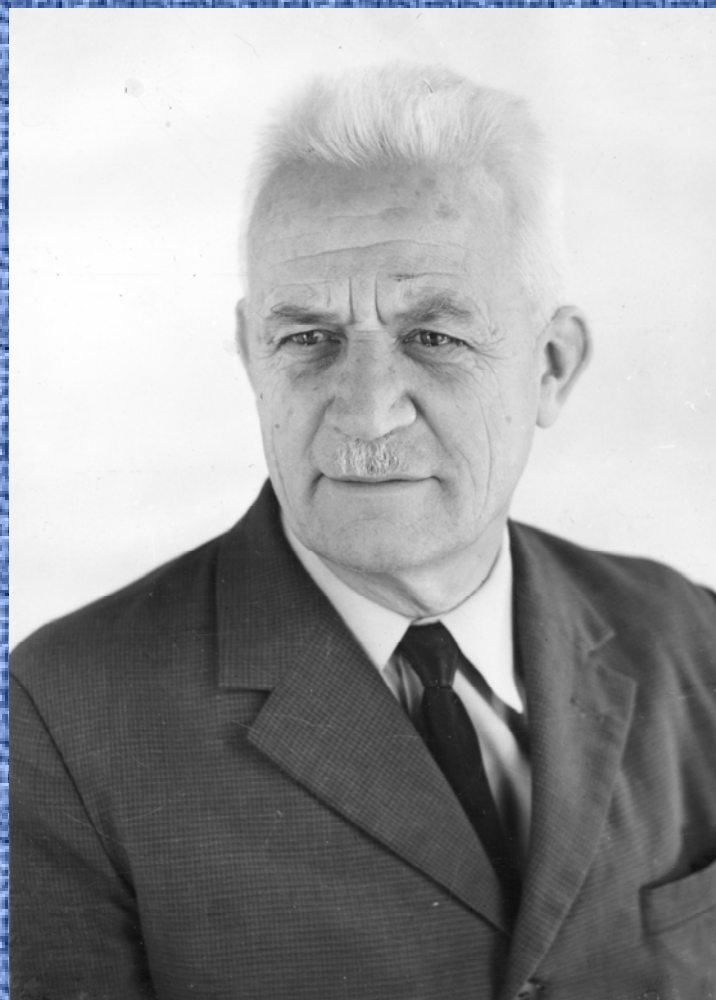


ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Материалы Международной конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения
Филарета Дмитриевича Мордухай-Болтовского



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
учреждение Российской академии наук
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД ИМ. И.Д. ПАПАНИНА РАН



ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ФИЛАРЕТА ДМИТРИЕВИЧА МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОГО

БОРОК, ИБВВ РАН, 30 ОКТЯБРЯ – 2 НОЯБРЯ 2010 ГОДА

Экология водных беспозвоночных // Сборник материалов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 30 октября – 2 ноября 2010 г. – Ярославль: Принтхаус, 2010. – 376 с. ISBN 978-5-904234-17-1

В сборнике материалов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Филарета Дмитриевича Мордухай-Болтовского, представлено содержание докладов участников по результатам изучения экологии беспозвоночных разнотипных водных экосистем. Сборник рассчитан на гидробиологов, ихтиологов и экологов широкого профиля.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук *А.В. Крылов*
доктор биологических наук *И.К. Ривьер*
доктор биологических наук *Г.Х. Щербина*

Проведение конференции осуществлено при поддержке РАН и гранта РФФИ 10-04-06122-г.

Оргкомитет конференции выражает благодарность администрации Учреждения Российской академии наук Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН за оказанную поддержку.

ISBN 978-5-904234-17-1

© 2010 г. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, макет, оформление, верстка
© 2010 г. Коллектив авторов, текст
© 2010 г. Издательство Принтхаус

Предисловие

Исследования экологии водных беспозвоночных имеет большое теоретическое и практическое значение и составляет неотъемлемую часть познания структуры и функционирования водных экосистем. Для каждого типа водных объектов характерна специфическая структура сообществ и подходы к определению их состояния требует вдумчивого подхода, основы которого были заложены Ф.Д. Мордухай-Болтовским. Особого внимания до сих пор требуют вопросы, связанные с формированием и развитием фауны водохранилищ, выявлением ключевых факторов среды, оказывающих влияние структуру и функционирование сообществ водных беспозвоночных, включением в трофические сети видов-вселенцев, методологическими подходами к комплексным исследованиям водных экосистем и составлением прогнозов направлений сукцессии. И частично эти проблемы рассматриваются участниками Международной конференции, посвященной 100-летию юбилею Филарета Дмитриевича Мордухай-Болтовского.

Основная цель конференции — обмен опытом специалистов, исследующих самые разнообразные стороны структурно-функциональной организации сообществ водных беспозвоночных разнотипных водных экосистем, закономерностей изменений популяционной структуры основных видов гидробионтов, их морфологии и взаимоотношений.

Однако, на взгляд организаторов, не меньшее значение имеет знакомство с научным наследием одного из ярких гидробиологов страны, заложившего основы методологии исследований разных групп гидробионтов, формирования фауны, оценки и прогноза экологического состояния водных экосистем. Уже тридцать с лишним лет рядом с нами нет Филарет Дмитриевича и за это время выросли новые поколения исследователей. И нами движет страх, что эти новые поколения, находясь в таком информационно насыщенном пространстве, занимаясь таким необыкновенным творчеством, как гидробиология, совмещающей в себе всю глубину познания окружающего мира, расследование почти детективных сюжетов формирования сообществ, искусство предсказания и загадочность интуиции, не узнают, чьи множественные идеи стоят в фундаменте современных задач изучения. А для людей, знавших, работавших и общавшихся с Филаретом Дмитриевичем — это возможность в очередной раз собраться и вспомнить этого прекрасного человека и ученого, посвятив его светлой памяти свои новые результаты. В настоящем сборнике практически отсутствуют воспоминания о Филарете Дмитриевиче, т.к. коллектив созданной им лаборатории в юбилейный год подготовил сборник научных работ, весомую часть которого составляют воспоминания коллег и учеников (Экология и морфология водных беспозвоночных. Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. 476 с.). Однако в каждой работе, опубликованной в настоящем сборнике материалов конференции, так или иначе угадывается влияние мировоззрения Филарета Дмитриевича, которое нашло отражение в его многочисленных публикациях, до сих пор не потерявших своего значения. И находясь в Борке, где вся атмосфера пропитана идеями Филарета Дмитриевича, каждый участник конференции так или иначе узнает об этом человеке что-то новое.

Богатое наследство великого ученого — Филарета Дмитриевича Мордухай-Болтовского — включает работы в пресноводных и морских экосистемах, он прекрасно разбирался в тонкостях морфологического строения гидробионтов, успешно занимался изучением структурной организации сообществ как планктонных, так и бентосных организмов самых разных таксономических групп. Именно поэтому организаторы конференции столь широко определили тематику, не ограничиваясь какими-либо водными объектами или структурно-функциональными группами животных, а пригласили к участию специалистов самых разных направлений современной гидробиологии.

В сборнике материалов представлены результаты 132 работ, проведенных на реках, озерах, водохранилищах и морях исследователями России, Армении, Украины, Белоруссии и Казахстана. Редакционная коллегия надеется, что среди опубликованных материалов как зрелые, так и начинающие исследователи найдут много полезного для дальнейшего познания экологии водных беспозвоночных.

