	37,5	1	1,0	14,06
Черда олиственная	100	3	2,4	237,50
Черда поникшая	12,5	1	1,0	1,56
Черда трехраздельная	25	1	1,0	6,25
Чистец болотный	12,5	1	1,0	1,56
Мезофиты				
Марь белая	12,5	2	2,0	3,13
Щетинохвостник шандровый	12,5	3	3,0	4,69
Число видов в водоеме				49

Примечание: * - виды редкие для Воронежской области, занесены в Красную книгу Воронежской области

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПОЙМЕННЫХ, ПЕРЕСЫХАЮЩИХ ВОДОЕМОВ ХОПЁРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА»

Данное исследование проведено на территории Хоперского государственного природного заповедника и посвящено изучению растительного покрова восьми мелководных водоемов.

Автор целью своего исследования ставит оценку внешнего облика и растительного покрова малых, мелководных, периодически пересыхающих пойменных водоемов, сезонную динамику их состояния, общий характер их растительного покрова, разнообразие флоры и роль различных видов растений в строительстве растительности этих водоемов. Методом исследования взяты оценки осушения и зарастания, применяемые Е. В. Печенюк для характеристики ежегодных изменений пойменных водоемов ХГПЗ.

Результаты исследования, которые автор получил самостоятельно, соответствуют поставленным задачам и отображены в таблицах. Полученные данные позволяют автору сделать собственные выводы.

Автором под руководством научных руководителей выполнена интересная исследовательская работа. Замечаний по работе нет.

Данная исследовательская работа по объему и содержанию соответствует предъявляемым требованиям Всероссийского конкурса им. В. И. Вернадского и выполнена в рамках одного из ведущих научных направлений «Науки о водоемах».

**К.б.н., асс. кафедры ботаники и микологии
медико-биологического факультета, ФГБОУВО
«Воронежский государственный университет»
Мелькумов Г.М.**

ЗООБЕНТОС ОЗЕРА ЛОМОНОСОВСКОЕ

Год: 2019

Автор работы: Асфандиярова Радмила

Руководители: Шицова Р.К., Островская Ю.В.

Организация: ЧОУ школа Альфа

Город: Уфа

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время экосистемы крупных водоёмов претерпевают значительные изменения, вызванные в первую очередь повышением рекреационной нагрузки. Озера, находящиеся вне зоны прямого воздействия стоков промышленных предприятий и крупных населенных пунктов, но выполняющие роль региональных очагов рекреации, также подвергаются существенным внешним воздействиям в связи с интенсификацией частного строительства в водоохраных зонах, что нередко сопровождается заметным изменением состояния водоёмов.

С другой стороны, накопление данных по донной фауне дает материал для сравнения и оценки изменения бентоса в перспективе. В-третьих, донные организмы являются хорошими биологическими индикаторами качества воды и могут использоваться для оценки сапробности воды при организации биологического мониторинга.

Организация систематических гидробиологических наблюдений за состоянием и изменением видовой структуры донных сообществ помогает обнаружить последствия загрязнений среды, степень и характер их влияния на видовой состав и количественные характеристики гидробионтов и показывает, в какой мере под воздействием загрязнений нарушена экологическая система (Макрушин, 1979, Баканов, 2000).

Цель работы: оценка состояния озера Ломоносовское по организмам зообентоса.

В своей работе мы старались решить следующие **задачи**:

1. Выявить качественный состав и количественное развитие зообентоса озера Ломоносовское.
2. Проследить изменение зообентоса в зависимости от характера биотопа.
3. Провести оценку состояния озера по организмам зообентоса.

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА

1.1 Особенности зообентоса озёр

Озеро представляет собой довольно значительную водную массу, постоянно покоящуюся в замкнутом углублении на поверхности суши или медленно текущую в нем и не имеющую непосредственного сообщения с морем. Именно тем, что это «довольно значительное» скопление воды, озеро отличается от луж, болот, естественных прудов (Гареев, 2001).

Пойменные озера по сравнению с реками биотопически однообразнее. Здесь практически отсутствуют жители текущих вод. Бентос в видовом отношении также

беднее. В озерах этого типа присутствуют два основных биотопа – прибрежье (литораль) и центральная часть (профундаль).

Прибрежье ограничивается в основном глубинами до 3 м. Грунт представлен темными илами с примесью мелкого и крупного детрита, иногда песка и глины. Литораль покрыта, как правило, зарослями растительности. Здесь обитают как типичные жители бентоса, так и те, которые селятся на растениях. Последних особенно много в грунтах прибрежья в весеннее и осеннее время, когда макрофиты не развиты. Облик сообществ бентических беспозвоночных здесь определяют олигохеты, личинки хирономид, стрекоз, ручейников, вислокрылок, клопы, жуки (Зооценозы... 1978; Березина, 1984; Экология водоемов..., 1998).

Центральная часть озер характеризуется максимальными глубинами и отсутствием макрофитов, доминируют темно-серые илы с примесью мелкого детрита, песка, а в некоторых озерах здесь преобладает песчаный грунт. В этой части озера формируются зоокомплексы с доминированием хаборуса, олигохет и некоторых хирономид, в видовом отношении более бедные по сравнению с прибрежьем. Для примера можно отметить, что в прибрежье эвтрофно-заморного озера Б. Толпак (Кармаскалинский район) обитает 50 видов – представителей бентоса, а в центральной его части – всего 12 видов (Экология водоемов..., 1998).

1.2. ЗООБЕНТОС ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Изучению бентофауны озер на Южном Урале и сопредельных территориях уделяется довольно большое внимание. На территории республики исследованию донной фауны водоемов посвящены многие работы доцента кафедры зоологии БашГУ В.Г. Боева.

Так с мая по сентябрь 1978 г., а также в марте 1979 г. им было проведено изучение видового состава и структуры экологических группировок личинок хирономид эвтрофно-заморного озера Архимандритское, которое расположено в окрестностях города Уфы. Всего обнаружено 24 вида и формы хирономид, в т. ч. из п/сем. *Chironominae* – 15, *Tanytoidinae* – 5, *Orthocladiinae* – 4. Из общего числа видов, 5 составляют группу часто, 8 – обычно, 11 – редко встречающихся видов. Средняя численность составила 21 экз./м² при биомассе 50,2 мг/м².

В составе зообентоса пойменного озера Большой Толпак, расположенного в пределах Кармаскалинского района Башкортостана, было обнаружено 52 вида и формы гидробионтов, относящихся к 5 классам животного царства: олигохеты, пиявки, двустворчатые и брюхоногие моллюски, насекомые. По разнообразию видов доминировали насекомые, представленные 35 видами, среди которых преобладали хирономиды (18 видов и форм). Менее богато представлены моллюски (брюхоногие – 10, двустворчатые – 5 видов). По одному виду встречены олигохеты и пиявки. Основная масса бентоса представлена олигохетами, численность которых равна 1520 экз./м² при биомассе 2,045 г/м², хаборидами – 693 экз./м² и 2,193 г/м², хирономидами – 144 экз./м² и 4,38 г/м² соответственно.

В 2003-2004 гг. Л.В. Кондровой было проведено изучение зообентоса озера Долгое. В составе бентофауны озера выявлено 42 вида водных беспозвоночных из пяти классов животного мира: олигохет – 2 вида, пиявок – 2, брюхоногих моллюсков – 4, двустворчатых моллюсков – 2, насекомых – 32 вида. Максимальная встречаемость характерна для личинок двукрылых *Chironomus gr. plumosus* (83,33%) и *Culicoides sp.* (72,92%), а также для олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* (68,75%)

В составе бентофауны озера Теплое, расположенного в Калининском районе г. Уфы выявлено 29 видов водных беспозвоночных из семи классов животного мира: олигохет – 3 вида, пиявок – 1, двустворчатых моллюсков – 3, брюхоногих моллюсков – 5, насекомых – 17 видов. Наибольшая встречаемость в прибрежной зоне озера характерна для олигохет *Limnodrilus hoffmeisteri* (100%), *Pristina bilobata* (66,67%) и *Tubifex tubifex* (61,11%); группу обычно встречающихся составили 8 видов, а остальные встречались редко. В центральной части лидерами по встречаемости стали эвриоксидные виды олигохет *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*.

В озере Теплое происходит замена характерных для литорали пойменных озер хирономидно-моллюсковых (на песчаном грунте) и хирономидно-поденковых (на галечном) сообществ олигохетными, что является признаком термофикации. Количественные характеристики донных сообществ озера не испытывали резких колебаний в течение сезона. Подобное явление характерно для водоемов-охладителей, в которых «сдвинуты» гидробиологические сезоны, а основной прирост численности и биомассы обеспечивают олигохеты (Островская, Федосеев, 2009).

Таким образом, среди общих закономерностей изменения структуры зообентоса под влиянием сильного антропогенного загрязнения можно отметить уменьшение численности и биомассы большинства таксономических групп зообентоса (вплоть до полного исчезновения ряда таксонов), уменьшение его видового разнообразия (Константинов, 1986).

При этом, обычно, наблюдается также снижение общего видового разнообразия и упрощение таксономической структуры зообентоса. Однако, некоторыми авторами отмечается, что если антропогенное воздействие заключается только в повышенной рекреационной нагрузке, то число видов беспозвоночных практически не снижается, а происходит лишь замена их на более устойчивые. Таким образом, на урбанизированных территориях могут существовать достаточно сложные сообщества водных организмов (Жукова, 2006; Герасимов и др., 2009).

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Уфимский район расположен в центральной части РБ, у слияния рек Уфы, Уршака, Демы и Белой. Он граничит с Кушнаренковский, Чишминским, Благовещенским, Иглинским и Кармаскалинским районами республики (Башкортостан..., 1997).

Озеро Ломоносовское расположено на территории Уфимского района в окрестностях п. Алексеевка. Это типичное пойменное озеро (старица реки Белой). Площадь поверхности озера 0,1 км² (Гареев, 2001). Около 40% площади по периметру озера имеет глубину от 0,05 до 4,5 м. Вся эта полоса, примыкающая к берегу, характеризуется специфическими экологическими условиями, складывающимися на дне и определяющими особенности в составе и количественном обилии гидрофауны. Тоже можно сказать и о центральной зоне озера с глубиной до 7 м, занимающей 60% всей площади водоема.

Качественное разнообразие водных макрофитов невелико, в озере обнаружены: кубышка желтая (*Nuphar lutea*), камыш озерный (*Scirpus lacustris*), тростник (*Phragmites communis*), рогоз узколистный (*Typha angustifolia*), рогоз широколистный

(*T.latifolia*), рдест плавающий (*Potamogeton natans*), рдест курчавый (*P.crispus*), рдест пронзеннолистный (*P.perfoliatum*), роголистник темнозеленый (*Ceratophyllum demersum*), ряска трехраздельная (*Lemna trisulca*), уруть мутовчатая (*Myriophyllum verticillatum*), элодея канадская (*Eloдея canadensis*) и несколько видов осок (*Carex sp.*).

На озере оборудован мини-аквапарк, так же из водоёма осуществляется забор воды для сельскохозяйственных нужд.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на озере Ломоносовское в июне-июле 2018 г. В озере было отобрано 30 проб зообентоса. Точки отбора проб располагались по всему периметру озера. Отбор проб осуществлялся дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,25 м². Животные вымывались из пробы методом взмучивания в ведре, с последующей фильтрацией через сито из мельничного газа №48.

Дальнейшая обработка проб проходила в лаборатории ГБУ ДО РДЭБЦ. Донные организмы разбирались по группам и видам под бинокулярным микроскопом МВС-10 и микроскопом «Биолам С-111». При определении видового состава гидробионтов использовали определители и определительные таблицы Б.М. Мамаева (1972); а так же Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (1977). Сведения о характере питания беспозвоночных брались из указанных определителей и монографии А.В. Монакова (1998).

При анализе материала по полученным данным проводился подсчёт частоты встречаемости вида или степени его «постоянства» (Методика изучения ..., 1975) по формуле:

$$P = (m/n) \times 100\% ,$$

Степень сходства видового состава фауны на разных станциях определяли с помощью коэффициента Серенсена:

$$S = 2C / A+B, \text{ где}$$

C – число видов, общих для двух сообществ;

A – число видов в первом сообществе;

B – число видов во втором сообществе (Константинов, 1986).

Численность гидробионтов рассчитывалась на 1 м² следующим образом: за один отбор дночерпателем облавливалась площадь в 800 см². Соответственно пересчётный коэффициент на 1 м² составляет 12,5

Для индикации качества воды по структурно-функциональным характеристикам бентофауны применялся ряд наиболее распространенных методов.

1. Система сапробности Кольквитца – Марсона (Макрушин, 1974), основанная на принципе, отражающем отношение гидробионтов к кислороду, т.е. их оксифильность. Авторы предложили разделить водоемы и водотоки или их отдельные зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами на поли-, мезо- (альфа- и бета-) и олигосапробные. Сведения о принадлежности видов беспозвоночных к одной из зон сапробности мы брали из Определителя пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (1977), а так же с сайта www.ecograde.bio.msu.ru.

2. Индекс Майера, основанный на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности.

При этом организмы-индикаторы относят к одному из трех разделов, представленных в таблице 1 (Биологический контроль..., 2007).

Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего – на 1. Получившиеся цифры складывают:

$$S = X*3 + Y*2 + Z*1$$

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов – водоем чистый и имеет 1 класс качества; 17-21 баллов – 2 класс качества; 11-16 баллов – умеренная загрязненность водоема, 3 класс качества; менее 11 – водоем грязный, 4-7 класс качества.

ТАБЛИЦА 1
ТАБЛИЦА ДЛЯ РАСЧЁТА ИНДЕКСА МАЙЕРА

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки Plecoptera Личинки Ephemeroptera Личинки Trichoptera Класс Bivalvia	Личинки Odonata Личинки Tipulidae Класс Gastropoda Отряд Coleoptera Отряд Hemiptera	Личинки Chironomidae Класс Hirudinea Класс Oligochaeta Отряд Megaloptera

ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА ЛОМОНОСОВСКОЕ

4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА

В составе зообентоса озера отмечено 39 видов беспозвоночных из 6 классов животного мира, в том числе олигохет – 3 вида, пиявок – 2, брюхоногих моллюсков – 2, двусторчатых моллюсков – 1, насекомых – 31 вид (рис. 1). Среди выявленных беспозвоночных лидирующая роль принадлежит личинкам двукрылых, которых зарегистрировано 21 вид (54 % от общего числа видов беспозвоночных), что характерно для пойменных озёр (Эколого-продукционные..., 1978; Захаров, 2004)

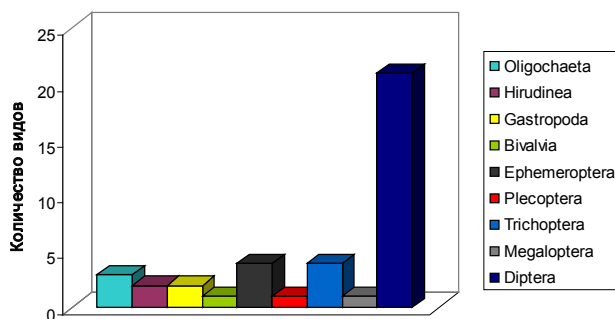


Рис.1. Таксономический состав зообентоса озера Ломоносовское

Наибольшая встречаемость характерна для личинок поденки *Caenis macrura* и большекрылки *Sialis lutaria* (по 66,67%). К группе обычных относятся 16 видов беспозвоночных, а остальные 15 встречаются редко.

В литорали озера нами отмечено 29 видов гидробионтов из 3 классов животного мира, в том числе олигохет – 1 вид, пиявок – 2, брюхоногих моллюсков – 2, насекомых – 24 вида. Среди насекомых представлены такие отряды как поденки – 4, веснянки – 1, ручейники – 4, большекрылки – 1 и двукрылые – 16 видов (рис. 2).

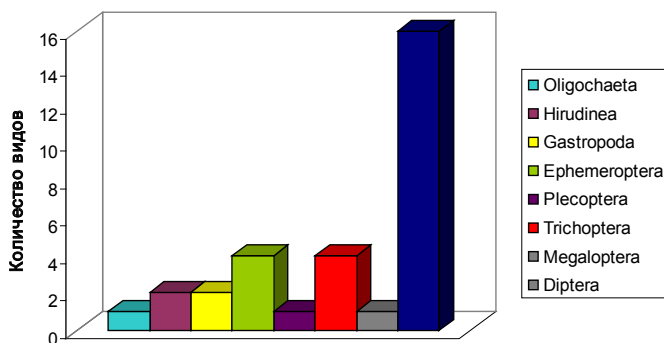


Рис.2. Таксономический состав зообентоса литорали озера Ломоносовское

В прибрежной части исследованного водоема нами выявлено два типа грунта – заиленная галька и песчаный. На гальке мы обнаружили 22 вида беспозвоночных. По численности преобладали личинки подёнок *Cloen dipterum* (65,63 экз/м²) и *Heptagenia sulfurea* (по 56,25 экз/м²). Общая численность беспозвоночных на данном биотопе составила 493,48 экз/м². На песке выявлено 14 видов беспозвоночных, среди которых по численности преобладали личинки двукрылых *Parachironomus gr. pararostratus* и *Criptochironomus gr. defectus*. (129,17 экз/м² и 70,83 экз/м² соответственно). Общая численность беспозвоночных на данном биотопе составила 541,69 экз/м². Фауна исследованных биотопов имеет незначительное сходство по видовому составу: коэффициент видового сходства по Серенсену составил 25,81%.

Таким образом, в литорали озера Ломоносовское формируются бентосные сообщества с превалированием личинок подёнок и двукрылых, а также пиявок и брюхоногих моллюсков. Подобные сообщества являются типичными для литорали пойменных озёр и отмечены в таких водных объектах РБ, как озера Архимандритское, Большой Толпак (Боев, 1983, 1989), Солдатское (Федосеев, Островская, 2010), а так же в многочисленных озёрах Южного Урала и сопредельных территорий (Захаров, 2004).

В профундали озера нами выявлено 9 видов беспозвоночных, среди которых превалировали личинки двукрылых. Наибольшие численность и биомасса характерны для двустворчатого моллюска *Sphaerium corneum* и личинки хирономиды *Chironomus gr. plumosus*. Общая численность беспозвоночных на данном биотопе составила 327,30 экз/м².

При сравнении бентофауны прибрежной и центральной части озера выявлено их незначительное сходство (коэффициент видового сходства по Серенсену не превышал 35,29%). Это связано с тем, что в центральной части озера формируется специфический комплекс бентонтов, состоящий, в основном, из эвриоксибионтных видов, представленных олигохетой *Limnodrilus hoffmeisteri*, личинками двукрылых *Ch. gr. plumosus* и *Chaoborus crystallinus*. Подобная закономерность характерна

для профундали озер (Константинов, 1979; Боев, 1989; Экология водоемов..., 1998.) и объясняется тем, что в центральной части озера складываются специфические условия: здесь наблюдаются однообразные илистые грунты и, чаще всего, относительно низкое содержание кислорода. Все это лимитирует качественное и количественное развитие бентофауны в центральной части озер.

Сравнение количественных характеристик зообентоса озера Ломоносовское с таковыми в других озёрах республики (Материалы..., 2012) показало, что видовое разнообразие зообентоса и его численность соответствуют таковым в других водоемах (таблица 2). Однако биомасса беспозвоночных в озере оказалась довольно низкой, что не характерно для пойменных озёр (Материалы... 2012). Возможно, что низкая биомасса зообентоса в этом году связана с его «проточностью» в последние годы (озеро заливалось водами реки Белой в 2018 г.).

ТАБЛИЦА 2
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ПОЙМЕННЫХ ОЗЁР РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Параметры	Пойменные озёра			
	Ломоносовское	Белое	Кушкарь	Большой Толпак
Количество видов	39	48	33	30
Общая численность, экз/м ²	1362,47	1135,2	1575,12	1456,32

4.2. ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА

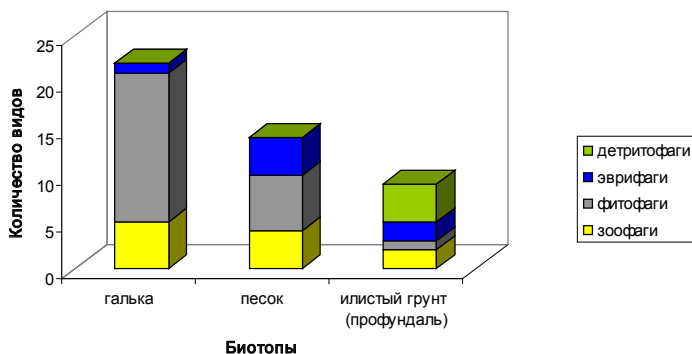


Рис.3. Трофическая структура сообществ зообентоса озера Ломоносовское

Трофическая структура профундального биотопа (рис. 3) также свидетельствует о разнообразии трофических связей – несмотря на специфические условия (наличие неразложившихся органических веществ и однообразные илистые грунты) в сообществе зообентоса центральной части озера представлены организмы с различными типами питания, что может указывать на довольно благоприятный газовый режим (Захаров, 2004).

4.3. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ПО ОРГАНИЗМАМ ЗООБЕНТОСА

При анализе индикаторной значимости беспозвоночных в прибрежной части озера выявлено, что на галечном и песчаном биотопах доминируют обитатели чистых и умеренно-загрязненных вод (олигосапробы и β -мезосапробы), а в профундальной части водоема – обитатели грязных вод (полисапробы и α -мезосапробы) (рис. 4). Таким образом, по системе Кольквитца-Марссона литоральную зону озера Ломоносовское можно охарактеризовать как «умеренно-загрязненную» (β -мезосапробную), а центральную часть – как «грязную» (полисапробную).

Высокая степень сапробности глубоководной части характерна для большинства пойменных озер (Нагаева, 1989; Захаров, 2004; Безматерных, 2005) и объясняется тем, что в их профундали происходит накопление иловых отложений, которое в совокупности с дефицитом кислорода и обуславливает высокое содержание органики.

Довольно высока в озере и доля видов, не имеющих индикаторной значимости – на разных биотопах их выявлено от 1 до 6. Такая картина характерна для водных объектов, подвергающихся значительной антропогенной нагрузке (Биоиндикация..., 2007).

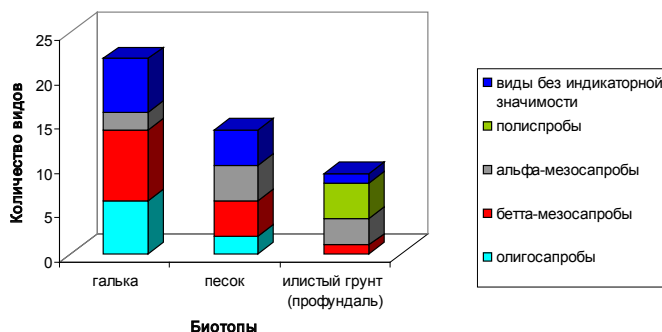


Рис. 4. Представленность индикаторных видов в озере Ломоносовское

Индекс Майера в литоральной зоне составил 17 баллов, а в профундальной – 22, что так же соответствует β -мезо- и α -мезосапробным зонам соответственно.

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ ИНДЕКСОВ САПРОбНОСТИ ДЛЯ ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА ЛОМОНОСОВСКОЕ

Индексы	Биотопы		
	Литораль		Профундаль
	Галька	Песок	
Кольквитца-Марссона	β -мезосапробная	β -мезосапробная	β -мезосапробная
Майера	17 β -мезосапробная	17 β -мезосапробная	22 α -мезосапробная

При анализе индикаторной значимости беспозвоночных в прибрежной. Таким образом, оценка состояние озера Ломоносовское по организмам зообентоса с использованием ряда общепринятых методов показала, что его литоральную зону можно охарактеризовать как β -мезосапробную, а профундальную зону – как α -мезосапробную.

ВЫВОДЫ

1. В составе зообентоса озера Ломоносовское отмечено 39 видов беспозвоночных из 6 классов животного мира, в том числе олигохет – 3 вида, пиявок – 2, брюхоногих моллюсков – 2, двустворчатых моллюсков – 1, насекомых – 31 вид

2. В литорали озера Ломоносовское формируются типичные для пойменных озер Южного Урала бентосные сообщества с превалированием личинок подёнок и двукрылых, а также пиявок и брюхоногих моллюсков. В профундали озера отмечено типичное сообщество с доминированием эвриоксидных видов.

3. Сравнение количественных характеристик зообентоса озера Ломоносовское с таковыми в других озёрах республики показало, что видовое разнообразие зообентоса и его численность соответствуют таковым в других водоемах. Однако биомасса беспозвоночных в озере оказалась довольно низкой. Согласно шкале трофности озеро относится к водоемам олиготрофного типа, что связано, скорее всего, с «проточностью» озера в последние годы.

4. Трофическая структура бентосных сообществ озера Ломоносовское в литорали и профундали озера свидетельствует о благополучной обстановке в водоеме, поскольку во всех бентосных сообществах выявлено разнообразие трофических связей и наличие видов с различным характером питания.

5. Оценка состояние озера по организмам зообентоса с использованием ряда общепринятых методов показала, что его литоральную зону можно охарактеризовать как β -мезосапробную, а профундальную зону – как α -мезосапробную.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф., Финогенова Н.П. Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов. // Гидробиологические основы самоочищения вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1976. – С. 5-14.
2. Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала.- Челябинск: Южно-Уральск. книж. изд-во, 1973.-270с.
3. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. 2000. №1 С. 68-82.
4. Башкортостан. Краткая энциклопедия. – Уфа: Башкирская энциклопедия, 1996.-С. 591-593.
5. Безматерных Д. М. Состав и структура зообентоса разнотипных озер и лесотсепное зоны Алтайского края и факторы его формирования // Международный научный журнал «Мир науки, культуры, образования». №8, 1999. С. 54-58
6. Безматерных Д. М. Применение структурных характеристик зообентоса для оценки экологического состояния озер юго-западной Сибири // Ползуновский вестник №4, 2005. С. 214-216
7. Березина Н.А. Гидробиология: Учебник.-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.-360с.
8. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек // под ред. О.В. Бухарина и Г.С. Розенберга. – М.: Наука, 2007. – 345 с.

9. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование // под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
10. Боев В.Г. Хириномиды евтрофно-заморного озера Архимандритское // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование. – Пермь, 1983. С. 12-13
11. Боев В. Г. Зообентос озера Большой Толпак // Ред. Гидробиол. ж. Киев, 1989. 14 с. / Башкир, ун-т. Рукопись деп. в ВИНТИ № 6776-В89.
12. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. 260с.
13. Каплин В.Г. Биоиндикация состояния экосистем. – Самара: Самарская ГСХА, 2001. – 143 с.
14. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон.- М., 1984.208 с.
15. Кондрова Л.В. Эколого-фаунистическая характеристика зообентоса озера Долгое. – Уфа, 2005 (рукопись).
16. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1986. 480 с.
17. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам. – М.: Просвещение, 1972. – 400 с
18. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. – Л.: ЗИН АН ССР, 1974. 60 с.
19. Материалы прогноза общих допустимых уловов (ОДУ) на 2013 год в водных объектах Республики Башкортостан // Отчёт Пермского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ. – Пермь, 2012. – 233 с
20. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. В.Н. Митропольского и Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
21. Монаков А.В. Питание водных беспозвоночных. – М., 1998. – 319 с.
22. Морев А.П. Макрозообентос профундали озера Джека Лондона // Гидробиологический журнал, 1991. Т.27, №1. С. 25-32.
23. Нагаева Т. Н. Трофическая структура биоценозов бентоса малых озер Вологодской области и ее изменения в результате антропогенного эвтрофирования. // Сб. науч. тр. Гос. НИИ оз. и реч. рыб. х-ва . 1989. № 293. С. 63-68.
24. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / под ред. Л.А. Кутиковой и Я.И. Старобогатова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. С.325–477.
25. Островская Ю.В., Федосеев Д.А. Влияние сброса термальных вод на бентофауну озера Теплое // Материалы науч.-практ. конф. – Уфа, 2009. С. 112-114.
26. Павлюк Т.Е. Использование трофической структуры сообществ донных беспозвоночных для оценки экологического состояния водотоков. Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. – Екатеринбург, 1998. – 20 с.
27. Экология водоемов Башкирии // под ред. Б. М. Миркина. – Уфа: Гилем, 1998. 209 с.
28. [www. ecograde.bio.msu.ru](http://www.ecograde.bio.msu.ru).

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «ЗООБЕНТОС ОЗЕРА ЛОМОНОСОВСКОЕ»

Рецензируемая учебно-исследовательская работа состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы, содержит 3 таблицы и 4 рисунка. Работа носит исследовательский характер, выполнена на основе обработки и анализа собственных данных.

Большое значение в природоохранных мероприятиях на водоемах имеют гидробиологические исследования, которые позволяют организовывать мониторинг за состоянием качества вод. Соответственно, необходимым условием проведения работ по слежению за состоянием качества вод является всестороннее изучение состава населения водных экосистем. Организация систематических гидробиологических наблюдений за состоянием и изменением видовой структуры донных сообществ помогает выявить последствия загрязнений среды, степень и характер их влияния на видовой состав и количественные характеристики гидробионтов и показывает, в какой мере под воздействием загрязнений нарушена экологическая система. В связи с изложенным, актуальность темы работы Асфандияровой Радмилы не вызывают сомнения.

Структура работы полностью соответствует требованиям, предъявляемым к учебно-исследовательским работам. Работа логично построена, цели и задачи соответствуют сделанным выводам. Литературный обзор посвящён состоянию изученности бентофауны пойменных озёр Южного Урала и сопредельных территорий и соответствует тематике работы.

Автором использованием стандартных гидробиологических методик проведено изучение зообентоса озера Ломоносовское. В ходе работы выявлен видовой состав гидробионтов и их численность, проведен анализ трофической структуры бентосных сообществ. Проведено сравнение полученных данными с результатами исследования других пойменных озёр на территории Республики Башкортостан. Результаты проведенных исследований положены автором в основу комплексного подхода к оценке состояния озера, для чего использованы структурные характеристики донных ценозов и различные биоиндикационные индексы. На основании проведенных исследований автором сделаны корректные выводы о состоянии озера Ломоносовское в настоящее время.

В качестве рекомендации хочется пожелать автору провести сравнение результатов гидробиологических исследований с гидрохимическими характеристиками исследованного озера.

Желаю дальнейших успехов в изучении водных объектов республики.

К.Б.н., доцент кафедры экологии и БДЖ БашГУ
Д.И. Ахмедьянов

ЭКОЛОГИЯ *PALAEMON ADSPERSUS* (RATHKE, 1837) В КАРКИНИТСКОМ ЗАЛИВЕ

Год: 2020

Автор работы: Вольскова София Руслановна (15 лет)

Руководители: Тумилович Ольга Александровна, Голубицкий Владислав Викторович

Организация: МБОУ СОШ "Школа будущего"

Город: БОЛЬШОЕ ИСАКОВО Калининградской области

Объем добычи морских беспозвоночных в последнее время увеличивается, вследствие чего особенно важны вопросы сохранения и увеличения разнообразия морских беспозвоночных, особенно рыб. Мировая продукция креветок, играет главную роль в экономике мирового рыболовства в целом. Особенно подобный промысел важен для экономики стран, имеющих ресурсы креветочного промысла или условия для разведения креветок. Это имеет большое влияние на стабильно сохраняющуюся высокой ценой на креветку, а, с другой, с постоянным повышением спроса на этот вид морепродуктов.

Креветки являются неотъемлемой частью морских и пресноводных биоценозов. Они очень широко распространены и способны обитать на самых разных глубинах. Как компонент водных экосистем играют важную роль в трофических цепях, благодаря широкой пищевой специализации. Кроме того, многие виды креветок служат важными объектами питания для промысловых рыб [2, 3, 4].

Балтийское море в последние десятилетия очень активно подвергаются значительной антропогенной нагрузке, вследствие чего его экологическое состояние является неудовлетворительным. В результате высокой степени загрязнения биогенами, все чаще наблюдаются проявления значительной эвтрофикации [1,2,3], что существенно снижает численность высших водных растений, заменяя их на мелкие водоросли. Все это значительно снижает численность высших ракообразных и рыб.

Повышение среднемесячных температур в последние десятилетия способствуют проникновению в Балтийское море более южных видов. Так, например, в 2000 году произошло проникновение креветки *Palemon elegans*. К настоящему времени *Palemon adspersus* повсеместно распространена вдоль берегов Крымского полуострова и активно проникает на Север, она встречается в южной части Балтийского моря. Появление данного вида креветки в Балтийском море существенно расширит кормовую базу для многих промысловых видов рыб. Вследствие всего вышесказанного мы считаем нашу работу особенно актуальной. Гипотеза данного исследования - в структуре питания *Palemon adspersus* доминирует детрит, поэтому данная популяция не только является кормовой базой для других организмов, но и играет существенную роль в самоочищении водоемов.

Цель: изучение некоторых особенностей экологии *Palemon adspersus*

Задачи:

1. проанализировать размерный состав популяции *Palemon adspersus*
2. изучить половой состав популяции данного вида
3. проанализировать спектр питания *Palemon adspersus*

Материал был собран сотрудниками Института морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН (ФГБУН ИМБИ, г. Севастополь) и любезно предоставлен Ю.М. Корнийчук. Материал собран в сентябре 2016г. Собрано 218 креветок в районе Лебязжих островов Каркинитского залива на глубине, не превышающей 1,5м. Фиксация материала осуществлялась 4%-ным раствором формалина. Автором производилось измерение креветок, определение половой принадлежности, а также вскрытие желудков и определение состава пищевого комка. Работы проводились на базе лаборатории КГТУ под руководством доктора биологических наук Р.Н. Буруковского.