Организаторы конференции выражают искреннюю признательность администрации ИБВВ РАН за всестороннюю поддержку, всем ученым, принявшим участие в ее проведении, Российской академии наук и РФФИ, оказавшим значимую финансовую поддержку.

А.В. Крылов

ВОСПОМИНАНИЯ О Ф.Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОМ (ПОРТРЕТ БОЛЬШОГО УЧЁНОГО И ДРУГА)

Б.В. Сапунов

*главный научный сотрудник Эрмитажа, доктор исторических наук,
Академик Петровской Академии наук и искусств, почётный доктор Оксфордского Университета*

После подробного выступления д.б.н. И.К. Ривьер на торжественном заседании учёного совета, посвящённом 100-летию со дня рождения Ф.Д.Мордухай-Болтовского, о его научной деятельности много не добавишь. О нём говорили его коллеги, ученики, сослуживцы разного уровня. Их выступления были интересны. Но они, в значительной степени, носили формальный, официальный характер, не отразивший психологический образ Филарета Дмитриевича и его духовный мир.

Меня всегда поражала удивительная широта его научных интересов. Он не замыкался в рамках своей основной специальности – гидробиологии. Его интересовали (и не на уровне дилетанта) проблемы и судьбы атомной энергетики, использование отработанных термальных вод АЭС. Сегодня, когда его давно нет с нами, его прогнозы в этой области энергетики в значительной мере оправдались. Он увлекался проблемами зоопсихологии, хорошо знал литературу по этому вопросу. Мы много беседовали по проблемам сновидений. По вечерам за чаем, Филарет Дмитриевич часто поднимал вопросы эволюции человека, высказывал при этом ряд интересных соображений. Например, он допускал возможность того, что отдельные потомки неандертальцев дожили до наших дней.

Как учёный был настоящим трудоголиком. Когда мы с женой отдыхали в его коттедже, по вечерам видели в его кабинете допоздна горевший свет, освещавший его фигуру, склонённую за письменным столом. У него была хорошо подобранная библиотека, которой он широко пользовался. Филарет Дмитриевич хорошо знал многих крупных биологов своего времени, вёл с ними активную переписку. Он бережно хранил семейные реликвии, в том числе польско-литовские фамильные грамоты на дворянство, которые показывал мне, как историку русской культуры. В связи с этим у нас возникали разговоры по вопросу тех или иных сюжетов русской истории, особенно связанных с юго-западной Русью. Он часто вспоминал своего отца, профессора Ростовского-на-Дону университета, широко образованного крупного учёного. Сохранился ли этот архив в настоящее время – мне неизвестно. Особо следует подчеркнуть, что Филарет Дмитриевич не был чисто кабинетным учёным, оторванным от реальной жизни страны и развития биологической науки как у нас в Союзе, так и за рубежом. Прожив долгие годы в Борке, на лоне среднерусской природы, он всегда был с нею в тесном контакте. Он любил и хорошо знал животный и растительный мир Верхневолжского региона. Большое впечатление у меня оставили прогулки с ним в окрестностях Борка. Я запомнил, как «пан профессор» опускался на колени, чтобы лучше рассмотреть и сфотографировать какой-нибудь редкий цветок этого уникально леса. Особенно он любил невзрачный на вид цветок, «Любку двулистую», которую он аккуратно выкапывал, чтобы пересадить на свой приусадебный участок, желая создать так коллекцию этих чудесно пахнущих цариц разнотравья наших северных лесов. Во время таких прогулок Филарет Дмитриевич рассказывал мне много интересного об окружающей нас природе. Подобные прогулки превращались в интересные лекции на университетском уровне. В какой-то мере я был подготовлен к этим лекциям, ибо мой отец, Виктор Павлович, инженер-химик по базовому образованию и охотник-натуралист-краевед по призванию, часто брал меня с собой на охоту «по перу» (по охотничьей терминологии – на пернатую дичь). Во время таких охотничьих странствий он много рассказывал мне о природе и животном мире лесостепей Южной России. Но его рассказы носили совершенно иной характер, чем лекции Филарета Дмитриевича. Тогда я убедился, что профессор был не только учёным, но и прекрасным лектором, чего почему-то не оценили в Герценовском институте, где он одно время работал. Естественно, что во время бесед с Филаретом Дмитриевичем на природе и в домашней обстановке наши взгляды не всегда совпадали. Но, в основном, они были созвучны.

Чтобы не повторять сказанное, постараюсь рассказать о Филарете Дмитриевиче с другой точки зрения, как о человеке, друге вне служебно-административных функций. Наметьте черты его вербального портрета. «Пан профессор», как мы звали его за глаза, остался в нашей памяти как живой, остроумный собеседник, хранитель огромной информации из разных областей знаний. Об этих качествах его личности, о которых, как мне кажется, было мало известно его сослуживцам, хочется подробнее рассказать.

Безумно быстро бежит время. Трудно поверить, что после ухода из жизни Филарета Дмитриевича прошло столько лет. Но память об этом удивительном человеке живёт в сердцах тех, кому посчастливилось общаться с ним в быту, за столом и в рабочем кабинете ИБВВ РАН. Мы – т.е., я и моя семья были близко знакомы с Филаретом Дмитриевичем в течение многих лет, общаясь с ним и в Борке в его коттедже, и в Ленинграде в нашей квартире. Мы вместе встречали Новый год за нашим столом, отмечали другие памятные даты и просто так. Наше знакомство началось в далекие шестидесятые годы, когда я приезжал в Борок с целью выявления, сохранения и вывоза в Эрмитаж памятников древнерусского искусства из зато-

пленных храмов при заполнении водой Рыбинского моря Экспедиция проводилась под эгидой Министерства культуры СССР). Тогда он помогал нашей экспедиции. При его содействии нам удалось вывезти в Государственный Эрмитаж замечательный стол XVIII в., принадлежавший князю Б.И. Куракину и уникальную деревянную скульптуру XVI в., изображающую главу Николы Можайского. А так же ряд других памятников древнерусского искусства. Знакомство на этой почве постепенно переросло в длительную дружбу домами, которая продолжалась до ухода Филарета Дмитриевича из жизни.

Я с супругой Н.И. Куликовской и с сыном Валентином неоднократно отдыхал в его коттедже в Борке, где имел возможность общаться с Филаретом Дмитриевичем в неофициальной домашней обстановке.

Следует отметить, что у «пана профессора» был сложный характер. Он быстро и легко обижался. Это обстоятельство всегда надо было учитывать при общении с ним. По складу менталитета он был порождением трёх национальных культур – русской, белорусской и польской. В быту сохранял некоторые белорусские (западно-русские) традиции. Как потомок польских панов, всегда был красив, хорошо одет, галантен, увлекался женщинами.

За годы знакомства Филарет Дмитриевич, как старший товарищ оказал на формирование моей творческой личности большое положительное влияние. Уже поэтому добрая память о нём навсегда сохранится в моём сердце, а также в сердцах многих других, которым посчастливилось быть знакомыми с этим крупным учёным и неординарным человеком своего времени.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА РАЗДАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.О. Айрапетян

*Институт гидроэкологии и ихтиологии НЦЗГЭ НАН РА,
Армения, г. Ереван 0014, ул. П.Севака, 7; armmino@yandex.ru*

Введение

Разданское водохранилище (водохранилище «Ахпара») создано в 1953 г. в районе г. Раздан на высоте 1695 м над уровнем моря, состоит из двух частей, соединенных протокой (Мешкова, 1968). Основной целью создания данного водохранилища, как и почти всех водохранилищ республики, было перераспределение речного стока. Разданское водохранилище имеет важное энергетическое значение для республики (Чилингарян, 2002).