Длину тела креветок измеряли при помощи линейки окуляр-микрометра бинокулярной лупы МБС-10, а также определение пола и стадий зрелости гонады самок по 5-балльной шкале [4]. Для изучения питания использовали методику по [5, 6, 4]. После вскрытия желудка сначала определяли степень его наполнения по 4-балльной шкале:

- 0 – желудок пустой;
- 1 – пища занимает менее половины объёма желудка;
- 2 – пища занимает примерно половину (от одной до двух третей) объёма желудка;
- 3 – желудок полный.

Из 218 креветок 74 особи имели пищу в желудке, и у 30 желудки были полными. Это соответствует критерию достаточности (количество исследованных желудков, в содержимом которых обнаружено не менее 80% пищевых объектов, характерных для питания вида). Минимальная величина пробы на питание для соответствия этому критерию – содержимое 30 желудков [20]; степень их наполнения авторы не обсуждают. Креветок собирали из уловов вентерями, используемыми рыбаками на промысле *P. adspersus*. Фиксировали особей 4%-ным раствором формалина. Прежде чем исследовать содержимое желудков, проводили биологический анализ креветок. В него входило измерение общей длины тела от глазных орбит до конца тельсона с точностью до 0,1мм с помощью линейки окуляр-микрометра бинокулярной лупы МБС-10, а также определение пола (по наличию или отсутствию *appendix masculina* на второй паре плеопод) и стадий зрелости гонады самок по 5-балльной шкале [4]. Для изучения питания использовали методику по [5, 8, 9]. После вскрытия желудка сначала определяли степень его наполнения по 4-балльной шкале:

- 0 – желудок пустой;
- 1 – пища занимает менее половины объёма желудка;
- 2 – пища занимает примерно половину (от одной до двух третей) объёма желудка;
- 3 – желудок полный.

Затем пищевой комок помещали в каплю воды в чашке Петри. Определение таксономической принадлежности жертв по их остаткам проводили, как правило, с точностью до класса или отряда. Остатки, входящие в пищевой комок измеряли и пересчитывали [5].

Было промерено 218 креветок, размерный состав популяции представлен на рисунке 1.

Из рисунка видно, что длина тела креветок варьировала от 32 до 37 мм. Основная часть исследованных креветок имела 37 мм. Это можно объяснить

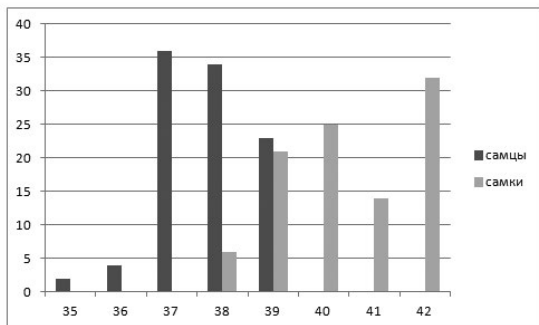


Рис. 1. Размерный состав популяции креветки *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837)

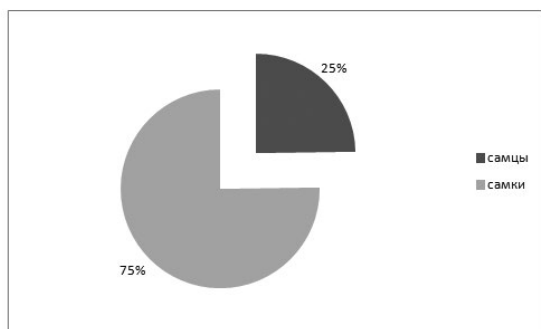


Рис. 2. Соотношение полов креветки *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837)

ТАБЛИЦА 1.
СОСТАВ ПИЩИ (%) у КРЕВЕТКИ PALAEMON ADSPERSUS

Объекты питания	Встречаемость	Частота доминирования
Триглицериды	91,4	35,5
Брюхоногие моллюски	19,5	12,1
Высшие ракообразные	19,1	10,1
Высшие растения (зоостера)	18,3	10,2
Рыба	16,2	5,1
Фораминиферы	13,5	—
Полихеты	11,5	
Мизида	12,4	—
Креветка	10,5	5,2
Песок	26,4	—
Всего желудков	74	24
Коэффициент Фроермана	2,99	80

особенностью генерации креветок. В сентябре самки активно кормятся перед осенней генерацией. Однако по данным ученых [6] в икру данный вид в сентябре откладывает редко, что подтверждается и нашими данными. Среди всех исследованных нами креветок лишь 1 самка была с икрой. Также из диаграммы видно, что количество самцов превалирует над самками.

Соотношение полов представлено на рисунке 2. Из рисунка видно, что соотношение полов составляет примерно 1:8 (25% самцов и 75% самок). Почти 70% самцов имели длину тела 35 мм. Подобная пропорция полового состава в сторону преобладания самок, связана с тем, что после оплодотворения самцы и самки держатся отдельно. Самки после оплодотворения держатся в прибрежной зоне, где более высокая температура воды на мелководье, что увеличивает эффективность эмбриогенеза; самцы же в этот период нагуливаются на удалении от берега. Основная масса изученных самок находилась в стадии подготовительного периода к созреванию гонад (2-3 стадия зрелости).

У 40% исследованных креветок желудки были пустые, что можно объяснить сбором креветок из вентерей. Это значит, что у креветок пойманных самыми первыми пища могла успеть перевариться.

Основная составляющая желудка — песчинки, размером от 0,02 до 0,50 мм, что можно объяснить тем, что большая часть исследованных креветок самки, которые проходят на мелководье, стадию дозревания гонад, питаются мелкими беспозвоночными, они захватывают песчинки в результа-

те «неаккуратного питания». Состав пищи креветок представлен в таблице 1.

Из таблицы видно, что на первое место по встречаемости в желудках занимает детрит — сложный комплекс из мёртвого органического вещества, взвешенного в толще воды или отлагающегося на дно водоёма в виде частиц различного размера, и живущих на нём микроорганизмов [4]. Вместе с детритом в желудках креветок встречались остатки высших растений, предположительно зоостеры. Также в желудках креветок были обнаружены фораминиферы (13,5 частота встречаемости), которые попали в желудки вместе с песком. Коэффициент Фроермана, показывающий среднее количество пищевых объектов в одном желудке, говорит о том, что в каждом желудке встречено почти три пищевых объекта. (2,99). Исходя из анализа содержимого желудка, можно сделать вывод, что *P. adspersus* — бентофаг-эврифаг, спектр питания очень широк от детрита и растительных остатков до креветок и рыбы.

ВЫВОДЫ:

1. Длина тела креветок варьировала от 32 до 37 мм. Основная часть исследованных креветок имела 37 мм.
2. Соотношение полов составляет примерно 1:8 (25% самцов и 75% самок). Почти 70% самцов имели длину тела 35 мм.
3. У 40% исследованных креветок желудки были пустые. Первое место по встречаемости в желудках занимает детрит. Таким образом, гипотеза данного исследования подтвердилась, однако вместе с детритом в желудках креветок встречались остатки высших растений, предположительно зоостеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Беклемишев К.В. Биотопический подход к морским сообществам и его осуществление во время советских работ по международной биологической программе // Известия АН СССР. Сер. Биол. 1976. №5. С.688–697.
2. Белофастова И.П., Гринцов В.А. О находке акантелл скребня *Telosentis exiguus* (von Linstow, 1901) у *Apherusa bispinosa* (Amphipoda, Calliopidae) в Черном море // Vestnik zoologii. 2003. Т.37, №4. С.57–59.
3. Болтачев А.Р., Статкевич С.В., Карпова Е.П., Хуторенко И.В. Черноморская травяная креветка *Palaemon adspersus* (Decapoda, Palaemonidae): биология, промысел, проблемы // Вопросы рыболовства. 2017. Т.18, №3. С.313–327.
4. Буруковский Р.Н. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. Москва : ВНИРО, 1992. С.77–84. Буруковский Р.Н. Питание и пищевые взаимоотношения креветок. Калининград : Издво ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. 408с.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ "ЭКОЛОГИЯ PALAEMON ADSPERSUS (RATHKE, 1837) В КАРКИНИТСКОМ ЗАЛИВЕ"

Представленная работа является актуальной, поскольку посвящена исследованию вида-вселенца в новых для него условиях. По многим показателям эта работа может являться образцом школьного экологического исследования. Сильной стороной работы является наличие сформулированной гипотезы, которая организует и направляет дальнейшее исследование в нужном русле. Работа выполнена в кооперации со взрослыми учеными в рамках научного проекта, но автор довольно четко указал свою зону ответственности в этом проекте. Собранный фактический материал вполне достаточен для получения надежных результатов и обоснования выводов.

Однако при всех достоинствах этой работы необходимо упомянуть и недостатки. Их два.

1. Полученный массив данных предполагает наличие статистической обработки результатов, однако она проведена не была. Простейшая статистическая обработка (вычисление среднего и его ошибки, как минимум) вполне под силу в 9 классе. Полагаю, что это необходимо сделать для успешного представления работы на очном этапе.

2. Выводы нуждаются в редактировании. По своей сути на данный момент это не выводы, а еще раз прописанные результаты. В выводе не важно какого размера были креветки, важно то, что это означает и к чему может привести. Подумайте над этим.

В целом же работа производит очень хорошее впечатление. Желаю удачи!

С уважением, рецензент Маслов Михаил Николаевич
Учёная степень: кандидат биологических наук
Дата написания рецензии: 11.02.2020

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА ЛОША

Год: 2020

Автор работы: Серикова Надежда Дмитриевна (15 лет)

Руководитель: Казловская Галина Эдуардовна

Организация: ГУО "Узденская районная гимназия"

Город: УЗДА Минской области, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В морях и водоёмах обитают самые разнообразные растения. Когда мы смотрим на воду, то в первую очередь обращаем своё внимание на крупных её обитателей. Однако в толще воды находится огромное количество микроскопических водорослей, которых мы даже не видим, но без которых жизнь на земле была бы невозможной, – это фитопланктон (Н.П. Горбунова, 1991)

Фитопланктонные водоросли участвуют в процессах круговорота веществ в природе. Выделяемый ими при фотосинтезе кислород используют для дыхания все водные организмы. Развитие фитопланктона определяет общий уровень биологической продуктивности водоёма, в том числе и рыбопродуктивности. В то же время «цветение» водорослей отрицательно сказывается на качестве воды, снижает возможность рекреационного использования водоёмов. Поэтому изучение водорослей крайне важно для понимания процессов, протекающих в водоёмах.

Целью моей работы является изучение видового состава, таксономической структуры и оценка количественного уровня развития фитопланктона водохранилища Лоша.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. определить основные морфометрические характеристики (длина береговой линии, глубина; наибольшая длина и ширина водохранилища), прозрачность и дать общее описание зарастаемости высшей водной растительностью водохранилища Лоша;
2. выявить видовой состав фитопланктона;
3. охарактеризовать таксономическую и биотопическую структуру фитопланктона;
4. оценить уровень количественного развития и охарактеризовать структуру сообщества фитопланктона водохранилища.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА

Фитопланктоном называют совокупность свободноплавающих (в толще воды) мелких, преимущественно микроскопических, растений, основную массу которых составляют водоросли. Планктонные водоросли – основной, а в некоторых случаях и единственный продуцент первичного органического вещества, на

базе которого существует всё живое в водоёме (Н.П. Горбунова, 1991).

Известно, что состав и экология отдельных представителей водорослей фитопланктона в различных водоёмах чрезвычайно разнообразны. Фитопланктон обитает в водоёмах самой разной природы и самых разных размеров – от океана до маленькой лужи. Фитопланктонные водоросли преимущественно одноклеточные, хотя среди них много колониальных и нитчатых форм, особенно в пресных водах.

В зависимости от места обитания фитопланктон разделяют на комплексы по главным экологическим категориям водоёмов. Существует два таких комплекса – это морской и пресноводный фитопланктон, каждый из которых включает в себя различные виды водорослей (Д.Н. Судницына, 2005).

1.2 ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ФИТОПЛАНКТОНА

Из абиотических факторов основную роль в определении развития водорослей играют световой режим, температура воды, прозрачность, мутность и динамический режим вод, солёность, обеспеченность биогенными элементами.

Конкуренция за лимитирующий пищевой ресурс (внутри- и межвидовая конкуренция) – один из важнейших биотических факторов, определяющих структуру фитопланктона в водоёме (С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева и др., 1989).

Под влиянием антропогенных факторов происходит ускорение естественных процессов эвтрофирования водоёмов.

1.3 Методы исследования фитопланктона

Выбор метода отбора проб фитопланктона зависит от типа водоёма, степени развития водорослей, задач исследования, имеющихся в наличии оборудования и т.д. Для изучения видового состава фитопланктона при интенсивном развитии последнего достаточно зачерпнуть воды из водоёма, а затем рассмотреть её под микроскопом. Однако в большинстве случаев применяются различные методы (К.А. Гусева, 1956) предварительного концентрирования микроорганизмов (фильтрация воды через планктонные сети различной конструкции: сеть Апштейна, сеть Берджа, цилиндрическая сеть «цепелин»).

Для количественного учёта фитопланктона производится отбор проб определённого объёма специальными приборами – батометрами. Сгущение количественных проб фитопланктона можно проводить двумя методами, – осадочным и фильтрационным. Для длительного хранения фильтр с осадком фиксируют в определённом объёме жидкости (А.П. Садчиков, 2003).

При изучении видового состава водорослей измеряют их размеры, являющиеся важными диагностическими признаками (М.М. Голлербах, Е.К. Косинская, В.И. Полянский, 1953).

При изучении фитопланктона необходимо все встреченные в камере водоросли тщательно замерять, отмечать их жизненное состояние и стадию развития.

При качественной обработке проб желательно определять частоту встречаемости отдельных видов. Для этого существуют различные шкалы для оценки частоты встречаемости водорослей (О.М. Кожова, Н.Г. Мельник, 1978)

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объём выполненных исследований

В основу настоящей работы положены результаты исследований сообществ фитопланктона водохранилища Лоша (Дисько и др., 2007) расположенного в Узденском районе Минской области (Приложение 1).

Материал собран 6.07.2019 г. Пробы отбирали в литоральной (станции 1, 2, 3, 6) и пелагической (станция 4 и 5) части водохранилища. Всего собрали и обработали 6 количественных проб фитопланктона. В каждой пробе изучили видовой состав водорослей, на основании полученных данных оценили видовое богатство, таксономическую структуру (Т. М. Михеева, 1999) и провели количественную оценку развития фитопланктона водохранилища Лоша.

2.2 Методика полевых и лабораторных исследований фитопланктона

Отбор проб и лабораторные исследования фитопланктона проводили по общепринятым в гидробиологии методам (Н.М. Крючкова, 1991). Пробы отбирали в поверхностном горизонте (глубина примерно 0,5 метра). Концентрировали фитопланктон методом отстаивания. Объём для отстаивания составил 0,5 л. В качестве фиксатора использовали раствор Утермеля.

Плотность (численность) и биомассу фитопланктона определяли счётно-объёмным методом. Учёт водорослей проводили в камере Фукс-Розенталя. Плотность оценивали числом клеток в 1 л, а также числом организмов в 1 л. (О.М. Кожова, Н.Г. Мельник, 1978)

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета анализа Excel 2010

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Видовой состав и таксономическая структура фитопланктона водохранилища Лоша

В результате изучения видového состава фитопланктона в исследуемом водохранилище мы выявили 43 вида водорослей. Список таксономического состава составили в соответствии с системой, предложенной Т. М. Михеевой (1999).

Результаты наших исследований дают основание говорить о высоком таксономическом разнообразии фитопланктона водохранилища Лоша. Обнаруженные нами виды принадлежат к 31 роду, 22 семействам из 6 отделов (таблица 1).

Отделы водорослей представлены неравнозначно (рисунок 1). Наибольшим видовым богатством характеризуется отдел Chlorophyta, на долю которого приходится 52 % общего числа видов. Зелёные водоросли представлены 22 видами, которые относятся к 14 родам из 8 семейств. Ведущая роль в формировании видového богатства принадлежит классу Protococophyceae, на долю которого приходится около 31 % общего числа видов.

На втором месте по видовому богатству находятся три отдела Bacillariophyta, Chrysophyta и Cyanophyta. Диатомовые водоросли представлены 5 видами, которые относятся к 5 родам из 4 семейств. Золотистые водоросли представлены 5 видами, которые относятся к 4 родам из 3 семейств. Синезеленые водоросли представлены 5 видами, которые относятся к 4 родам из 4 семейств.

В период исследования в фитопланктоне отмечены также 4 вида криптофитовых водорослей. Самым низким видовым богатством характеризуется отдел Dynophyta, к которому относятся 2 вида водорослей.