Площадь зеркала водохранилища при максимальном наполнении составляет 1.7 км², объем воды – 5.60 млн. м³, колебания уровня достигают 3 м. Несмотря на то, что водохранилище имеет значительную проточность, зимой оно покрывается льдом (Мешкова, 1968).

Находясь в пределах г. Раздан, который является центром Котайкского марза (области), Разданское водохранилище является важнейшим резервуаром, воды которого используются для сельскохозяйственных и промышленных целей региона.

Поскольку антропогенное загрязнение носит многофакторный характер, для оценки эффекта его воздействия на водные экосистемы необходимо, наряду с физико-химическими, исследованиями проводить наблюдения за состоянием сообществ гидробионтов, в частности – зоопланктона.

Зоопланктон Разданского водохранилища изучен довольно слабо. Первые сведения о нем относятся к 1957 г. (Мешкова, 1968). В дальнейшем исследования восстановились в 2004 г., когда после длительного перерыва была изучена сезонная динамика веслоногих и ветвистоусых ракообразных (Айрапетян, 2007).

Цель настоящей работы – исследование видового состава и обилия зоопланктона литоральной зоны Разданского водохранилища в современных условиях.

Материал и методы

Материалом данного исследования послужили ежемесячные пробы, собранные в течение 2005–2006 гг. на стандартной станции, расположенной в литоральной зоне Разданского водохранилища. Отбор проб проводили в дневное время на глубинах 1.0, 1.5, 2.0 и 2.5 м количественной сетью Джеди, диаметром 0.21 м, с размером ячеек 0.064 мкм. Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Параллельно со сборами зоопланктона измеряли температуру воды. Сбор и обработка материала были осуществлены по стандартной гидробиологической методике (Жадин, 1960; Киселев, 1969; Абакумов, 1992). Для определения видовой принадлежности гидробионтов использовали соответствующие пособия и определители (Фауна СССР, 1948; Определитель..., 1977; Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Борущкий, 1991). Индивидуальные веса зоопланктонных организмов рассчитывались по уравнениям зависимости между массой и длиной тела особи (Балушкина, 1978). Состояние зоопланктона оценивали по численности (*N*) и биомассе (*B*).

Результаты исследования и их обсуждение

В исследуемый период в зоопланктоне литоральной зоны Разданского водохранилища было обнаружено 14 видов беспозвоночных: 3 – ветвистоусых, 8 – веслоногих ракообразных, 3 – коловраток (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона Разданского водохранилища

COPEPODA	CLADOCERA	ROTIFERA
<i>Acanthodiptomus denticornis</i> (Wierzejski)	* <i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller)	* <i>Brachiouus calyciflorus</i> Pallas
* <i>Acanthocyclops viridis</i> (Jur.)	<i>D. pulex</i> (De Geer)	<i>Keratella quadrata</i> (Müller)
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer)	<i>Simocephalus expinosus</i> (Koch)	* <i>Platyas guadricornis</i> (Ehrenberg)
* <i>C. vicinus</i> Uljanin		
* <i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)		
* <i>E. macruroides</i> (Lilljeborg)		
* <i>Paracyclops affinis</i>		
* <i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)		

Примечание. * – впервые обнаруженные виды по сравнению с данными: Мешкова, 1968.

По сравнению с 1957 г. произошли значительные изменения. В настоящее время видовой состав стал богаче, но, как и прежде, основная его часть формируется за счет зоопланктона оз. Севан: *Acanthodiptomus denticornis*, *Cyclops strenuus*, *C. vicinus*, *Daphnia longispina*, *Keratella quadrata*, *Eucyclops serrulatus*.

Преобладающее большинство обнаруженных видов – представители литоральной зоны (Пидгайко, 1984): *Eucyclops macruroides*, *E. serrulatus*, *Paracyclops affinis*, *Daphnia longispina*, *Brachiouus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Platyas guadricornis*.

Сезонная динамика количественных показателей зоопланктона сложна и зависит от особенностей природных условий, а также степени и типа антропогенной нагрузки. Так, отсутствие зоопланктона в июне 2005 г. связано с осушением водохранилища с целью орошения, а в марте того же года – с облещением водохранилища.

В течение почти всего периода наших исследований почти по численности и биомассе доминировали веслоногие рачки, на втором месте по численности были коловратки (табл. 2). Подобное соотношение численности и биомассы основных таксономических групп, в частности, преобладание веслоногих и коловраток над ветвистоусыми характерно, прежде всего, для водоемов, подверженных эвтрофикации (Синицкий, 2002).

Таблица 2. Биомасса (В) и численность (N) зоопланктона Разданского водохранилища в 2005 и 2006 гг.

Месяц	Copepoda		Cladocera		Rotifera	
	N (10^3 экз./м ³)	В (г/м ³)	N (10^3 экз./м ³)	В (г/м ³)	N (10^3 экз./м ³)	В (г/м ³)
2005 г.						
Март	0	0	0	0	0	0
Апрель	0.127	0.0027	0	0	0	0
Май	2.545	1.967	0.51	0.245	0.722	0.16
Июнь	0	0	0	0	0	0
Июль	5.41	54.118	0.4459	1.105	-	-
Август	1.104	3.863	0.913	7.034	-	-
Октябрь	0.34	0.277	0.212	0.069	-	-
Декабрь	0.53	4.186	0	0	-	-
2006 г.						
Март	0.043	0.0033	0	0	0	0
Апрель	0.212	0.016	0	0	0	0.16
Май	0	0	0.013	0.0037	0.2675	0.037
Июнь	3.567	23.507	7.706	115.2	-	-
Июль	0.382	0.71	0.849	8.815	-	-
Август	2.261	7.01	1.752	8.121	2.867	1.677
Октябрь	0.32	0.0012	0	0	9.077	167.4
Декабрь	0.0212	0.00005	0	0	3.248	3.23

Веслоногие достигали своего максимума по биомассе и численности в июле 2005 г. за счет копеподитов и науплиусов. Совершенно иная картина наблюдалась в июле 2006 г., что, по всей вероятности, было связано с особенностями гидрологического режима водохранилища, в частности, с колебанием уровня. В целом, наибольшего количества ракообразные достигают в июне–августе. При этом ветвистоусые рачки преобладают над веслоногими по биомассе в августе, а в июне и июле 2006 г. ветвистоусые преобладали также и по численности. Снижение численности коловраток в летние месяцы могло быть связано с массовым развитием крупных фильтраторов – *Daphnia longispina* и *D. pulex*, которые давали июньский пик биомассы сообщества.

С конца августа численность и биомасса зоопланктона начинают снижаться, в сообществе происходит перестройка, которая выражается в снижении численности и биомассы за счет постепенного выпадения из планктона теплолюбивых видов ветвистоусых. При этом возрастает обилие коловраток, которые преобладают и по численности и по биомассе.

В декабре происходит дальнейшая депрессия зоопланктона, связанная с остыванием воды и перестройкой сообщества на «зимний режим». Из планктона выпадают ветвистоусые ракообразные, резко сокращается численность и биомасса веслоногих.

По результатам наших исследований, в ходе которых основная часть обнаруженных нами видов-индикаторов имеет сапробную валентность от 1.8 до 2.5, качество вод Разданского водохранилища можно оценить как β -мезосапробное.