Таблица 1 – ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДОРΟΣЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА ЛОША

Таксон	Типичное местообитание*	Станция					
		1	2	3	4	5	6
Отдел Cyanophyta –Синезеленые водоросли							
Класс <i>Chroococcophyceae</i>							
Порядок Chroococcales							
Сем. <i>Microcystidaceae</i>							
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G. S. West f. <i>clathrata</i>	ПЛ, о		+	+		+	+
Сем. <i>Gloeocapsaceae</i>							
<i>Gloeocapsa</i> (Kütz.) Hollerb. sp.	-	+	+	+	+		+
<i>G. minuta</i> (Kütz.) Hollerb. f. <i>minuta</i>	ПЛ, о, П	+		+		+	
Класс <i>Hormogoniophyceae</i>							
Порядок Oscillatoriales							
Сем. <i>Oscillatoriaceae</i>							
<i>Lyngbya</i> Ag. sp.	-	+					
Порядок Nostocales							
Сем. <i>Aphanizomenonaceae</i>							
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs f. <i>flos-aquae</i>	ПЛ					+	
Отдел Cryptophyta – Криптофитовые водоросли							
Класс <i>Cryptophyceae</i>							
Порядок Cryptomonadales							
Сем. <i>Cryptomonadaceae</i>							
<i>Rhodomonas pusilla</i> (Bachm.) Javor. var. <i>pusilla</i>	ПЛ	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptomonas</i> Ehr. sp.	ПЛ			+		+	+
<i>Cr. marssonii</i> Skuja	ПЛ	+	+	+	+		+
<i>Cr. ovata</i> Ehr.	ПЛ						+
Отдел Dynophyta – Динофитовые водоросли							
Класс <i>Dynophyceae</i>							
Порядок Gymnodiniales							
сем. <i>Gymnodiniaceae</i>							
<i>Gymnodinium</i> Stein sp.	ПЛ			+	+		
Порядок Peridinales							
Сем. <i>Peridiniaceae</i>							
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.	ПЛ	+					
Отдел Chrysophyta – Золотистые водоросли							
Класс <i>Chrysophyceae</i>							
Порядок Chromulinales							
Сем. <i>Chromulinaceae</i>							
<i>Kephyrion inconstans</i> (Schmidle) Bourelly	ПЛ			+	+		
Порядок Ochromonadales							
Сем. <i>Dinobryonaceae</i>							
<i>Dinobryon divergens</i> Jmhof var. <i>Divergens</i>	ПЛ, о	+	+	+	+		+
<i>D. sociale</i> Ehr. var. <i>sociale</i>	ПЛ, о	+			+	+	+
<i>Pseudokephyrion</i> Pascher sp.	ПЛ		+	+		+	+
Сем. <i>Synuraceae</i>							
<i>Mallomonas</i> Perty sp.	ПЛ, о		+	+		+	+
Отдел Bacillariophyta – Диатомовые водоросли							
Класс <i>Centrophyceae</i>							
Порядок <i>Thalassiosirales</i>							
Сем. <i>Stephanodiscaceae</i>							

Таксон	Типичное местообитание*	Станция					
		1	2	3	4	5	6
Cyclotella comta (Ehr.) Kütz. var. comta	ПЛ, Н, О	+					
Класс Pennatophyceae							
Порядок Araphales							
Сем. Fragilariaceae							
Synedra acus Kütz. var. acus	ПЛ, Н, О		+		+		+
Порядок Raphales							
Сем. Achnantaceae							
Cocconeis placentula Ehr. var. placentula	ПЛ, Н, О					+	
Achnanthes Bory sp.	ПЛ, О		+	+		+	+
Сем. Gomphonemataceae							
Gomphonema parvulum (Kütz.) var. parvulum	О, Н, П		+			+	+
Отдел Chlorophyta – Зеленые водоросли							
Класс Protococophyceae							
Порядок Chlorococcales							
Сем. Treubariaceae							
Treubaria triappendiculata Bernard	ПЛ	+					
Сем. Hydrodictiaceae							
Pediastrum Meyen sp.	ПЛ		+	+	+		
Tetraëdron caudatum (Corda) Hansg. var. caudatum	ПЛ, О				+	+	+
T. minimum (A. Br.) Hansg. var. Minimum	ПЛ, О				+	+	+
Сем. Dictyosphaeriaceae							
Dictyosphaerium anomalum Korschik.	ПЛ, О		+				
D. pulchellum Wood var. pulchellum	ПЛ, О			+	+		
Сем. Oocystaceae							
Oocystis lacustris Chod.	ПЛ, О					+	+
O. solitaria Wittr. var. solitaria	ПЛ, О			+		+	
Сем. Coelastraceae							
Coelastrum Näg. sp.	ПЛ, О			+			
C. cubicum Näg.	ПЛ, О						+
C. reticulatum (Dang.) Senn var. reticulatum	ПЛ, О	+					
Сем. Scenedesmaceae							
Crucigenia fenestrata Schmidle	ПЛ	+	+	+		+	+
Cr. tetrapedia (Kirchn.) W. et W.	ПЛ				+		
Scenedesmus acutiformis Schröd. var. acutiformis	ПЛ, О	+		+	+	+	+
Sc. quadricauda (Turp.) Breb. var. quadricauda	ПЛ, О				+	+	
Didymocystis planctonica Korschik.	ПЛ, О				+		
Сем. Ankistrodesmaceae							
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.	ПЛ, О	+	+	+	+	+	+
M. contortum (Thur.) Kom.-Legn.	ПЛ, О		+	+	+	+	+
Nephrochlamys willeana (Printz.) Korschik.	ПЛ		+				
N. subsolitaria (West)	ПЛ				+		
Kirchneriella Schmidle sp.	ПЛ		+			+	+
Класс Ulothrichophyceae							
Порядок Ulothrichales							
Сем. Elakatothrichaceae							
Elakatothrix genevensis (Reverd.) Hindak	ПЛ, О				+		

Примечание: * – типичное местообитание приведено по Т.М. Михеевой (1999):
 «ПЛ» – планктон; «О» – обрастание; «П» – почва; «Н» – наиллок.

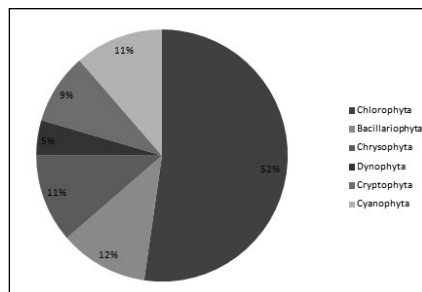


Рисунок 1 – Соотношение числа видов водорослей из разных отделов в фитопланктоне водохранилища Лоша

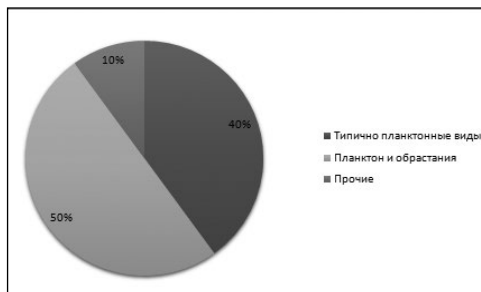


Рисунок 2 – Соотношение числа водорослей планктона в зависимости от биотопической характеристики

3.2 БИОТОПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПЛАНКТОНА

Анализ биотопической характеристики выявленных в фитопланктоне видов водорослей показал, что половина из них характерны как для планктона, так и для обрастаний – 50%, около 40% общего числа видов являются типично планктонными формами и 10% составляют прочие виды (рисунок 2).

3.3 УРОВЕНЬ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ФИТОПЛАНКТОНА

Первое место по показателям средней численности принадлежит отделу Cyanophyta – 50,45%, второе Chlorophyta – 23,6%, наибольший процент зеленых водорослей в общей численности зафиксирован на станции №4 – 46,67%. На третьем месте находится отдел Cryptophyta – 14,28%. Остальные отделы не отмечаются высокими показателями численности.

Среднее значение биомассы в исследуемых пробах составило $2,573 \pm 0,57$ мг/л. Самая высокая доля в общей биомассе принадлежит отделу Cryptophyta – $34,69 \pm 13,2\%$, хотя по значению численности этот отдел имел низкие значения по сравнению с отделом Cyanophyta. Следующими отделами после Cryptophyta по значимости в общей биомассе являются отделы Chrysophyta и Chlorophyta.

В таблице 2 приведены результаты выделения видов-доминантов водорослей фитопланктона на разных станциях.

ТАБЛИЦА 2. СОСТАВ ВИДОВ-ДОМИНАНТОВ ФИТОПЛАНКТОНА

Станция	Виды-доминанты по численности	% N _{общ.}	Виды-доминанты по биомассе	% B _{общ.}
1	<i>Lyngbya sp.</i>	34	<i>Peridinium sp.</i>	31
	<i>Crucigenia fenestrata</i>	11	<i>Dinobryon divergens</i>	14
2	<i>Aphanothece clathrata</i>	19	<i>Dinobryon divergens</i>	31
	<i>Gloeocapsa sp.</i>	18	<i>Rhodomonas pusilla</i>	23
3	<i>Aphanothece clathrata</i>	52	<i>Rhodomonas pusilla</i>	34
	<i>Rhodomonas pusilla</i>	15	<i>Pediastrum sp.</i>	11
4	<i>Rhodomonas pusilla</i>	20	<i>Gymnodinium sp.</i>	20
	<i>Gloeocapsa sp.</i>	13	<i>Rhodomonas pusilla</i>	15
5	<i>Aphanothece clathrata</i>	63	<i>Rhodomonas pusilla</i>	22
	<i>Gloeocapsa sp.</i>	14	<i>Cryptomonas marssonii</i>	14
6	<i>Aphanothece clathrata</i>	55	<i>Rhodomonas pusilla</i>	37
	<i>Gloeocapsa sp.</i>	17	<i>Mallomonas sp.</i>	10

Анализ доминирующих комплексов видов показал, что главенствующая роль в формировании численности фитопланктона принадлежит синезеленым водорослям. Определяющее значение в формировании биомассы фитопланктонного сообщества принадлежит виду *Rhodomonas pusilla* из отдела Cryptophyta и золотистым (*Dinobryon divergens*, *Mallomonas sp.*) водорослям.

Таким образом, на основании анализа величин численности и биомассы и структуры фитопланктонного сообщества можно сделать заключение, что водохранилище Лоша соответствует эвтрофному типу водоемов.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования фитопланктона водохранилища Лоша позволяют сделать следующие выводы:

1. Фитопланктон водохранилища Лоша характеризуется высоким видовым богатством. За период исследования определены 43 вида водорослей. Обнаруженные виды принадлежат к 31 роду, 22 семействам из 6 отделов. Наиболее богато представлен в фитопланктоне отдел Chlorophyta – 22 вида (52% от общего числа видов). Ведущими родами являются *Coelastrum* (3 вида), *Tetraëdron* (2), *Dictyosphaerium* (2), *Oocystis* (2)
2. Анализ биотопической характеристики выявленных в фитопланктоне видов водорослей показал, что половина из них характерны как для планктона, так и для обрастаний – 50%, около 40% общего числа видов являются типично планктонными формами, а остальные 10% составляют эвритопные виды и виды с неустановленной биотопической характеристикой. Большой удельный вес водорослей-обрастателей в планктоне является следствием обильного развития в водохранилище полупогруженных и погруженных макрофитов, служащих субстратом для перифитона.
3. Уровень количественного развития фитопланктона в водохранилище Лоша соответствует эвтрофному типу водоемов. Средние для водохранилища величины численности и биомассы составили $22,522 \pm 14,34$ млн кл./л и $2,573 \pm 0,57$ мг/л. Основная доля в общей численности $50,45 \pm 24,8$ % принадлежит синезеленым водорослям, а в общей биомассе – криптофитовым $34,69 \pm 13,2$ %. Существенный вклад в формирование численности вносят зеленые водоросли $23,63 \pm 14,9$ %, а в формирование биомассы – золотистые $22,24 \pm 8,4$ % и зеленые $19,51 \pm 3,7$ %.
4. Основными доминантами по численности фитопланктона являются синезеленые водоросли, а по биомассе – динофитовые, криптофитовые.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блакітная кніга Беларусі: водныя аб'екты Беларусі: Энциклапедыя / Рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш]. – Мн.: БелЭН, 2007. – 415 с.
2. Вассер, С.П. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 608 с.
3. Голлербах, М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. вып. 2: Синезеленые водоросли / М.М. Голлербах, Е.К. Косинская, В.И. Полянский. – Сов. наука, 1953. – 652 с.
4. Горбунова, Н.П. Альгология: учеб. пособие / Н.П. Горбунова; – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
5. Гусева, К.А. Методы эколого-физиологического исследования водорослей / К.А. Гусева. – Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, ч.1. – М., Л., изд-во АН СССР, 1956. – с.122 – 159.

6. Кожова, О.М. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом / О.М. Кожова, Н.Г. Мельник. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1978. – 51 с.
7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по спецкурсу «Методы гидробиологических исследований» / Н.М. Крючкова; - М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
8. Михеева, Т.М. Альгофлора Беларуси / Т. М. Михеева // Таксономический каталог (справочное пособие). – Мн.: БГУ, 1999. – 396 с.
9. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А.П. Садчиков. – М.: Университет и школа, 2003. – 157 с.
10. Судницына, Д.Н. Экология водорослей Псковской области / Д.Н. Судницына // Учебное пособие. – Псков: ПГПУ, 2005. – 128 с.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ "ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА ЛОША"

Присланная на Конкурс работа – серьезное альгологическое исследование на водохранилище. Автором выбран для своих исследований важный и интересный объект – водохранилище Лоша, расположенное в Узденском районе Минской области (республика Беларусь). Автор четко описал проблему, поставил цель и задачи работы. В приложении к работе дана подробная гидрологическая и морфометрическая характеристика водного объекта. Здесь же размещена карта-схема с нанесенными станциями отбора проб, хотя обоснования выбора станций автор ни в работе, ни в приложении не приводит.

В разделе «Материал и методы исследования» автор кратко описывает методику полевых и лабораторных исследований фитопланктона со ссылками на литературные источники. Четко и грамотно представлены сами результаты исследований. В работе описана биотопическая структура фитопланктона, дан подробный анализ его количественного состава. Здесь хотелось бы увидеть наглядно изменения количественных показателей на станциях (в виде графиков). В приложении приведена таблица таксономического состава фитопланктона с описанием типичных мест обитания видов. Выводы работы – краткие ответы на поставленные задачи.

Всего автором было проанализировано 6 проб фитопланктона, собранных в июле. В будущем в работе хотелось бы увидеть не только результаты июльских исследований, но и всего вегетационного периода, чтобы проследить сезонную динамику развития водорослей, и, возможно, автор захочет привести еще и оценку качества воды водохранилища по состоянию фитопланктонного сообщества.

Сделанные небольшие замечания не снижают высокой оценки представленной работы, в большей степени они призваны помочь при проведении последующих исследований, написании статей, а также при подготовке докладов. Желаю успехов!

С уважением, рецензент Фролова Галина Ивановна
Учёная степень: кандидат биологических наук
Дата написания рецензии: 18.02.2020

ПОПУЛЯЦИЯ ПЛАНКТОННЫХ РАЧКОВ АБОРИГЕННОГО *EVADNE NORDMANI* И ЧУЖЕРОДНОГО *EVADNE ANONYX* В ЦЕНТРАЛЬНОЙ БАЛТИКЕ ЛЕТОМ 2016 ГОДА

Год: 2021

Автор работы: Бокатая Ульяна Денисовна (16 лет)

Руководители: Полунина Юлия Юрьевна, Кумичева Светлана Ивановна

Организация: ГАОУКО ДО "Калининградский областной детско-юношеский центр экологии, краеведения и туризма" (ГАУКОДО КОДЮЦЭКТ)

Город: КАЛИНИНГРАД

ВВЕДЕНИЕ

Балтийское море – самое молодое, внутреннее, ледникового происхождения, относится к бассейну Атлантического океана и характеризуется низкой соленостью вод. Площадь Балтики около 415 тыс. км², наиболее глубокий желоб 470 м, средняя глубина около 50 м. Море подвержено значительному антропогенному влиянию, т.к. на его побережье расположены 9 государств. Биота Балтийского моря имеет достаточно низкое видовое разнообразие и, можно сказать, имеются свободные биологические ниши для гидробионтов. Для Балтики характерно развитое морское сообщество, в т.ч. трансконтинентальное, что способствует благоприятной миграции сюда новых чужеродных видов.

Одним из видов таких «мигрантов» стала понто-Каспийская кладоцера *Evadne anonyx* Sars 1897. Этот вид впервые был отмечена в Гданьском заливе летом 2006 г., а в июле 2008 г. – в российской экономической зоне ЮВБ [2], летом 2010 г. – в Вислинском заливе [1]. В Балтийском море уже проживает аборигенный близкородственный ему вид *Evadne nordmanni* Lovén, 1836. Отмечено расширение ареала встречаемости вселившегося вида в Балтике. Оба вида имеют схожий спектр питания, что может вызвать соперничество между ними. Однако сведений об особенностях распространения двух близкородственных видов, размерах и структуре популяции этих видов, и их взаимовлиянии крайне недостаточно, что обусловило актуальность нашей работы.

Актуальность работы: С появлением *Evadne anonyx* возможны структурные и функциональные перестройки в планктонном сообществе Балтийского моря, поэтому изучение вида-вселенца имеет очень большое значение. В нашей работе нами произведено сравнение вида-вселенца и вида-аборигена, что определяет не только актуальность, но и новизну нашего исследования. **Цель работы** – охарактеризовать популяции кладоцер: аборигенного *Evadne nordmanni* и чужеродного *Evadne anonyx* в Центральной Балтике в летний период 2016 г.

Задачи:

- 1) выявить встречаемость и оценить распределение двух видов кладоцер;
- 2) описать размерно-возрастную структуру исследуемых кладоцер;
- 3) описать половую структуру популяций

Гипотеза: В Центральной Балтике аборигенный *Evadne nordmanni* и чужеродный *Evadne anonyx* не образуют конкурентных отношений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

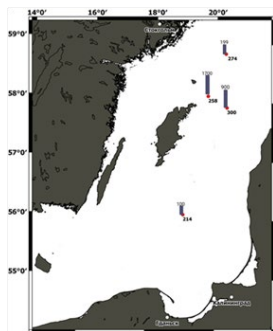


Рис.1 Станции отбора проб зоопланктона в Центральной Балтике, 2016 г.

Материал для проведения исследования собран в экспедиции ИОРАН на научно-исследовательском судне «Академик Николай Страхов» 2.08.2016 – 16.09.2016 2016 г. в центральной части Балтийского моря (Готланский бассейн). Материал собран на четырёх станциях (Рис. 1).

Данные по гидрофизическим показателям и зоопланктону на станциях предоставлены лабораторией морской экологии ИОРАН.

Зоопланктон отбирали количественной планктонной сетью WP-2 (диаметр 56 см, ячейки 100 мкм) с разных горизонтов в начале сентября. Облавливали слой воды тотально – от дна до поверхности, от галоклина до поверхности и от термоклина до поверхности. Местоположение термоклина и галоклина определяли

после зондирования толщи воды зондом Idranaut 320.

STD – зонд измеряет такие гидрофизические показатели как температура, уровень солености и концентрацию кислорода (Таблица 2).

Пробы зоопланктона фиксировали 40% формалином до конечной концентрации 4%. Затем пробы обрабатывали в лаборатории счетным методом Гензена в камере Богорова, рассчитывали численность видов по стандартной методике [5].

ТАБЛИЦА 2. ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НА СТАНЦИЯХ ГОТЛАНДСКОГО БАССЕЙНА

Параметр/станция	32-214	32-258	32-274	32-300
Соленость ВКС, епс	7,24	6,20	5,98	6,33
Соленость дна, епс	12,12	12,56	11,87	11,83
Температура поверхности, °С	17,34	16,15	15,81	16,63
Температура дна, °С	5,82	6,60	6,29	6,22
Конц. Кислорода ВКС, мл/л	6,24	6,78	6,49	6,54
Конц. Кислорода дна, мл/л	3,28	0,78	1,12	1,61.

В ходе работы проведено изучение популяций двух видов кладоцер: вселенца - *Evadne anopus* и аборигенного вида - *Evadne nordmani*. Всех особей двух видов разбирали на 1) молодь, 2) самцов, 3) гамогенетических и 4) партеногенетических самок. У каждой самки подсчитывали число партеногенетических, гаммогенетических (латентных, покоящихся) яиц в выводковой сумке. Всего проведен анализ 230 особей. Фото выполнены на камеру Xiaomi Redmi 4x.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Количество особей *E. nordmani* на станциях 258 и 300 больше, чем количество особей на станциях 214 и 274 (рис. 2). Можно предположить, что неоднородность распределения этого вида связана с расположением станций и влияния берегового стока. Станции, где отмечено больше *E. nordmani* расположены вблизи

острова Готланд, с которого, возможно, идет дополнительное поступление биогенных элементов. Что способствует интенсивному развитию около острова планктона, в т.ч. кормовой базы для *E. nordmanni*.

Evadne anonix был отмечен только на ст. 274 и численность его в поверхностном слое была крайне низкой – 7 экз./м³.

Вертикальное распределение *Evadne nordmanni* показало, что в поверхностном слое численность его выше 6 раз, чем в целом в толще воды (рис. 3).

Численность *Evadne anonix* была низкой в поверхностном слое (7 экз./м³), а в толще воды всего 0,5 экз./м³. В целом, тенденция сохраняется – оба вида более массово развиты в поверхностном прогреваемом слое.

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ

Размерная структура чужеродного вида была представлена особями длиной от 0,375 до 0,625 мм. Ювенильные особи составили всего 15% и имели размер 0,375-0,425 мм. Почти 65% особей в популяции имели размеры 0,426 - 0,525 мм (рис.4). Особи большего размера – в основном гамогенетические и партеногенетические самки (около 20%).

Размеры особей *Evadne nordmanni* изменялись от 0,250 до 0,500 мм. Ювенильные особи имели размер 0,250-0,300 мм. Основная доля популяции (75%) была представлена особями 0,301-0,400 мм (рис.5).

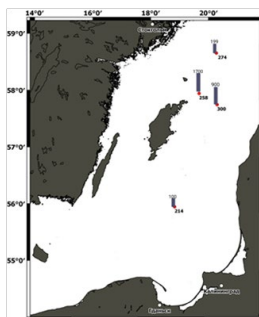


Рис. 2. Распределение *Evadne nordmanni* и *Evadne anonix* в поверхностном слое, Центральная Балтика, 2016 г.

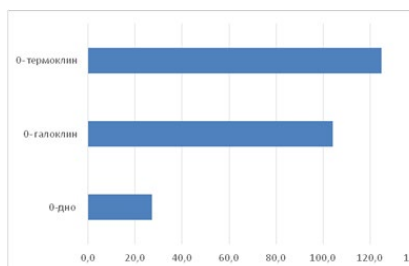


Рис. 3 Вертикальное распределение *Evadne nordmanni*, Центральная Балтика, 2016 г.

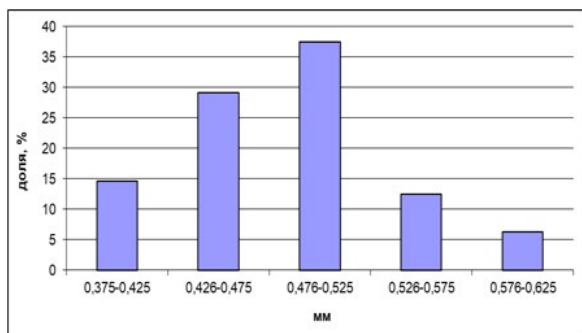


Рис. 4 Размерная структура популяции *Evadne anonix*, Центральная Балтика, 2016 г.

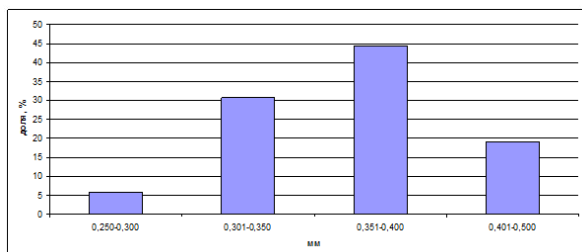


Рис. 5 Размерная структура популяции *Evadne nordmanni*, Центральная Балтика, 2016 г.

ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА

Популяция *E. anopux* преимущественно состояла из партеногенетических самок, молоди было очень мало (рис. 6). Было отмечено половое поколение, представленное гамогенетическими самками. Т. о. в популяции отмечен партеногенез и двуполое размножение.

Партеногенетические самки *E. anopux* несли от 5 до 11 яиц. У гамогенетической самки было два яйца.

Популяция аборигенного вида была представлена также преимущественно партеногенетическими самками, доля ювенильных особей была не велика, но выше, чем у вида-вселенца (рис. 7). Половое поколение (7% от всей популяции) было представлено самцами и гамогенетическими самками.

Партеногенетические самки *E. nordmani* несли от 1 до 4 эмбрионов. У гамогенетических самок было по одному яйцу.

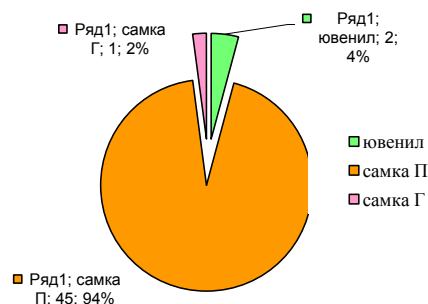


Рис. 6 Половая структура популяции *Evadne anopux* в Центральной Балтике, 2016 г.

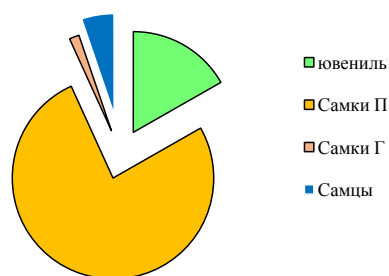


Рис. 7 Половая структура популяции *Evadne nordmani* в Центральной Балтике, 2016 г.

В целом, плодовитость чужеродного вида была выше. В популяции *Evadne anopux* были отмечены самки с гамогенетическими яйцами, что говорит о наличии как партеногенеза в популяции, так и двуполого размножения. Однако популяция вселенца в период нашего исследования только перешла к двуполому размножению. В популяции аборигенного вида доля двуполого поколения была выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Таким образом, наша гипотеза подтвердилась частично. Анализ распределения двух видов не показал напряженных отношений между этими видами. Появление чужеродного вида из тепловодного региона возможно обусловлено ростом температуры поверхностных вод Балтики: средняя годовая температура поверхности моря увеличилась на 1,35 °C в период 1982-2006 гг. [4]. Аборигенный вид *Evadne nordmani* и чужеродный *Evadne anopux* еще не находятся в стадии конкурентных отношений, но, возможно, это связано с тем, что полученных в ходе исследования данных недостаточно, ведь и в настоящее время численность вида-вселенца растет.

Выводы:

1. В ходе исследования установлено, что в Центральной Балтике аборигенный вид *Evadne nordmani* встречался повсеместно, на всех станциях и численность его варьировала от 100 до 1200 экз./м³, а численность чужеродного вида *E. anonyx* оказалась низкой - в поверхностном слое (7 экз./м³), а в толще воды всего 0,5 экз./м³.

2. В популяции *Evadne nordmani* отмечены - молодь, партено- и гамогенетические самки, самцы; преобладали партеногенетические самки, доля полового поколения составила 7%. Размер особей изменялся от 0,250 до 0,500 мм. Основная доля популяции (75%) была представлена особями 0,301-0,400 мм. Молодь имела размер 0,250-0,300 мм.

3. Популяция вида-вселенца была представлена на 94% партеногенетическими самками, доля полового поколения была крайне низка (2%) и отмечены только гамогенетические самки. Размеры особей составляли 0,250-0,500 мм, вид крупнее, чем *E. nordmani*. Плодовитость партеногенетических самок и вида-вселенца больше в 2,5 раза, чем аборигенного вида.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bielecka L., Mudrak-Cegiolka S., Kalarus M. *Evadne anonyx* G.O. Sars, 1897 - the first record of this Ponto-Caspian cladoceran in the Gulf of Gdansk (Baltic Sea) // *Oceanologia*. 2014. 56 (1). P. 141-150.
2. Обзор результатов экологического мониторинга морского нефтяного месторождения «Кравцовское», D-6,2008 С 27
3. Glazunova A. Rodionova N. Polunina J. The first record of ponto-Caspian cladoceran *evadne anonyx* in the Vistula Lagoon Baltic sea // *Book of abstracts BSSC 2011 St Petersburg, Russa 2011* p 295
4. Pilipart C.j.m. Anadon R. Danavaro R. Dippner j.W. Drinkwester K.F. Hawkins S.j. Oguz T. O'Sullivan G. Reid P.C. Impact of climate change on European marine ecosystems//*journal of experimental Marine Biology and Ecology* 10.1016 2011, С 52-69
5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородникова. - Л.: Гос. НИИ озерного и речного рыбного х-ва,- 1984. - 33 с.
6. Демерецкиене Н.Е., Полунина Ю.Ю., Родионова Н.В. Понто-каспийский вид-вселенец *Evadne anonyx* Sars 1897(Crustacea, Cladocera) в пелагиали Юго-Восточной Балтики // *РЖБИ*, № 2, 2016. С.22
7. Ривьер И. К. О питании и вертикальных суточных перемещения каспийских полифемид// *Тр.ИБиВВАН СССР*. 1968. Вып. 17 (20) (Биологи и трофические связи пресноводных беспозвоночных и рыб). С. 70-75.
8. Литвинчук Л. Ф. *Evadne anonyx* Sars 1897 Новый представитель фауны Балтийского моря // *Биология внутренних вод*. Борок С. 69-76
9. Компьютерный определитель пресноводных беспозвоночных России Боголюбов А. С. Кравченко М. В. Москва «Экосистема» 2018 <http://ecosystema.ru/08nature/w-invert/085o.htm>
10. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Ривьер И. К. Хищные ветвистоусые фауны мира. Ленинград: Наука, 1987. 182 с.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ "ПОПУЛЯЦИЯ ПЛАНКТОННЫХ РАЧКОВ АБОРИГЕННОГО *EVADNE NORDMANI* И ЧУЖЕРОДНОГО *EVADNE ANONYX* В ЦЕНТРАЛЬНОЙ БАЛТИКЕ ЛЕТОМ 2016 ГОДА"

Изучение взаимоотношений аборигенных видов и вселенцев крайне — перспективная и актуальная тема для исследований. Особенно когда эти виды являются планктонными организмами, для которых характерны, как известно, парадоксальные конкурентные взаимоотношения.

В работе Ульяны Бокатой предпринята попытка сравнения популяций как раз двух видов планктонных рачков кладоцер. Работа основана на материалах 2016 года, что позволяет предположить, что автор обрабатывал пробы из экспедиции, но не принимал непосредственного участия в сборе материала и выборе точек для исследования. Это обстоятельство во многом объясняет некоторую фрагментарность полученных результатов. Выискивать интересующие исследователя факты в уже собранном материале всегда сложнее, чем в пробах, собранных с конкретной целью. Тем не менее Ульяне удалось описать половозрастную структуру популяции вида вселенца, дополнив тем самым имеющиеся научные данные по данному виду в Балтийском море.

К сожалению, встреча *Evadne anonyx* в единственной из проанализированных в работе точек не позволяет сделать выводы о общей тенденции расселения этого вида в Балтике. Судя по литературным данным, вид распространен достаточно широко, хоть и не является многочисленным. Учитывая, что для исследованной популяции показана плодовитость в 2,5 раза превышающая плодовитость аборигенного вида, возникает вопрос о правомерности вывода об отсутствии конкуренции между данными видами. Если вид с большим потенциалом размножения спустя 10 лет после своего первого обнаружения в Балтике находится в меньшинстве, резонно было бы предположить, что его расселение чем-то ограничивается. Либо конкурирующим видом, либо абиотическими факторами. В своей работе Ульяна не задала этих вопросов, не предприняла попытки их разрешения.

Между тем, имеющиеся в ее распоряжении материалы могут свидетельствовать о парадоксальном поведении *E. anonyx*. Вид-вселенец выявляется только в точке с низкой общей численностью кладоцер. Причем в точке, с самой низкой соленостью воды (почти в два раза ниже, чем в природном ареале данного вида). В точках, где соленость воды выше, да вдобавок предполагается обилие кормовой базы, вид не встречен. Не является ли это свидетельством избегания конкуренции? Попыткой занять пустующую экологическую нишу? Уверен, что имеющийся материал, хотя бы простое сравнение обилия двух видов, могло бы многое прояснить.

С момента взятия проб прошло свыше четырех лет. Изменилось ли что-то за это время? Вероятнее всего — да. Повторный сбор планктона в открытом море сопряжен с очевидными техническими и организационными сложностями, но в прибрежных водах сбор актуальных проб вполне можно было организовать. Сопоставление этих материалов, пусть и немногочисленных, с литературными позволило бы получить гораздо больше информации о биологии вида-вселенца, чем анализ единичной пробы.

Мне хочется пожелать Ульяне не останавливаться на достигнутом и продолжить работу в данном направлении, самостоятельно ставя перед собой задачи для исследования, планируя его от начала до конца.

С уважением, рецензент Яковлев Алексей Александрович

Дата написания рецензии: 26.02.2021

ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Год: 2021

Авторы работы: Козлова Диана Геннадьевна (15 лет), Лузина Дарья Михайловна (15 лет)

Руководитель: Напреенко Максим Геннадьевич

Организация: КРОУ "Природное наследие"

Город: ЗЕЛЕНОГРАДСК

ВВЕДЕНИЕ

Донные отложения прибрежно-водных и болотных экосистем, как правило, содержат остатки различных микроорганизмов. Это делает их важными объектами палеоэкологических исследований, так как микроорганизмы обычно чутко реагируют на изменения в окружающей среде, и, проследив изменения в видовом составе микроорганизмов, можно судить о природных изменениях на данной территории [1].