Также, на основе анализа видов-индикаторов олиготрофных и эвтрофных вод мы определили, что наличие обнаруженных нами видов подтверждает рассчитанную сапробную валентность водоема, т.к. большая часть отмеченных нами организмов относится к эвтрофному типу: *Brachiounus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Daphnia pulex*, *Cyclops strenuus*.

Таким образом, на основе анализа данных, собранных в Разданском водохранилище, можно сделать следующие выводы:

1. Впервые в зоопланктоне акватории водохранилища отмечено 8 видов беспозвоночных.
2. Почти все встреченные виды можно отнести к группе эвритопных, обладающих широким географическим распространением и высокой экологической толерантностью.
3. Наибольшего разнообразия в зоопланктоне литоральной зоны достигают веслоногие ракообразные.
4. Вода литоральной зоны Разданского водохранилища оценивается, как β -мезосапробная.

Список литературы

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–79.
- Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. С-Пб., 1991. 500 с.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. С. 157–159.
- Киселев И.А. Планктон морей и континентальных вод. Л.: Наука, 1969.
- Кутикова Л.А. Коловратки Фауны СССР. Л., 1970. 693 с.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. М.-Л., 1964. 326 с.
- Мешкова Т.М. Зоопланктон озер прудов и водохранилищ Армении. Ереван, 1968. С. 52–53.
- Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
- Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М., 1984. 202 с.
- Синицкий А.В., Захаров Е.В., Герасимов Ю.Л. Зоопланктон и зообентос воронежских прудов. Вестник СамГУ, 2002. Спец. выпуск. С. 196–204.
- Фауна СССР. Ракообразные. Т. III. Вып. 3. Cyclozoidea пресных вод. Москва, 1948. 318 с.
- Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П., Агабабян К.А., Токмаджян Г.В. Гидрография рек и озер Армении. Ереван, 2002. С. 38–45.
- Наугаретян А.Н., Hakobyan S.H., Seasonal dynamics of the zooplankton community of the Harzdan river. Vestnik IAELPS Regional issue. 2007. Vol. 12 #4. Yerevan, Armenia. P. 59–61.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ СРЕДНЕКАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

¹М.С. Алексеевнина, ²А.М. Истомина

¹Пермский госуниверситет, 614090, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Пермское отделение ФГНУ "ГосНИОРХ" 614002, г. Пермь, ул. Чернышевского, 3, annamk@yandex.ru

Одним из приоритетных направлений гидробиологических исследований Ф.Д. Мордухай-Болтовского было изучение формирования бентофауны волжских водохранилищ и выявление закономерности сукцессий планктонных и донных сообществ в условиях зарегулированного стока. Тесные научные связи пермских гидробиологов с ведущими специалистами ИБВВ РАН, в частности с Ф.Д. Мордухай-Болтовским, А.А. Остроумовым, которые приезжали в Пермский университет, читали лекции по биологии водохранилищ, повлияли на направленность их исследований. С начала 60-х гг. прошлого столетия проводились систематические и часто комплексные экспедиции на Камском и Воткинском водохранилищах. Изучением бентофауны водоемов занимались сотрудники кабинета гидробиологии Пермского университета под руководством доц. В.В. Громова, позднее (с 1975 г.) М.С. Алексеевниной. Детальные исследования по структуре и функционированию донных сообществ Воткинского водохранилища в плане диссертационной работы выполнены Н.М. Гореликовой (Гореликова, 1982), большое участие в мониторинговых наблюдениях за состоянием зообентоса и отдельных

групп гидробионтов водоема на базе Камской биостанции принимали В.И. Демидова и Е.В. Преснова. Изучением экосистемы Камского водохранилища занимались сотрудники лаборатории комплексных исследований водохранилищ (КИВ) Естественно-научного института: И.Ф. Губанова, Л.А. Родионова, Р.А. Серкина, Т.А. Картунова и др. С начала XXI-го столетия изучением зообентоса водохранилищ занимается Пермское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ», в частности А.М. Истомина, выполнившая диссертационную работу по бентофауне Камского водохранилища.

К настоящему времени в донной фауне среднекамских водохранилищ зарегистрировано 223 таксона (в Камском – 201, в Воткинском – 140), 83% от общего числа видов приходится на долю трех основных групп животных: личинки хирономид (118 видов), олигохеты (37 видов) и моллюски (32 вида). Личинки ручейников представлены 12 видами, поденок – 8, видовой состав остальных групп макрозообентоса включает 1–5 видов. Массовыми видами в обоих водоемах являются из хирономид *Procladius ferrugineus* Kieff и *Cryptochironomus* gr. *defectus*, а из олигохет *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede. Кроме них довольно высокую встречаемость имеют личинки хирономид *Polypedilum nubeculosum* (Meigen), *P. bicrenatum* Kieffer, *Cladotanytarsus* gr. *manicus* и виды рода *Chironomus*. В олигохетофауне водоемов широко представлены *Uncinaiis uncinata* (Oersted), *Potamothrix hammoniensis* (Mich.) и *Tubifex newaensis* (Michaelson). Среди моллюсков преобладают *Dreissena polymorpha* (Pallas) и *Viviparus viviparus* (L.).

Анализ многолетней динамики структуры макрозообентоса показал, что формирование бентофауны в среднекамских водохранилищах в целом соответствовало схеме, предложенной Ф.Д. Мордухай-Болтовским (1962) для водохранилищ Волги. Однако в отличие от большинства волжских водохранилищ, мотылевая стадия в первые годы существования Камского водохранилища отмечалась только на отдельных участках, а в Воткинском не наблюдалась вовсе (Громов и др., 1970, 1975). В период некоторой стабилизации донных сообществ (1970-е гг.), Камское водохранилище по величине биомассы бентофауны оценивалось как мезотрофное, продуктивность зообентоса Воткинского была значительно выше. В дальнейшем и в Камском, и Воткинском водохранилищах произошло значительное увеличение общей биомассы макрозообентоса (в десятки раз) за счет массового развития крупных моллюсков. Одновременно с этим, вместо прогнозируемого повышения кормности водоемов произошло значительное снижение биомассы «мягкого» бентоса, главным образом, за счет олигохет (рис. 1), что позволило нам в период 1980–90-х гг. считать их олиготрофными (Алексеевнина, Каган, 2004; Истомина, 2007). В настоящее время среднекамские водохранилища характеризуются достаточно высокой общей биомассой макрозообентоса (от 15 до 100 г/м²), однако в структуре донных сообществ водоемов наряду с общими чертами наблюдаются значительные различия, особенно в количественном отношении.