Ключевой группой для палеоэкологических работ микроорганизмов являются диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) – одноклеточные растения, имеющие наружный панцирь из кремнезёма, который хорошо сохраняется в донных осадках [2, 3]. По изменению состава комплексов водорослей можно судить об изменениях характеристик водной среды в экосистеме в прошлом [4].

С 2016 г. ученики гимназии «Вектор» изучают водно-болотные экосистемы в окрестностях города Зеленоградска, и даже разработали экотропу, проходящую по этим экосистемам [5]. Одна из работ была посвящена истории развития болота Свиного [6]. Но нам стало интересно, а как развивались прибрежно-водные сообщества Куршского залива, находящиеся поблизости? Мы обратились за помощью к сотрудникам КРОУ «Природное наследие», которые помогли нам отобрать пробы донных отложений в береговой зоне. Эти пробы мы исследовали в нашей работе.

Цель работы: оценить связь условий среды обитания и видового состава диатомовых водорослей в разные периоды развития юго-западного прибрежного участка Куршского залива в прошлом.

Задачи:

1. определить видовую принадлежность и количественное соотношение панцирей диатомовых водорослей в образцах донных отложений на исследуемом участке;
2. оценить изменения состава диатомей по мере смены субстрата;
3. определить характер экологических условий в месте обитания диатомей в определённый период времени.

Гипотеза: видовой состав диатомей на разных горизонтах донных отложений будет меняться и будет зависеть от вида отложений.

Актуальность. Исследование ископаемых комплексов диатомовых водорослей в донных отложениях в данной части Куршского залива ещё не проводилось. Наша

работа позволит внести вклад в изучение истории развития экосистем в корневой части Куршской косы и, в частности, сравнить впоследствии, ход развития прибрежно-водных экосистем залива и прилегающего к ним верхового болота Свиного.

ИЗУЧАЕМАЯ ТЕРРИТОРИЯ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования был выбран прибрежный участок в юго-западной части Куршского залива, расположенный в 100 м к востоку от берега, в 350 м от восточного края болота Свиного. Данная точка находится в 3,5 км к востоку от г. Зеленоградска (рис. 1). Глубина воды в этом месте составляет около 1 метра (рис. 2). Куршский залив – представляет собой мелководную, пресноводную лагуну со средней глубиной – 3,8 м. Он отделён от моря одноимённой косой [7]. Влияние стока рек и слабый водообмен способствуют накоплению и осаждению в донных отложениях большого количества органического материала.

Отбор колонки донных отложений производился в юго-западной части Куршского залива, у корня Куршской косы (рис. 1, 2) осуществлялся с двухкорпусной лодки (катамарана) с помощью геологического бура (диаметром пробоотборника – 75 мм). Была отобрана колонка мощностью 90 см (рис. 3).

Нами для работы были отобраны наиболее отличающиеся по внешнему виду образцы отложений (рис. 4): с глубин 88 см (торфосаппель с прослоями торфа), 59 см (однородный торфосаппель) и 31 см (лагунный тёмно-серый ил).

Химическая обработка проб осуществлялась в лаборатории геологии Атлантики АОИОРАН. Пробы обрабатывали в соответствии со стандартной методикой [8]. Просмотр и определение видов осуществлялись с помощью микроскопа Микромед 3 при увеличении 600x и 1000x, подсчёт водорослей велся до суммы не менее 300 створок в одной пробе (рис. 5). Для определения таксонов использовали определители [9, 10, 11, 12]. Помощь по определению створок диатомей оказывали научный руководитель (Напреенко М.Г.) и научный консультант (Соснина И.А.).



Рис. 3. Вид исследуемой колонки донных отложений (фото: Напреенко М.Г.)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования был установлен таксономический состав остатков диатомовых водорослей в трёх разных по составу образцах донных отложений в прибрежной зоне в юго-западной части Куршского залива (рис. 4).



Рис. 5. Вид панцирей и створок диатомей на микропрепарате (фото: Напреенко М.Г.)

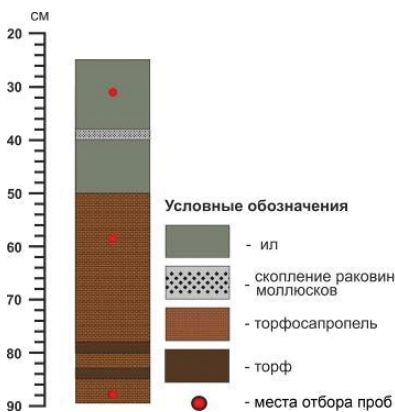


Рис. 4. Места отбора проб для исследования в колонке донных отложений из прибрежной части Куршского залива в юго-западной части

Образец 1, глубина 88 см. Проба торфосапропеля с прослойками сильноразложившегося низинного торфа. Отложения слабо структурированы.

В данной пробе нами определены представители 15 видов из 7 родов (табл. 1). Это является наименьшим показателем разнообразия в сравнении с остальными пробами. Сохранность створок хорошая. Здесь встречены планктонные и эпифитные формы, разнообразие бентосных обитателей невелико, но зато к бентосным относятся доминирующие виды *Staurosira inflata* и *S. subsalina*. Содоминирующими являются колониальные планктонные *Aulacoseira ambigua* и *A. granulata*. Большинство изученных видов безразличны (индифферентны) к солёности воды (*Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *Staurosira inflata*, *S. inflata* var. *istvanffy*, *S. construens*, *S. pinnata*, *Pseudostaurosira brevistriata*), к галофильным относится многочисленная *Staurosira subsalina*. Солоноватоводные (*Cyclotella meneghiniana*) и пресноводные (*Staurosira venter*, *S. tabellaria*, *Staurosirella martyi*) присутствуют в единичных экземплярах.

ТАБЛИЦА 1. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДИАТОМЕЙ В ОБРАЗЦЕ 1

	Таксономический состав диатомей	Численность	% от общего числа
1	<i>Aulacoseira ambigua</i>	49	9,78
2	<i>Aulacoseira granulata</i>	36	7,19
3	<i>Aulacoseira muzzanensis</i>	16	3,19
4	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>	3	0,60
5	<i>Cyclostephanuss dubius</i>	1	0,20
6	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	4	0,80
7	<i>Staurosira construens</i>	1	0,20
8	<i>Staurosira inflata</i>	157	31,34
9	<i>Staurosira inflata</i> var. <i>istvanffy</i>	6	1,20
10	<i>Staurosira tabellaria</i>	13	2,59
11	<i>Staurosira venter</i>	21	4,19
12	<i>Staurosira subsalina</i>	184	36,73
13	<i>Staurosirella ovata</i>	1	0,20
14	<i>Staurosirella martyi</i>	1	0,20
15	<i>Stephanodiscus neostrea</i>	8	1,60

Присутствие разнообразных по отношению к солёности и большого числа бентосных видов указывает на лагунные мелководные условия в данный период развития территории [13], вряд ли возможно было бы достичь такого разнообразия семейства Fragilariaceae при замутнённых или глубинных водах, однако присутствие планктонных форм, возможно, обусловлено периодическими затоками вод с более углублённых участков лагуны [13].

Образец 2, глубина 59 см. Образец торфосапропеля, однородного по структуре. Из диатомей нами обнаружены представители 19 видов из 8 родов. (табл. 2). На данном горизонте, несмотря на большее разнообразие (19 видов), наблюдается общее снижение содержания створок диатомовых водорослей. В составе доминирующих видов по-прежнему преобладают бентосные *Staurosira subsalina* и *S. inflata*, планктонная *Aulacoseira ambigua*, хотя её численность заметно снижается, но *A. granulata* уже не является субдоминантом. Содоминирующими становятся новые виды: *Pseudostaurosira brevistriata*, *Staurosirella martyi*, *Staurosira binodis*, *S. venter*.

Такой видовой состав может свидетельствовать об изменении в гидрологических характеристиках водоёма, вследствие обмеления исследованного участка.

ТАБЛИЦА 2. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДИАТОМЕЙ В ОБРАЗЦЕ 2

	Таксономический состав диатомей	Численность	% от общего числа
1	<i>Aulacoseira ambigua</i>	37	6,99
2	<i>Aulacoseira granulata</i>	6	1,13
3	<i>Aulacoseira islandica</i>	2	0,38
4	<i>Aulacoseira muzzanensis</i>	1	0,19
5	<i>Aulacoseira sp.</i>	3	0,57
6	<i>Cocconeis sp.</i>	3	0,57
7	<i>Cyclotella sp.</i>	3	0,57
8	<i>Gyrosigma spp.</i>	1	0,19
9	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	16	3,02
10	<i>Punctastriata glubokoensis</i>	1	0,19
11	<i>Staurosira aff. viridae</i>	8	1,51
12	<i>Staurosira binodis</i>	18	3,40
13	<i>Staurosira construens</i>	5	0,95
14	<i>Staurosira inflata</i>	229	43,29
15	<i>Staurosira inflata var. istvanffyji</i>	3	0,57
16	<i>Staurosira tabellaria</i>	4	0,76
17	<i>Staurosira venter</i>	10	1,89
18	<i>Staurosira subsalina</i>	164	31,00
19	<i>Staurosirella martyi</i>	15	2,84

Образец 3, глубина 31 см. Образец ила, тёмно-серого цвета, гомогенного.

Из диатомей нами обнаружены представители 23 видов из 16 родов (табл. 3). Наблюдается увеличение видового разнообразия. Отмечено увеличение числа центрических видов диатомовых из рода *Stephanodiscus* – *S. rotula*, *S. hantzschii*, *S. minutulus*, предпочитающих водоёмы с содержанием большого количества биогенных веществ [14, 15]. Доминантным видом данного комплекса является галофильный планктонный *Actinocyclus normanii*, среди субдоминантов снова отмечается присутствие пресноводной *Aulacoseira granulata*. Данные виды обычно характерны для эвтрофных вод, что свидетельствует об увеличении концентрации биогенных веществ (азота и фосфора) в водоёме и возможно, большей эвтрофикации Куршского залива.

ТАБЛИЦА 3. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДИАТОМЕЙ В ОБРАЗЦЕ 3

	Таксономический состав диатомей	Численность	% от общего числа
1	<i>Achnanthes sp.</i>	1	0,18
2	<i>Actinocyclus normanii</i>	115	20,61
3	<i>Amphora libyca</i>	1	0,18
4	<i>Aulacoseira granulata</i>	51	9,14
5	<i>Aulacoseira islandica</i>	1	0,18
6	<i>Cavinula scutelloides</i>	4	0,72
7	<i>Cyclotella sp.</i>	20	3,58
8	<i>Diploneis elliptica</i>	3	0,54
9	<i>Epithemia sp.</i>	1	0,18
10	<i>Gomphonema sp.</i>	1	0,18
11	<i>Gyrosigma attenuatum/acuminatum</i>	4	0,72
12	<i>Hantzschia amphioxys</i>	1	0,18

13	<i>Pinnularia sp.</i>	2	0,36
14	<i>Pinnularia viridis</i>	1	0,18
15	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	5	0,90
16	<i>Staurosira inflata</i>	57	10,22
17	<i>Staurosira inflata var. istoanffyi</i>	4	0,72
18	<i>Staurosira venter</i>	20	3,58
19	<i>Staurosira subsalina</i>	208	37,28
20	<i>Staurosirella pinnata</i>	48	8,60
21	<i>Stephanodiscus rotula</i>	4	0,72
22	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	5	0,90
23	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	1	0,18

В нижних двух пробах преобладают представители перистых диатомей, в верхней пробе значительно увеличивается количество центрических. При это на всех трёх горизонтах широко распространены бентосные виды *Staurosira inflata* и *S. subsalina*, что, по-видимому, говорит о небольшой глубине водоёма, где формировались осадки. Учитывая, что осадками здесь являются торфосапропели, можно предположить, что изначально на этой территории были распространены затопляемые прибрежные участки с болотной растительностью, возможно, тростниковые заводи.

В верхней части колонки преобладают отложения ила, а среди диатомей увеличилось количество видов число евтрофных видов, что, вероятно, говорит смене водно-болотных экосистем экосистемой залива, а также об усилении влияния пресных вод с биогенами, поступающими со стоком реки Неман.

По результатам данного исследования видно также, что преобладают виды, индифферентные к солёности воды, встречаются также пресноводные, солоноватоводные виды. Так как исследованный участок находится в достаточно изолированной от Балтийского моря юго-западной части лагуны, можно сделать предположение, что на протяжении предыдущих периодов времени влияние солёных морских затоков не сказывалось здесь ощутимым образом.

ВЫВОДЫ

1. В трёх пробах донных отложений в юго-западной части Куршского залива с разных глубин найдены представители 37 видов из 19 родов диатомей.
2. В горизонтах торфосапропелей в нижней части колонки преобладают представители перистых диатомей, в верхней пробе значительно увеличивается количество центрических.
3. Комплекс диатомей в нижней части колонки отражает условия водно-болотного местообитания с небольшой глубиной. Состав видов в верхней пробе соответствует условиям лагуны с евтрофными условиями.
4. В изученных отложениях преобладают индифферентные к солёности воды виды диатомей, следовательно, влияние солёных морских затоков в прошлом не сказывалось в данной части Куршского залива ощутимым образом.

Таким образом, гипотеза исследования подтвердилась: видовой состав диатомей на разных глубинах в донных осадках менялся.

Мы планируем продолжить наши исследования с целью получить более полную информацию о составе комплексов диатомей Куршского залива в разные эпохи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Инишева Л.И. Таинственное болото. – Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2016. – 108 с.
2. Жизнь растений. Т. 3. Водоросли. Лишайники / Под ред. проф. М. М. Голлербаха. М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
3. Диатомовые водоросли [Электрон. ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.grandars.ru/shkola/estestvoznaniye/diatomovyye-vodorosli.html>
4. Куликовский М. Диатомовые водоросли [Электрон. ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/88714>
5. Так начинается Куршская коса (проектная работа учащихся) / Лукашев Н.А., Карелина В.И., Напреенко М.Г. и др. – Гимназия «Вектор», КРОУ «Природное наследие», Зеленоградск, 2015.
6. Лукашев Н.А. Развитие участка болота Свиного в корне Куршской косы по данным исследования торфяных отложений (проектная работа учащихся). – Гимназия «Вектор», КРОУ «Природное наследие», Зеленоградск, 2017.
7. Гудялис В.К. Геологические и физико-географические условия залива Куршю Марес и территории, окаймляющей залив Куршю Марес. – Вильнюс: Изд-во АН ЛитССР. 1959. – С. 7-41.
8. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли - индикаторы природных условий водоемов в голоцене. – Л. 1985. – 244 с.
9. Забелина М.М., Киселёв И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Сов. наука, 1951. – 619 с.
10. Макарова И.В., Стрельникова Н.И., Козыренко Т.Ф., Николаев В.А., Потапова М.Г., Гладенков А.Ю., Жаковщинкова Т.К., Казарина Г.Х. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные. Т. 2, вып. 3 / Под ред. И.В. Макаровой – СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. – 112 с., 87 табл.
11. Krammer K., Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae (Teil 1-4). Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D. (eds). VEB Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena, Germany. 1986-1991.
12. Global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information «AlgaeBase» [Электрон. ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.algaebase.org/>
13. Vaikutiene G., Skipitytė R., Mažeika J., Martma T., Garbaras A., Bariseviciute R., Remeikis V. Environmental changes induced by human activities in the Northern Curonian Lagoon (Eastern Baltic): diatoms and stable isotope data // Estonian Journal of Earth Sciences. – 2017. – № 66. – P. 93-108.
14. Van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Journal of Aquatic Ecology. – 1994. – 28. – P. 117- 133
15. Aleksandrov, S.V., Dmitrieva, O.A. Primary production and phytoplankton characteristics as eutrophication criteria of Kursiu Marios Lagoon, the Baltic Sea // Water Resources. – 2006. P. 97 -133

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ "ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КУРШСКОГО ЗАЛИВА"

Присланная на Конкурс исследовательская работа посвящена изучению прибрежно-водных сообществ Куршского залива (г. Зеленоградск).

Авторами описана проблема, выдвинута гипотеза, поставлена цель и задачи работы. В процессе работы ими проводилось исследование ископаемых комплексов диатомовых водорослей в донных отложениях юго-западной части Куршского залива.

Тема работы выбрана очень интересная. В последнее время мало кто из ребят занимается изучением фитопланктонных сообществ, и уж совсем единично на Конкурс поступают работы по изучению диатомовых водорослей, на мой взгляд, самого интересного и необычного отдела сообщества фитопланктона. В процессе подготовки исследовательской работы авторами был проработан большой объем литературных источников, ссылки на литературу в работе имеются. Очень жаль, что они не описали подробно методику отбора проб донных отложений, довольно кратко описана в данном разделе и стандартная методика микрофотографирования.

Авторами определялись диатомеи в трех образцах с разных глубин. Очень похвально, что авторы научились определять довольно сложный объект — диатомовые водоросли. Причем большинство из которых были определены до вида.