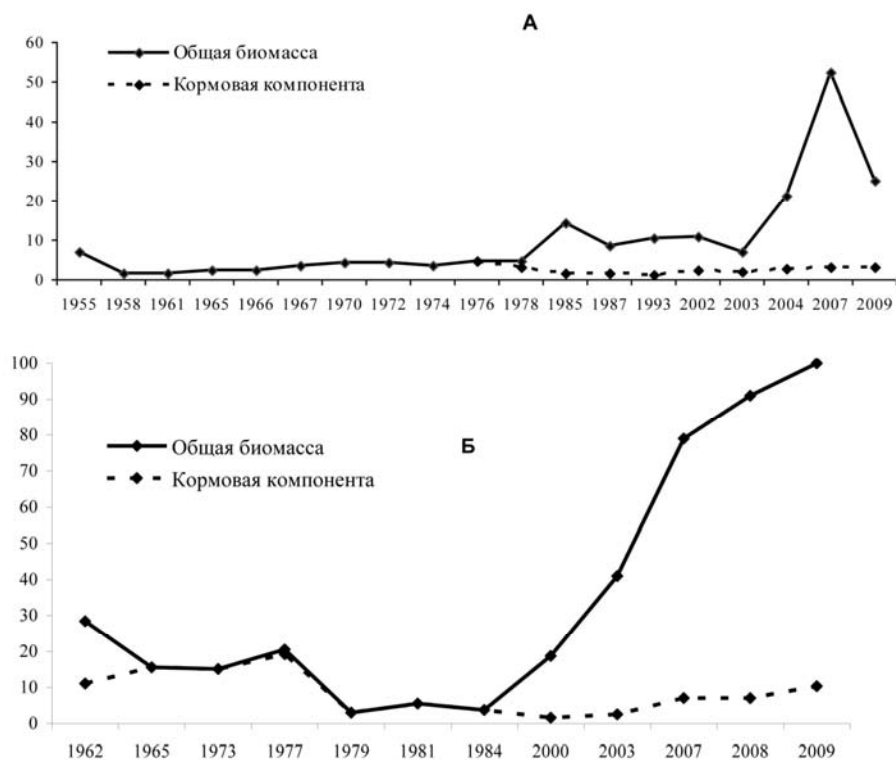


Рис. 1. Многолетняя динамика летней биомассы (г/м²) макрозообентоса среднекамских водохранилищ. А- Камское, Б- Воткинское водохранилища

Средняя биомасса макрозообентоса Камского плеса в 2009 г. составила 15.04 г/м², 73.1% ее приходилось на долю *Dreissena polymorpha*. Величина биомассы кормовых для рыб животных значительно

ниже – 2.91 г/м² (табл. 1), личинки хирономид составляют 41%, олигохеты и мелкие моллюски по 23%, соответственно.

Таблица 1. Биомасса (г/м²) основных групп макрозообентоса в различных районах среднекамских водохранилищ летом 2009 г.

Группы	Верхний		Центральный		Приплотинный		В среднем по водохранилищу	
	КВ	ВВ	КВ	ВВ	КВ	ВВ	КВ	ВВ
Олигохеты	0.7	0.88	0.2	2.68	1.1	0.93	0.67	1.5
Брюхоногие моллюски: крупные	3.33	44.58	-	9.0	0.89	0.07	1.11	17.86
Мелкие		0.12	-	-	-	-	0.3	0.06
Двустворчатые моллюски: крупные	33.0	70.5	-	88.67	-	57.55	11.0	72.24
Мелкие	2.04	0.3	-	9.98		5.42	0.68	5.23
Ракообразные		5.53	-	1.55	0.02	0.1	-	2.39
Ручейники	0.07	0.54	-	0.09	0.01	-	-	0.21
Хирономиды	0.95	0.85	0.81	1.01	1.81	0.94	1.19	0.93
Прочие	0.11	0.03	0.04	0.09	0.01		0.05	0.04
Всего	40.2	123.33	1.05	113.05	3.84	65.01	15.04	100.45
Всего кормового зообентоса:	3.86	8.24	1.01	15.31	3.83	7.46	2.91	10.32

Примечание. Здесь и в табл. 2: КВ – Камское, ВВ – Воткинское водохранилища; к группе «прочие» относятся пиявки, личинки поденок и мокрецов.

Наиболее благоприятные условия для гидробионтов, прежде всего моллюсков, складываются в достаточно проточном верхнем районе, бентофауна которого отличается большим разнообразием и высоким уровнем количественного развития (табл. 1). Величины биомассы зообентоса в центральном и приплотинном районах Камского плеса невелики (1.0–3.8 г/м²), но практически все донные формы могут быть использованы рыбой. В зообентосе значительно возрастает роль личинок хирономид, которые составляют 80.2% биомассы в центральном районе и около 50% – в приплотинном (табл. 1).

В зональном распределении бентофауны Камского водохранилища отмечается следующая закономерность: мелководная зона практически на всем протяжении малопродуктивна. Особенно это касается открытых мелководий центрального и приплотинного районов, биомасса кормового макрозообентоса которых в 2009 г. варьировала от 0.06 до 2.3 г/м² (табл. 2). Основным фактором, лимитирующим развитие бентофауны в мелководной зоне, является значительная сработка уровня воды, в осенне-зимний период достигающая 7.5 м. В Камском плесе наибольшему осушению подвергается центральный район, имеющий самую обширную площадь мелководной зоны (Матарзин, Мацкевич, 1970). В стабильных условиях глубоководной зоны водохранилища, где донные отложения представлены в основном черными и серыми илами, сформировались более продуктивные пелофильные сообщества, биомасса кормового зообентоса в которых обеспечивалась личинками хирономид рода *Chironomus* и олигохетами сем. Tubificidae и в 2009 г. находилась в пределах от 2.71 до 9.0 г/м² (табл. 2).

Таблица 2. Зональное распределение биомассы (г/м²) основных групп кормового макрозообентоса в среднекамских водохранилищах в 2009 г.

Группы	Мелководная зона (до 2.0 м)		Глубоководная зона	
	Камское	Воткинское	Камское	Воткинское
Олигохеты	0.37	1.36	1.59	2.04
Брюхоногие моллюски	0.38	0.02	-	0.17
Двустворчатые моллюски	0.56	0.27	0.91	17.78
Ракообразные	0.01	0.03		7.18
Ручейники	0.01	-	0.07	0.63
Хирономиды	0.4	1.09	3.03	0.65
Прочие	0.05	0.02	-	0.01
Всего	1.78	2.79	5.60	28.46

Примечание. К группе «прочие» относятся личинки поденок и мокрецов.

Сравнивая результаты исследований летнего макрозообентоса последних лет (2008–2009 гг.) с данными в период 2002–2004 гг., можно отметить, что с 2004 г. в верхнем и приплотинном районах водохранилища наблюдается увеличение кормовой биомассы более чем в 1.5 раза: в верхнем районе за счет развития младшевозрастных особей дрейссены, а в приплотинном – за счет личинок хирономид (виды рода *Chironomus*) и олигохет (сем. Tubificidae). В центральном районе уровень развития кормовых для рыб животных мало изменился, величина биомассы макрозообентоса здесь остается крайне низкой и не превышает 1.9 г/м² (табл. 3).

Таблица 3. Биомасса ($г/м^2$) основных групп кормового макрозообентоса в разных районах Камского плеса летом 2002–2004 и 2008–2009 гг.

Группы	Верхний		Центральный		Приплотинный	
	2002–2004	2008–2009	2002–2004	2008–2009	2002–2004	2008–2009
Олигохеты	0.81	0.89	0.68	0.66	0.97	1.56
Моллюски	0.43	1.46	0.02	-	0.25	0.47
Хирономиды	1.06	1.19	1.03	1.23	0.62	1.57
Прочие	0.29	0.11	0.03	-	0.09	0.02
Всего	2.59	3.65	1.76	1.89	1.93	3.62

Примечание. К группе «прочие» относятся ракообразные, личинки ручейников, поденок, жуков и мокрецов.

В целом, по уровню развития летнего макрозообентоса верхний и приплотинный район Камского водохранилища в 2009 г. по шкале трофности, предложенной С.П. Китаевым (1984) относятся к водоемам α -мезотрофного типа, тогда как центральный район является олиготрофным.

Средняя общая биомасса макрозообентоса Воткинского водохранилища в 2009 г. составила $100.4 г/м^2$ при численности 5.7 тыс. экз./ $м^2$ (табл. 1), более 71.9% ее приходится на долю крупных двустворчатых моллюсков, главным образом *Dreissena polymorpha*. Биомасса кормовых организмов так же достаточно высока – $10.3 г/м^2$, 50.6% ее составляют мелкие двустворчатые моллюски, доля ракообразных 23.1%.

В Воткинском водохранилище наибольшая биомасса, как общего, так и кормового макрозообентоса в 2009 г. зарегистрирована в центральном районе (табл. 1). Основу кормовой биомассы здесь определяют младшевозрастные особи дрейссены (65.2%), олигохеты составляют 17.5%, ракообразные – 10.1%. В верхнем и приплотинном районах, по сравнению с центральным, биомасса кормовых организмов в 1.86 и 2.05 раза ниже. Преобладающее развитие в верхнем районе получают ракообразные (67.2%), а в приплотинном – моллюски (72.7%) (табл. 1).

В зональном распределении бентофауны Воткинского водохранилища можно отметить следующее: самые продуктивные донные сообщества, обеспеченные массовым развитием дрейссены, сформировались в русловой зоне верхнего и центрального районов. Биомасса кормового макрозообентоса на отдельных участках составляет более $30 г/м^2$, основным компонентом ее являются образующие плотные поселения в другах дрейссены каспийские ракообразные *Corophium curvispinum* Sars и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), на их долю приходится от 50 до 92.3% биомассы. Максимальные биомассы ракообразных (более $15 г/м^2$) зарегистрированы в верхнем районе (табл. 2). В мелководной зоне водохранилища биомасса комового зообентоса в среднем составляет $2.79 г/м^2$, основу ее слагают олигохеты и личинки хирономид, на долю которых приходится 48.8 и 39.1% кормовой биомассы, соответственно (табл. 2).

Сравнение полученных нами данных с результатами исследований макрозообентоса в период 2000–2003 гг. свидетельствует об увеличении к настоящему времени кормовой биомассы макрозообентоса в 2.9–7.5 раз: в верхнем районе – за счет ракообразных, в среднем – за счет младшевозрастных особей *Dreissena polymorpha*, а в приплотинном – за счет ювенильной дрейссены и тубифицид (табл. 4).

Таблица 4. Биомасса ($г/м^2$) основных групп кормового макрозообентоса в разных районах Воткинского водохранилища в 2000–2003 и в 2007–2009 гг.

Группы	Верхний		Центральный		Приплотинный	
	2000–2003	2007–2009	2000–2003	2007–2009	2000–2003	2007–2009
Олигохеты	0.35	1.04	0.83	2.11	0.73	2.06
Моллюски	1.06	0.38	0.55	8.97	-	3.03
Ракообразные	0.07	4.5	0	2.02	0.03	0.06
Хирономиды	0.38	0.73	0.48	0.72	0.82	1.2
Прочие	0.57	0.49	-	0.13	-	-
Всего	2.43	7.14	1.86	13.95	1.58	6.35

Примечание. К группе «прочие» относятся личинки ручейников, поденок, и двукрылых, за исключением личинок хирономид.

В целом, по уровню развития макрозообентоса Воткинское водохранилище в 2009 г. по шкале С.П. Китаева (1984) относится к водоемам β -мезотрофного типа.

Существенные различия в составе и количественных показателях макрозообентоса среднекамских водохранилищ связаны с их положением в каскаде. Обычно считается, что трофность головных водохранилищ должна быть выше, чем внутрикаскадных, поскольку первые получают больше аллохтонного вещества с водосборной площади (Баканов, Ривьер, 1984). Однако, в камских водохранилищах, наоборот, менее продуктивным оказывается первое в каскаде Камское. Очевидно, большое влияние на формирование бентофауны оказывает объем зимней сработки: в Камском он составляет 87.8% от общего

объема водохранилища при НПУ, а в Воткинском – 40.7%, что почти в 2 раза меньше (Калинин, 2009). Основными составляющими приходного баланса в Камском водохранилище являются приток по основной реке (Каме) – 53.2% и боковая приточность – 43.0%, тогда как для Воткинского основной приход (92.8%) – это сброс воды через Камскую ГЭС, а боковая приточность невелика – 5.5% (Китаев, 2009). Так же величина промышленных сбросов в Камском водохранилище в 3 раза выше, чем в Воткинском (1.29% – в Камском и 0.38% – в Воткинском) (Китаев, 2009).

Таким образом, более глубокая сработка уровня, большая величина боковой приточности и промышленных стоков оказывает неблагоприятное влияние на количественное развитие зообентоса первого в каскаде Камского водохранилища. Более высокая продуктивность донных сообществ Воткинского водохранилища в последние годы, по нашему мнению, связана с широким распространением *Dreissena polymorpha* и формированием новых бентоценозов, в составе которых большое значение имеют каспийские ракообразные, личинки ручейников, наидиды, личинки хирономид и др. Известно, что друсы дрейссены используются многими животными как убежище, а продукты ее жизнедеятельности (агломинаты и фекалии) прекрасный корм для личинок хирономид, олигохет, ракообразных и других донных беспозвоночных (Перова, Щербина, 2002).

Список литературы

- Алексеевнина М.С., Каган А.М. Состояние бентофауны Воткинского водохранилища в 2000–2003 гг. (после 40 лет с начала его заполнения) // Вестник Перм. ун-та. Пермь, 2004. Вып. 2. Биология. С. 78–82.
- Гореликова Н.М. Сообщества животных макробентоса Воткинского водохранилища и их роль в процессах самоочищения водоема. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Иркутск, 1982. 20 с.
- Громов В.В., Губанова И.Ф., Родионова Л.А. Формирование донной фауны Камского водохранилища (1954–65 гг.) // Материалы итог. науч. конф. зоологов Волжско-камского края. Казань, 1970. С. 292–301.
- Громов В.В., Гореликова Н.М., Демидова В.И. Донная фауна Воткинского водохранилища на реке Каме как кормовая база рыб (1964–1971 гг.) // Биологические ресурсы Камских водохранилищ. Пермь: ПГУ, 1975. С. 132–136.
- Истомина А.М. Структура и функционирование донных биоценозов Камского водохранилища. Автореф. дисс. канд. биол. наук. СПб, 2007. 23 с.
- Калинин В.Г. О внутрисезонном распределении зимних расходов воды через ГЭС камских водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Пермь: ПГУ, 2009. Т.1. С. 51–54.
- Китаев А.Б. Водный баланс Камского и Воткинского водохранилищ (многолетний аспект) // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Пермь, 2009. Т. 1. С. 54–58.
- Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 208 с.
- Матарзин Ю.М., Мацкевич И.К. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ // Вопросы формирования водохранилищ и их влияния на природу и хозяйство. Пермь: ПГУ, 1970. С. 27–45.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Схема процесса формирования бентоса в водохранилищах средней полосы СССР // Вопросы экологии. М.: Высшая школа, 1962. Т. 5. С. 143–144.
- Перова С.Н., Щербина Г.Х. Многолетние изменения видового состава макрозообентоса Горьковского водохранилища // Биология внутр. вод. 2002. № 3. С. 55–64.
- Ривьер И.К., Баканов А.И. Кормовая база рыб // Биологические ресурсы водохранилищ. М.: Наука, 1984. С. 100–132.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ОЗ. ИЛЬМЕНЬ

Е.А. Андреева

Новгородская лаборатория – филиал ФГНУ ГосНИОРХ,
173000, г. Великий Новгород, ул. Знаменская, д. 23, Lenok547@yandex.ru

Озеро Ильмень – одно из крупнейших на Северо-Западе России, относится к важнейшим рыбопромысловым водоемам. По общему вылову рыбы оно занимает первое место в Новгородской области и одно из самых значимых в Европейской части России. На долю рыб-бентофагов приходится до 45% его общего вылова. Своеобразие водоема (морфометрические и гидролого-гидрохимические особенности) и его большое рыбохозяйственное значение обуславливают важность выполнения систематических наблюдений за состоянием кормовой базы для рыб.