В результатах работы представлен довольно подробный анализ определенного материала. Перечень определенных таксонов по каждому образцу представлен в виде таблиц. Здесь, возможно, для сравнения проб с разных глубин стоило составить общую таблицу. Тогда в результатах было бы легче ориентироваться.

Выводы работы соответствуют поставленным задачам. В будущем также интересно было бы посмотреть, какие диатомеи встречались на глубинах в других точках залива, сравнить полученные результаты. Надеюсь, что авторы, еще очень юные, не остановятся на достигнутом и работа будет продолжена.

Желаю успехов!

С уважением, рецензент Фролова Галина Ивановна
Учёная степень: кандидат биологических наук
Дата написания рецензии: 02.03.2021

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКА РЕЧНОЙ ДРЕЙССЕНЫ (*DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS, 1771) В ВОДОЁМАХ БАСЕЙНА РЕКИ УШАЧА

Год: 2023

Авторы работы: Борисёнок Ксения Артёмовна (14 лет), Юркевич Полина Юрьевна (15 лет)

Руководитель: Житкая Ольга Анатольевна

Город: Ушачи, Витебская область, Республика Беларусь

В последние десятилетия обострился вопрос инвазии (вселения) чужеродных видов в флору и фауну Беларуси. Основная причина этих вселений – вмешательства человека. Проблема инвазии чужеродных видов в глобальном масштабе является второй по значимости (после антропогенного загрязнения окружающей среды) причиной вымирания аборигенных видов и снижения биоразнообразия. Дрейссена не так давно попала в водоёмы Беларуси, но уже широко распространилась в озёрах и реках страны. Так как дрейссена является фильтратором, она играет значительную роль в круговороте органических веществ в водоеме [2]. Вместе с тем, её вселение приводит к гибели многих пресноводных моллюсков (из-за межвидовой конкуренции) и, следовательно снижению уровня биоразнообразия. В свою очередь уменьшение биоразнообразия дестабилизирует экосистемы и делает их менее устойчивыми к стихийным бедствиям, таким как наводнения, засухи, а также к изменениям климата и загрязнениям [3].

При изучении моллюсков в водоёмах Ушачского района нами был обнаружен факт наличия в них дрейссены наряду с беззубками, перловицами, катушками, прудовиками и другими представителями. Однако дрейссены были обнаружены не во всех водоёмах. В Ушачском районе насчитывается 178 озёр общей площадью около 77 км² [7].

Большинство озёр используется человеком для рыбной ловли как с берега, так и на лодках, по берегам озёр обустроены рекреационные зоны. На берегу озера Должина расположен санаторий «Лесные озёра», места туристических стоянок вдоль побережья, куда приезжают рыбаки на резиновых лодках и рыболовным снаряжением.

При изучении расселения дрейссены мы выдвинули следующую гипотезу: антропогенный фактор играет наиболее весомую роль в распространении инвазивного вида *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) в водоёмах бассейна реки Ушача.

Цель работы: оценить состояние популяции речной дрейссены (*Dreissena polymorpha*) в водоёмах бассейна реки Ушача, определить причины инвазии.

Задачи:

1. Определить наличие дрейссены в бассейне реки Ушача
2. Оценить состояние популяции дрейссены в бассейне реки Ушача
3. Изучить факторы, влияющие на распространения дрейссены
4. Выяснить, что влияет на численность дрейссены в конкретных водоёмах.

В литературных источниках указано, что родиной речной дрейссены (*Dreissena polymorpha*) являются Каспийское и Аральское моря. Сегодня этот моллюск встречается во многих регионах Европы и Северной Америки.

Впервые в Беларуси моллюск появился приблизительно в начале 19 века после открытия судоходных каналов (Днепровско-Бугский, Днепровско-Неманский и Днепровско-Западно-Двинский), связавших бассейны Балтийского и Черного морей [1]. Река Ушача принадлежит к бассейну Балтийского моря.

Сбоку раковина имеет трапециевидные, ромбические, каплевидные и овальные контуры, спереди – треугольные. Спинные края створок сходятся под острым углом. Высота раковины 10-25 мм, длина 20-50 мм. На морфологию раковины могут влиять такие факторы, как: течение, солёность и наследование.

Питаются дрейссены отфильтрованным планктоном и детритом [1].

Метание икры длится с апреля до осени. В последующем из неё развиваются свободно плавающие личинки – велигеры. Во взрослом состоянии моллюски ведут прикрепленный образ жизни. Продолжительность жизни от 3 до 8 лет [1].

Для заселения водоёма дрейссеной нужны особые условия. Моллюск предпочитает слабо-текучие воды, поэтому в реках его появление маловероятно. Прикрепляться дрейссены могут ко многим субстратам: камням, водной растительности, древесине раковинам других моллюсков, образовывать друзы в песке, но не будут жить в водоёмах с илистым дном. Также для их существования важно наличие в воде кальция, необходимого для построения раковины и щелочная или нейтральная среда [1]. Основными путями расселения дрейссены являются речные суда, орудия промыслового рыболовства, а также течение [1].

При отборе проб нами использовалось следующее оборудование: рамка площадью 1 м², весы, блокнот для фиксации наблюдений, фотокамера. Навигация осуществлялась при помощи Яндекс карт.

В каждой исследуемой точке бросали рамку, после чего в её пределах изымали моллюсков [4]. Количество выбранных точек для исследований на водоёмах было от 1 до 6. В каждой точке проводился подсчет всех видов моллюсков. В тех точках, на которых были найдены особи дрейссены, дополнительно проводилось взвешивание дрейссены и других двустворчатых моллюсков для того, чтобы вычислить биомассу и процентное соотношение биомассы и численности аборигенных и инвазивных особей в водоёмах (Таблица 1).

По результатам проведенных исследований была создана яндекс-карта с нанесением GPS-координат мест исследований водоёмов. Красным цветом обозначены точки, где дрейссены не обнаружены, зелёным цветом указаны места обнаружения этих моллюсков. Также на карте есть подробное описание каждой исследуемой точки.



нанесением GPS-координат мест исследований водоёмов. Красным цветом обозначены точки, где дрейссены не обнаружены, зелёным цветом указаны места обнаружения этих моллюсков. Также на карте есть подробное описание каждой исследуемой точки.

<https://yandex.ru/maps/?um=constructor%3A4f549607cf468e9a7871db57c3c1d9e1419549f43d97053f5e29a97eea194679&source=constructorLink>

При сборе материала для исследований проводилось наблюдение за погодными условиями (Приложение, Таблица 2).

В ходе исследования также было проведено определение кислотности и гидрокарбонатной жёсткости воды из озёр. Данный анализ проводился в НИЛ лаборатории гидроэкологии БГУ. Отмеряли колбой 100 мл исследуемой воды (*Va*) в коническую колбу на 250 мл, прибавляли 4 капли 0.1% раствора мети-

ТАБЛИЦА 1

	Количество точек	Плотность, экз/м ²	Биомасса, г/м ²	Процентное соотношение численности дрейссены и аборигенных видов	Процентное соотношение биомассы дрейссены и аборигенных видов
Озеро Борковщина	3	0,66	2,33	4% дрейссена, 96% другие двустворчатые моллюски	0,63% дрейссена, 99,47 % другие двустворчатые моллюски
Озеро Должино	5	82,6	87,6	89,78% дрейссена, 10,22% другие двустворчатые моллюски	40% дрейссена, 60% другие двустворчатые моллюски
Озеро Вечелье	3	11,66	20,33	44,86% дрейссена, 55,13% другие двустворчатые моллюски	8,52% дрейссена, 91,48 % другие двустворчатые моллюски
Озеро Волчо	2	0	0	100% другие двустворчатые моллюски	100% другие двустворчатые моллюски
Озеро Ореховно	2	0	0	100% другие двустворчатые моллюски	100% другие двустворчатые моллюски
Озеро Мено	1	0	0	100% другие двустворчатые моллюски	100% другие двустворчатые моллюски
Река Ушача	6	0	0	100% другие двустворчатые моллюски	100% другие двустворчатые моллюски
Река Крошенка	1	0	0	100% другие двустворчатые моллюски	100% другие двустворчатые моллюски

лового оранжевого и титровали воду на белом фоне по каплям 0.1 н раствором соляной кислоты при постоянном перемешивании до перехода окраски жидкости из желтой в слабо-розовую (золотисто оранжевую), объем (V1). Рассчитывали содержание HCO₃-по формуле:

$$\zeta_{HCO_3} = \frac{V_1 \cdot 61 \cdot 1000}{V_a}$$

pH определялась при помощи стационарного pH метра (Таблица 3).

ТАБЛИЦА 3

№	Озеро	pH	Гидрокарбонатная жёсткость (мг\л HCO_3^-)
1	Барковщина	7,90	19,215
2	Должино	7,86	19,207
3	Вечелье	7,78	21,350
4	Волчо	8,40	22,265
5	Ореховно	8,10	21,045
6	река Ушача	7,60	19,425
7	река Крошенка	7,95	19,475
8	Мено	8,70	19,520

Результаты анализа показали, что во всех исследуемых озёрах вода нейтральная или слабощелочная по pH (что является благоприятным фактором для жизни дрейссен), а по жесткости достато жесткая (для наших водоёмов характерен высокий уровень гидрокарбонатной жесткости).

В результате проведенного исследования мы определили, что наибольшие численность и биомасса дрейссены наблюдается в озере Должина (82,6 экз/м² и 87,6 г/м² соответственно). Плотность дрейссены на 1 м² в этом озере превышает плотность других двустворчатых моллюсков на 79, 56 %, но биомасса дрейссены на 20% меньше, чем биомасса других двустворчатых моллюсков, что не удивительно, поскольку индивидуальная масса особей дрейссены намного меньше по сравнению с аборигенными видами.

На втором месте по исследуемым показателям находится озеро Вечелье (численность – 11,66 экз/м², биомасса-20,33 г/м²). Доля численности дрейссены от общего числа двустворчатых моллюсков на обследованных станциях в данном озере намного меньше, чем в Должино, и составляет 44,86%, тогда как 55,13% численности составляют другие двустворчатые моллюски, но биомасса значительно преобладает у аборигенных видов (8,52% дрейссена, 91,48 % другие двустворчатые моллюски).

На третьем месте озеро Борковщина (плотность -0,66 экз/м², биомасса-2,33г/м²). Численность аборигенных видов на 92 % больше, чем дрейссен, биомасса больше на 98,84 %.

В остальных водоемах дрейссена не обнаружена. Возможно, это связано с недостаточно благоприятными условиями или слабым антропогенным воздействием. Также это может быть обусловлено не подходящим грунтом (илистое или песчано-илистое дно), в этом случае дрейссене не к чему прикрепиться.

В исследованных реках дрейссена не встречается из-за быстрого течения (Таблица 1)

Изучив все выбранные точки можно отметить, что дрейссена обнаружена в тех водоемах, в которых наиболее развито рыболовство, рекреационная деятельность и т.д.

Как отмечалось ранее, на озере Должино зафиксирована наибольшая численность дрейссены, это можно объяснить тем, что озеро входит в состав курортной зоны «Ушачи», там организовано платное любительское рыболовство, на берегу находится санаторий «Лесные озёра». Озеро Вечелье является популярным местом отдыха: на берегах озера есть специально оборудованные пляжи, развито рыболовство.

Озеро Борковщина также является местом ловли рыбы. На всех трех озерах часто можно увидеть рыбаков на своих лодках, на которых также могут переноситься особи дрейссены благодаря своей способности прикрепляться ко многим субстратам.

Остальные озёра не являются объектами, подверженными нагрузке со стороны стабильного потока отдыхающих. Возможно, это связано с площадью данных водоемов, разнообразием рыб, либо со степенью их загрязненности.

По результатам определения кислотности и гидрокарбонатной жесткости можно отметить, что химический состав воды во всех водоёмах соответствует нормам проживания дрейссен.

Таким образом, учитывая то, что в изученных водоемах дрейссена распространена неравномерно, можно предположить, что расселение моллюска естественным путем практически не имеет места. На основе этих фактов можно заявить, что в распространении речной дрейссены (*Dreissena polymorpha*) в бассейне реки Ушача ведущую роль играет антропогенное вмешательство. А озеро Волчо является биологическим барьером из-за неспособности дрейссен прикрепляться к илистому дну.

ВЫВОДЫ

Популяции моллюска речной дрейссены (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)) были обнаружены в водоёмах, которые испытывают антропогенную нагрузку и имеют экологические условия, соответствующие для проживания этих моллюсков.

Наибольшая численность популяции дрейссены была обнаружена в озере Должина, так как это озеро испытывает максимальное антропогенное воздействие.

Наиболее благоприятными факторами, влияющими на расселение моллюсков являются песчаное дно, слабое течение, гидрокарбонатная жесткость, кислотность, а также антропогенный фактор.

Таким образом, гипотеза, выдвинутая в начале работы, полностью подтвердилась, так как антропогенный фактор играет наиболее весомую роль в распространении инвазивного вида *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), а также на их расселение оказывают влияние экологические факторы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дрейссена речная – *Dreissena polymorpha*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://surl.li/dkbytm> в Ушачах. – Дата доступа: 18.07.2022.
2. Жукова Т. В. “Роль дрейссены (*Dreissena Polymorpha* Pallas) в функционировании Нарочанских озёр”. – ДРЕЙССЕНИДЫ: ЭВОЛЮЦИЯ, СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ : лекции и материалы докладов II-ой Международной школы-конференции / Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина (11-15 ноября 2013 г.); кол. авторов ; ред. кол.: А. В. Крылов, Е. Г. Пряничникова. – Ярославль : Канцлер, 2013 – 129 с.
3. Инвазивные и чужеродные виды на территории Беларуси. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://surl.li/dkbtff> в Ушачах. – Дата доступа: 18.07.2022.
4. Каратаеў А. Ю., Л. Я. Бурлакова “Сучасны стан перспектывы развіцця дрэйсены (*Dreissena Polymorpha* Pallas) у Нарачанскіх азёрах”
5. Категория: Озёра Ушачского района. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://surl.li/dkckq> – Дата доступа: 15.08.2022.
6. Состояние популяции моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) в водохранилищах городах Минска. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://surl.li/dkbit> в Ушачах. – Дата доступа: 18.07.2022.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ "ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКА РЕЧНОЙ ДРЕЙССЕНЫ (DREISSENA POLYMORPHA (PALLAS, 1771) В ВОДОЁМАХ БАСЕЙНА РЕКИ УШАЧА"

Работа Ксении Борисёнок и Полины Юркевич затрагивает интереснейшую проблему изменения ареалов и инвазий животных. История распространения Дрейссены в европейских реках один из показательных примеров этих биологических явлений. Изучение этого вида двустворчатых моллюсков особенно важно, так как Дрейссена является одним из активных видов обрастателей и способна оказывать существенное воздействие на работу водозаборов и речное судоходство. Выявление актуальных точек обитания данного вида, проведенное авторами, вполне могло стать первым шагом к пониманию общих закономерностей расселения.

К сожалению, авторы уделили больше внимания непосредственному картированию водоемов, заселенных Дрейссеной и проверке второстепенной гипотезы о влиянии биотопических факторов. Приуроченность Дрейссены к водоемам с каменистым и песчаным грунтом хорошо известна, химический состав, жесткость воды в пределах одного бассейна равнинных рек тоже не подвержены большим колебаниям. То, с какой тщательностью авторы проверяли влияние этих факторов на Дрейссену, резко контрастирует с общим подходом к оценке антропогенного воздействия на водоем. Как наличие базы отдыха способствует распространению моллюсков? Если способствует вообще... Затрагивая тему расселения вида, выбирая методики для исследования, важно представлять, как именно происходит расселение молоди. Ведь рыбацкие лодки, которые часто вытаскиваются на берег и не заселяются, в отличие от крупных судов, колониями моллюсков, явно не являются основной причиной расселения или активного размножения Дрейссен. Значит, мы имеем дело с какими-то дополнительными факторами, которые в работе пока не проанализированы.

Авторам стоило уделить больше внимания анализу общего состояния экосистем обследуемых водоемов. Кроме того, работа оставляет еще ряд вопросов. Как давно сформировалась популяция в озерах Должино и Величье? Насколько широко распространена Дрейссена в окрестных водоемах? Для оценки происходящего важно понимать, насколько широко в настоящее время распространен данный вид на территории Республики Беларусь. Имеем ли мы дело с инвазией Дрейссены в конкретные водоемы, или с фактом многолетнего расширения ареала данного вида с сопутствующим заселением подходящих водоемов? Помочь ответить на эти вопросы могут или многолетние собственные наблюдения, или глубокий анализ литературных источников.

Мне хочется пожелать Ксении и Полине не останавливаться на достигнутом и продолжать работу в данном направлении до полного выявления закономерностей. Начало хорошее!