В основу настоящей работы положены материалы, полученные в результате съемок 1998–2007 гг. Гидробиологические материалы собирались по сетке станций, принятой в периоды предшествующих исследований (Лукьянова, 1974 а, б). Для отбора проб использовали дночерпатель Петерсена с площадью захвата 0.025 м² (по две повторности на каждой станции). Материал обрабатывали по стандартным методикам (Методические рекомендации ..., 1983).

Цель настоящей работы – оценить современное состояние макрозообентоса оз. Ильмень и показать некоторые особенности его распределения.

Пространственное распределение донных животных зависит от многих абиотических условий, среди которых важнейшую роль играет состав и характер грунта. В соответствии с преобладающими биотопами исследователями ранее были выделены четыре зоны водоема: профундаль, промежуточная зона, литораль и исток р. Волхов, различающиеся по составу грунтов, гидрологическим условиям, видовому составу и количественным показателям зообентоса.

Профундальная зона занимает основную часть дна озера (около 60%). Грунты представлены оливково-серыми полужидкими илами.

На долю **промежуточной зоны** приходится около 20% площади всего дна озера. Для этой зоны характерно преобладание илисто-песчаных грунтов, иногда с примесью ракушечника.

В литоральной зоне, также занимающей около 20% площади дна, основные биотопы – песчаные грунты с различной степенью заиления и с примесью растительных остатков в заливах.

Исток р. Волхов. Площадь зоны незначительна – около 0.1% всей площади дна озера. Преобладающие грунты – песок, глина, детрит, иногда ракушечник. Этот район был выделен предшествующими исследователями в отдельную зону ввиду специфичности условий (наличие течения), определяющих развитие характерного только для этой зоны пелореофильного биоценоза.

Результаты исследования

В целом за последний десятилетний период (1998–2007 гг.) исследований в зообентосе оз. Ильмень было отмечено 116 таксонов донных организмов: 43 вида хирономид, 38 – моллюсков, 11 – олигохет, 8 – речейников, 5 – пиявок, 3 – поденок, 3 – высших ракообразных, 2 – мокрецов, 1 – водных клопов, а также *Hydracarina* и личинки *Chaoborus* sp. (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав макрозообентоса и встречаемость отдельных таксонов в различных зонах оз. Ильмень в 1998–2007 гг.

Виды	Зона			
	Профундаль	Промежуточная зона	Литораль	Р. Волхов
Класс Oligochaeta				
<i>Nais blanci</i> Pig.			+	
<i>Nais</i> sp.			+	
<i>Stylaria lacustris</i> L.			+	
<i>Tubifex tubifex</i> Müll.	+	+		
<i>T. newaensis</i> Mich.			+	+
<i>Tubifex</i> sp.	+	+	+	
<i>Isochaetides michaelsoni</i> Last.	+			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Clap.	+	+		+
<i>Limnodrilus</i> sp.	+	+		
<i>Potamothrix hammoniensis</i> Mich.	+	+		+
<i>Spirosperma ferox</i> Eisen		+	+	+
Класс Hirudinea				
<i>Erpobdella octoculata</i> L.	+		+	+
<i>Helobdella stagnalis</i> L.			+	+
<i>Hemiclepsis marginata</i> O.F. M.				+
<i>Piscicola geometra</i> L.			+	+
<i>Glossiphonia complanata</i> L.				+
Класс Gastropoda				
<i>Viviparus viviparus</i> L.	+	+		+
<i>Contectiana listeri</i> Forbes et Hanley	+	+		+
<i>Valvata depressa</i> C. Pfeif.	+	+	+	+
<i>V. ambigua</i> West.	+	+	+	+
<i>V. piscinalis</i> Mul.	+	+	+	+
<i>V. pulchella</i> Stud.		+	+	+
<i>Planorbis planorbis</i> L.			+	
<i>Planorbis carinatus</i> Mueller			+	
<i>Bithynia tentaculata</i> L.			+	+
<i>Lymnaea stagnalis</i> L.			+	
<i>L. truncatula</i> Mueller			+	
<i>L. ovata</i> Drap.			+	
<i>Anisus vortex</i> L.			+	
<i>Armiger crista</i> L.			+	
Класс Bivalvia				
<i>Unio longirostris</i> Ross.	+	+	+	
<i>Unio pictorum</i> L.	+			+
<i>U. tumidus</i> Phill.	+	+		

Виды	Зона			
	Профундаль	Промежуточная зона	Литораль	Р. Волхов
<i>Anodonta piscinalis</i> Nilsson	+		+	+
<i>Anodonta stagnalis</i> Gmel.	+	+		
<i>Anodonta minima</i> Mill.			+	
<i>Pseudanodonta complanata</i> Ross.			+	
<i>Dreissena polymorpha</i> Pall.	+	+	+	+
<i>Shaerium corneum</i> L.	+	+	+	+
<i>Sph. nitidum</i> Cles. in Wes.	+			+
<i>Sphaeriastrum rivicola</i> Lam.				+
<i>Amesoda solida</i> Norm.				+
<i>Neopisidium torquatum</i> Stel.	+	+	+	+
<i>N. moitessermanum</i> Pal.	+	+	+	+
<i>N. conventus</i> Cles.	+	+	+	+
<i>Euglesa pseudosphaerium</i> For.	+	+	+	
<i>Euglesa henslowana</i> Shep.	+	+	+	+
<i>E. acuminata</i> Cles. in West.		+	+	+
<i>E. nitida</i> Jen.		+	+	
<i>E. conica</i> Baudon			+	
<i>E. suecica</i> Cless.			+	
<i>E. subtruncata</i> Malm.			+	+
<i>Pisidium amnicum</i> O.F. Müll.		+	+	
<i>Pisidium inflatum</i> Mueh. in Porro				+
Класс Crustacea				
<i>Gmelinoides fasciatus</i> Stebb.			+	+
<i>Paramysis intermedia</i> Czern.	+	+	+	
<i>Neomysis awatschensis</i> Brandt	+	+		
Класс Insecta				
Отряд Trichoptera				
<i>Hydropsyche ornatula</i> McLach.				+
<i>Oecetis lacustris</i> Pictet			+	
<i>Triaenodes bicolor</i> Curtis			+	
<i>Athripsodes cinereus</i> Curtis			+	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> Pictet			+	
<i>Agraylea</i> sp. (<i>multipunctata</i> ?)			+	
<i>Holocentropus picicornis</i> Stephens			+	
<i>Limnophilus</i> sp.			+	
Отряд Ephemeroptera				
<i>Caenis horaria</i> L.			+	
<i>Caenis macrura</i> Steph.				+
<i>Paraleptophlebia cincta</i> Retzius			+	
Отряд Heteroptera				
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> Fabr.				+
Отряд Diptera				
Сем. Chironomidae				
<i>Tanypus</i> sp.			+	
<i>Tanypus punctipennis</i> Meigen			+	
<i>Ablabesmyia</i> гр. <i>monilis</i> L.		+	+	
<i>Ablabesmyia</i> sp.				+
<i>Procladius ferrugineus</i> Kief.	+	+	+	+
<i>Procladius choreus</i> Mg.	+	+		
<i>Cricotopus</i> sp.			+	
<i>Stempellina</i> гр. <i>bausei</i> (Kieff) Edwards		+	+	
<i>Zavrelia</i> sp. Kieff.			+	+
<i>Micropsectra</i> гр. <i>praecox</i> Meig.	+		+	+
<i>Cladotanytarsus</i> гр. <i>mancus</i> Walk.		+	+	+
<i>Tanytarsus</i> гр. <i>gregarius</i> Kieff.				+
<i>Cryptochironomus</i> гр. <i>defectus</i> Kief.	+	+	+	+
<i>Cr.</i> гр. <i>vulneratus</i> Zet.		+	+	+
<i>Cr.</i> гр. <i>conjungens</i> Kief.	+	+	+	+
<i>Cr.</i> гр. <i>viridulus</i> Fabr.	+		+	
<i>Cr.</i> гр. <i>fuscimanus</i> Kieff.	+	+	+	
<i>Cr.</i> гр. <i>nigridens</i> Tshernovskij		+	+	+
<i>Cr.</i> гр. <i>anomalus</i> Kieff.		+	+	