С уважением, рецензент Яковлев Алексей Александрович

Дата написания рецензии: 23.02.2023

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ИСТОЧНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА ТАНХОЙ

Год: 2024

Автор работы: Постернак Алёна Станиславовна (16 лет)

Руководитель: Усова Надежда Терентьевна

Организация: Лицей при Томском Политехническом Университете

Город: ТОМСК

ВВЕДЕНИЕ

Озеро Байкал – самый глубокий чистый пресный водоем в мире с уникальной флорой и фауной. Озеро включено в список всемирного наследия ЮНЕСКО в 1996 году. В 2017 году под руководством М. Ю. Колобова проводилась большая экспедиция на Байкал с целью гидроэкомониторинга поверхностных вод озера, по результатам которой было выявлено в воде превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) некоторых тяжелых металлов [1]. В процессе экспедиции изучалось восточное побережье озера от поселка Танхой до поселка Усть-Баргузин. В Байкале было обнаружено повышенное содержание меди, цинка и свинца. В частности было установлено, что в воде озера на территории п. Танхой наблюдается превышение ПДК по цинку (рис. 1). Авторы проведенного исследования считают, что рост концентраций цинка и меди может быть связан с разработкой месторождений полиметаллических руд в водосборном бассейне Селенги, который находится на территории двух государств – России и Монголии.

В августе 2023 года автору данной работы довелось принять участие в XIV Байкальской международной школе, проходившей в республике Бурятия, п. Танхой. В рамках работы секции «Гидроэкомониторинг» были отобраны пробы воды из разных источников на территории поселка, а также проба водорослей с целью дальнейшего исследования их на содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd) методом инверсионной вольтамперометрии.

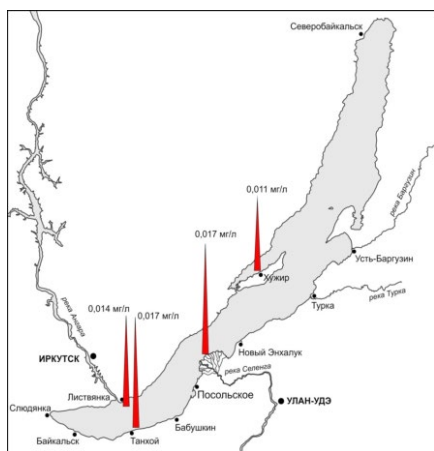


Рис. 1. Места повышенных концентраций цинка в воде о. Байкал в 2017 г. [1]

ВЛИЯНИЕ ТМ НА ФЛОРУ И ФАУНУ ВОДОЕМОВ

Тяжелые металлы (ТМ) – металлы, имеющие относительную атомную массу более 40. В окружающую среду они попадают не только из отходов промышленных предприятий, но и в результате выброса выхлопных

газов транспортных средств и вноса удобрений в почву. Многие из них обладают канцерогенными свойствами, т.е. соединения этих металлов в живом организме могут вызывать онкологические заболевания.

ТМ обладают биологической активностью, но, в отличие от органических соединений, практически не подвергаются трансформации в организмах гидробионтов. Особую опасность представляют Hg, Cd, Pb, Cu и Zn. При этом медь и цинк в определенных концентрациях являются необходимыми элементами для всех живых организмов, а в избыточном содержании они выступают в роли токсикантов.

Ионы кадмия, свинца и цинка аккумулируются внутри клеток. Цинк и медь проникают через клеточные мембраны беспозвоночных путем активного транспорта с помощью переносчиков. Кадмий попадает путем диффузии и через кальциевые каналы. ТМ поступают в организмы гидробионтов как с пищей, так и непосредственно через воду. Лучше всего в организмах гидробионтов аккумулируются железо, цинк, медь и свинец, кадмий же почти не накапливается [2].

Актуальность исследования состоит в том, что в настоящее время отсутствует мониторинг содержания ТМ в воде озера Байкал. Также не установлены причины превышения ПДК на обнаруженные в воде озера тяжелые металлы.

Цель работы: определение количественного содержания цинка, меди, свинца, кадмия и железа в водных источниках и в водорослях оз. Байкал на территории поселка Танхой.

Задачи:

1. Определить места отбора проб воды и водорослей на территории п. Танхой.
2. Провести анализ проб методом инверсионной вольтамперометрии на наличие цинка, свинца, кадмия и меди.
3. Фотометрическим методом анализа определить в пробах воды количественное содержание общего железа.

Объект исследования: водоросли, воды Байкала и устьев рек, впадающих в него, вблизи поселка Танхой

Предмет исследования: количественное содержание цинка, меди, свинца, кадмия и железа

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Посёлок Танхой расположен на южном берегу озера Байкал, напротив истока Ангары на федеральной автомагистрали Р258 «Байкал» Иркутск – Улан-Удэ – Чита и Транссибирской железнодорожной магистрали. На западной окраине Танхоя протекает река Осиновка. В восточной части посёлка в Байкал впадает река Безголовка. Посёлок располагается на небольшой возвышенности относительно озера, что приводит к стеканию в Байкал ливневых стоков. Нами было отобрано 4 пробы воды (рис. 2). Пробы собирались из поверхностного слоя воды в

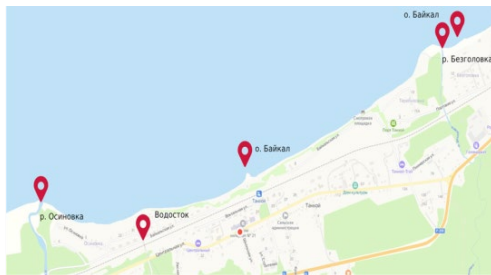


Рис. 2. Места отбора проб в п. Танхой

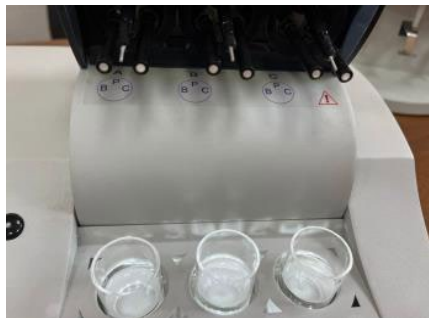
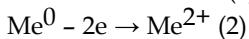
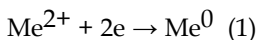


Рис.3. Анализатор TA-Lab с тремя электрохимическими ячейками (НПП «Томьаналит», г. Томск)

герметичные пластиковые емкости объемом 1 литр. Первая проба была взята из Байкала у побережья Белого Пирса – общественного пляжа п. Танхой, располагающегося непосредственно возле железнодорожных путей, вторая – из ливневого водостока, впадающего в Байкал у Белого Пирса. Еще две точки отбора проб выбраны в местах впадения в Байкал рек Осиновка и Безголовка, берущих свое начало в горной системе Хамар-Дабан. Река Осиновка считается местными жителями чистой, пригодной для питья. Над обеими реками проходит 2 железнодорожных моста и автомобильный мост федеральной трассы всего в 500 метрах от устья. Следовательно, причинами загрязнения рек и Байкала тяжелыми металлами могут являться ливневые стоки. Водоросли были собраны с камней на побережье Белого Пирса после шторма (рис. 7). Пробы воды были законсервированы добавлением серной кислоты до pH = 4, а водоросли – высушены. Свинец, цинк, кадмий и медь в пробах определяли методом инверсионной вольтамперометрии. В работе использовался вольтамперометрический анализатор TA-Lab с тремя электрохимическими ячейками (НПП «Томьаналит», г. Томск) (рис. 3). Содержание общего железа определялось по стандартной методике фотометрическим методом с использованием сульфосалициловой кислоты (ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа [3]).

Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА)

Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА) относится к электрохимическим методам анализа. В их основе лежит процесс электролиза – химической реакции, протекающей под действием электрического тока на электродах, помещённых в анализируемый раствор. Суть метода состоит в предварительном электронакоплении определяемых элементов в течение заданного времени на рабочем ртутно-плёночном электроде (реакция 1) и последующей регистрации процесса растворения накопленных на электроде элементов (реакция 2):



Электрохимические методы позволяют проводить определение элементов, присутствующих в растворе на уровне мкг/л и ниже. Аналитическим сигналом может служить любой электрический параметр, зависящий от концентрации анализируемого раствора и поддающийся измерению. Измеряемым параметром в методе ИВА является ток. При этом ток измеряют в зависимости от напряжения (потенциала), приложенного к электродам электрохимической ячейки. Для проведения анализа методом ИВА в электрохимическую ячейку наливается раствор, содержащий определяемое вещество или несколько определяемых веществ. Для уменьшения сопротивления раствора в него добавляется индифферентный электролит, называемый фоновым электролитом. Опускаются в раствор электроды – рабочий электрод, электроды вспомогательные и сравнения – и проводится

регистрация аналитического сигнала.

В качестве сравнительного и вспомогательного электрода использовался хлор-серебряный электрод. В качестве рабочего электрода использовался амальгамный ртутно-пленочный электрод.

Перед анализом каждой пробы проводилась отмывка стаканчиков и электродов согласно руководству программного обеспечения.

Также подготавливались растворы аттестованных смесей исследуемых металлов. Готовые стандартные образцы четырех металлов разбавлялись для получения растворов концентрациями 1, 10, 100 и 1000 мг/л.

Первым этапом проводилось снятие фона: кварцевые стаканчики промывались бидистиллированной водой, озонировались. В них помещалось 10 мл бидистиллированной воды, двукратно проводилась отмывка в вольтамперметре в течение 10 секунд. Далее к новым порциям бидистиллированной воды приливалось 0,2 мл концентрированной муравьиной кислоты и снималась фоновая кривая. На графике отмечается зеленым цветом (рис.4) Количество воспроизводимых вольтамперограмм должно быть не менее двух. Стаканчики, фоновым раствором и электроды считаются чистыми, если на вольтамперограммах отсутствуют пики тяжелых металлов.

Затем содержимое стаканчиков выливалось, наливалась анализируемая проба объемом 10 мл. и проводилась проверка пробы. На графике отмечается синим цветом (рис. 4). После этого в пробы вносились добавки аттестованных растворов ТМ и проводилась проверка добавок. На графике отмечается розовым цветом (рис.4). Компьютерная программа строила графические зависимости силы тока от потенциала и высчитывала количественное содержание металлов в пробе (рис. 5)

Для определения содержания ТМ в высушенных водорослях предварительно проводилась их пробоподготовка с использованием программируемой печи (ПДП) с использованием двух программ: для камеры выпаривания (высушивание пробы и мокрая минерализация) и камеры озоления. Для исследования бралась точная навеска высушенных водорослей массой 1г. Полученная зола светлорыжевато-коричневого цвета растворялась в муравьиной кислоте, разбавлялась бидистиллированной водой и анализировалась по описанной выше методике.

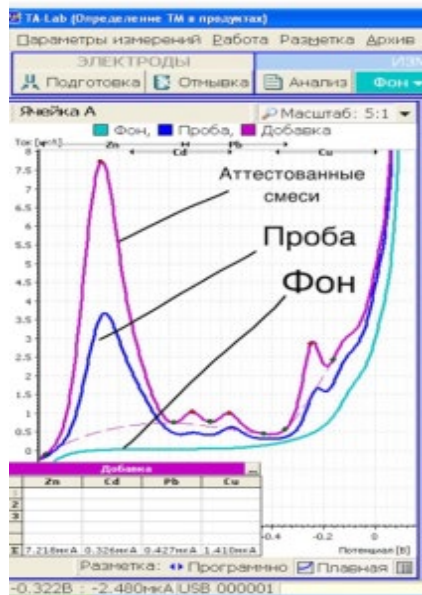


Рис. 4. Вольтамперограммы фона, пробы и добавок аттестованных смесей.

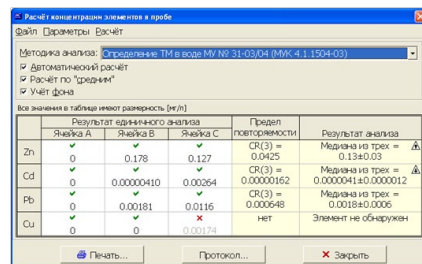


Рис. 5. Программный расчет количественного содержания металлов в пробе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения ТМ в исследуемых пробах представлены в таблице 1. Из полученных результатов видно, что значительное превышение ПДК на цинк в воде (в 13 раз) наблюдается в устье реки Осиновка. Превышение ПДК на медь наблюдается в воде о. Байкал (район Белого пирса) – превышение в 7 раз и в водостоке около Белого пирса в 9,5 раз. Также обнаружено высокое содержание железа в водостоке (превышение ПДК в 16 раз).

Полученные данные указывают на локальное загрязнение тяжелыми металлами исследуемых участков. Превышение ПДК по Zn согласуется с литературными данными [1]. Можно предположить, что данное загрязнение имеет антропогенный характер, связанный с непосредственной близостью железнодорожных путей (около 50 метров) и проходящих над реками автомагистралей (около 500 метров).

О том, что происходит локальное загрязнение цинком данной территории, свидетельствуют результаты анализа водорослей на содержание в них ТМ. Cd, Cu и Pb обнаружены не были, а содержание Zn составило 4 мг/кг.

Таблица 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТМ В ПРОБАХ ВОДЫ

Определяемый металл	ПДК для рыбохозяйственных водоемов	Белый пирс	Устье реки Осиновки	Устье реки Безголовки	Ливневый водосток Белого пирса
Zn, мг/л	0,01	0.0013±0.0004	0.13±0.03	0.0023±0.0008	0.0055±0.0014
Cd, мг/л	0,005	0.00064±0.0002	н/о	н/о	0.00029±0.00007
Pb, мг/л	0,006	0.00094±0.00031	0.0018±0.0006	0.0021±0.0007	0.0080±0.003
Cu, мг/л	0,001	0.0072±0.0030.	н/о	н/о	0,0095±0.0038
Fe, мг/л	0,1	0,01	0,02	0,01	1,62

Выводы

В воде о. Байкал на территории Белого пирса превышение ПДК наблюдается только по меди (в 7 раз), что, скорее всего, связано с ливневым водостоком, в котором также наблюдается превышение этого металла в 9 раз. С учетом того, что водосток располагается в 5 метрах от озера, то именно он вызывает загрязнение воды озера.

Этот же водосток загрязняет озеро железом, которое за счет окисления на воздухе переходит в нерастворимую гидроокись железа. Поэтому превышение этого металла в воде озера не обнаружено.

В пробе воды, взятой в устье реки Осиновка, обнаружено превышение ПДК цинка в 13 раз.

О локальном загрязнении данной территории цинком свидетельствуют результатами анализа водорослей, в которых содержание Zn составило 4 мг/кг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.Ю. Колобов. Результаты гидрохимического анализа поверхностных вод озера Байкал в июне и июле 2017 года (центральный бассейн) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://baikalinter.org/page2222525.html> (дата обращения 02.08.23)
2. Кожахметова А.Н., Бигалиев А.Б., Шаметов А.К. Биоиндикационное исследование аккумуляции нефтепроизводных, тяжелых металлов в организме гидробионтов казахстанской зоны Каспия. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://s.fundamental-research.ru/pdf/2015/2-1/36617.pdf>
3. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008210>

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ "ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ИСТОЧНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА ТАНХОЙ"

Присланная на Конкурс работа посвящена важной проблеме – исследованию содержания тяжелых металлов в водных источниках на территории поселка Танхой. Автором – участником XIV Байкальской международной школы, – был изучен участок озера Байкал на предмет загрязнения воды тяжелыми металлами-свинцом, цинком, кадмием и медью.

Во введении автор пишет об актуальности работы, ставит цель и задачи работы, описывает объект и предмет исследования. В разделе «Материалы и методы исследования» описывает методику отбора проб воды и водорослей, кратко описывает точки отбора проб. Довольно подробно дано им описание метода инверсионной вольтамперометрии. Очень похвально, что в процессе выполнения работы Алена освоила довольно сложный метод определения количественного содержания четырех металлов в пробах воды. Довольно сложным был и метод определения тяжелых металлов в собранных водорослях, который также был освоен автором. В разделе нет информации о фотометрическом методе анализа, с помощью которого определялось в пробах воды количественное содержание общего железа.

Результаты автор дает довольно кратко, ссылаясь на таблицы и графики. Выводы, сделанные по результатам работы, полностью соответствуют поставленным задачам.

Есть небольшое замечание по карте-схеме. В работе описано 4 пробы, взятые с четырех точек отбора, а на карте-схеме отмечено 5 точек.

Из работы очевидно, что автор однократно проводил отбор и анализировал результаты, а хотелось бы проследить динамику изменений в разные сезоны года. И, конечно, в названии работы хотелось бы видеть упоминание про озеро Байкал.

Сделанные небольшие замечания не снижают положительной оценки представленной работы, в большей степени они призваны помочь при подготовке, проведении и описании дальнейших исследований. Желаю успехов!

С уважением, рецензент Фролова Галина Ивановна
Учёная степень: кандидат биологических наук
Дата написания рецензии: 19.02.2024

Библиотека журнала «Исследователь/Researcher»

Серия
«Антология работ учащихся
Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ
им. В.И. Вернадского»

Науки о водоемах

Сборник работ

Под общей редакцией А.В. Леонтовича и А.С. Обухова
Составитель Г.И. Фролова
Верстка – И.А. Хотылева

Подписано в печать 25.12.2024.