Виды	Зона			
	Профундаль	Промежуточная зона	Литораль	Р. Волхов
<i>Cryptochironomus</i> sp.	+			
<i>Lipiniella araeicola</i> Shilova			+	
<i>Chironomus plumosus</i> L.	+	+	+	+
<i>Ch. f. l. reductus</i> Lipina	+	+	+	
<i>Limnochironomus</i> гр. <i>nervosus</i> Staeg.	+	+	+	+
<i>L.</i> гр. <i>tritonus</i> Kieff.			+	
<i>Polypedilum</i> гр. <i>nubeculosum</i> Meig.	+	+	+	+
<i>P.</i> гр. <i>convictum</i> Walk.	+	+	+	
<i>P.</i> гр. <i>scalaenum</i> Sch.	+	+	+	+
<i>P.</i> гр. <i>breviantennatum</i> Tshern.			+	+
<i>P.</i> гр. <i>bicrenatum</i> Kief.				+
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> Kief.			+	
<i>Pentapedilum</i> гр. <i>exectum</i> Kieff.				+
<i>Endochironomus albipennis</i> Meig.			+	
<i>E. tendens</i> Fab.			+	
<i>Parachironomus pararostratus</i> Harn.	+			
<i>Lauterborniella brachylabis</i> Edw.	+		+	
<i>Paracladopelma camptolabis</i> Kieff.	+	+		
<i>Microchironomus tener</i> Kieff.	+	+		
<i>Microchironomus</i> sp.	+			
<i>Camptochironomus tentans</i> Fab.	+		+	+
<i>Stictochironomus crassiforceps</i> Kief.				+
<i>Stictochironomus</i> sp.				
<i>Fleuria lacustris</i> Kief.			+	
Сем. Ceratopogonidae				
<i>Palpomia tibialis</i> Meigen			+	+
<i>Palpomia</i> sp.			+	+
Сем. Chaoboridae				
<i>Chaoborus</i> sp.	+	+		
<i>Hydracarina indet</i>		+	+	
Общее число видов	48	48	83	55

Несмотря на кажущееся разнообразие, видовой состав зообентоса на большей части исследованной акватории озера был небогат и довольно однообразен в распределении, что определяется монотонностью условий существования (однообразные грунты на большей части площади дна, слабая изрезанность береговой линии, малые глубины и незначительное развитие водной растительности).

Профундальная зона. Видовой состав развивающегося в этой зоне пелофильного биоценоза сравнительно беден (в разные годы идентифицировано от 21 до 25 видов). Всего за время исследований в зообентосе этой зоны было выявлено 48 видов донных организмов: 20 видов хирономид, 18 – моллюсков, 6 – олигохет, 2 – высших ракообразных, 1 – пиявок и личинки *Chaoborus* sp.

В последние годы в этой зоне преобладали олигохеты, составляя в среднем 53% численности и 52% биомассы всех донных организмов. Наиболее часто среди олигохет встречались *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Potamotheix hammoniensis*. Многочисленными были и личинки хирономид, на долю которых в среднем приходилось 44% численности и 41% биомассы всех организмов зообентоса.

Крупные личинки *Chironomus plumosus* встречались в пробах в небольших количествах. Исключением являлся лишь 2003 г., когда вместе с увеличением общей биомассы, возросло и количество *Ch. plumosus* в бентоценозах. На его долю приходилась существенная часть биомассы – 55% (8.44 г/м²). В другие годы исследований среди личинок хирономид в этой зоне доминировали, как правило, мелкие *Procladius ferrugineus*, обладающие широкой экологической пластичностью.

Моллюски в илах профундали были немногочисленны, составляя в среднем 1% численности и 6% биомассы зообентоса, и были представлены в основном мелкими формами из родов *Neopisidium*, *Euglesa*, *Valvata*.

Средние за 1998–2007 гг. показатели обилия зообентоса в профундали составили 2180 экз./м² и 5.79 г/м², что соответствует нижним пределам показателей, свойственных средnekормным для рыб водоемам.

Промежуточная зона. Донная фауна промежуточной зоны представлена псаммопелофильными бентоценозами. В этой зоне озера за весь период наших исследований было выявлено 48 видов донных организмов: 19 видов хирономид, 19 – моллюсков, 6 – олигохет, 2 – ракообразных и личинки *Chaoborus* sp.

Как и в профундали, в этой зоне по численности и биомассе преобладали олигохеты (47 и 52% соответственно). Среди личинок хирономид доминировали *Procladius ferrugineus* и *Cryptochironomus* гр. *conjungens*. Крупные *Chironomus plumosus* встречались в единичных экземплярах. На долю хирономид приходилось в среднем 45% численности и 26% биомассы зообентоса. Моллюски составляли около 19% всей биомассы и были представлены в основном мелкими формами из родов *Valvata*, *Euglesa*, *Neopisidium*. Из крупных моллюсков в этой зоне встречались *Dreissena polymorpha* и *Unio longirostris*.

Средние за ряд последних лет показатели обилия зообентоса в этой зоне в целом были низкими и составляли 1880 экз./м² и 4.07 г/м².

Литоральная зона. Население этой зоны отличалось наибольшим видовым богатством, обусловленным разнообразием биотопов. Здесь было выявлено 83 вида и формы донных организмов: 31 вид хирономид, 29 – моллюсков, 6 – олигохет, 7 – ручейников, 3 – пиявок, 2 – поденок, 2 – высших ракообразных и 2 – мокрецов.

В большом количестве были отмечены мелкие личинки хирономид, относящихся к прибрежным и фитофильным формам: *Cryptochironomus* гр. *vulneratus*, *Cr.* гр. *conjungens*, *Cr.* гр. *anomalus*, *Polypedilum* гр. *nubeculosum*, *P.* гр. *scalaenum*, *Cladotanytarsus* гр. *mancus*, *Tanytarsus* гр. *gregarious*, *Limnochironomus* гр. *tritonus*, *Endochironomus tendens*, *Ablabesmyia* гр. *monilis*, а также мелких моллюсков родов *Neopisidium*, *Euglesa*, *Valvata*. Олигохеты были представлены, главным образом, мелкими формами – видами рода *Nais* и молодыми экземплярами родов *Limnodrilus* и *Spirosperma*.

По численности и биомассе в литоральной зоне преобладали олигохеты (в среднем 48 и 39% соответственно), на долю хирономид приходилось 35% численности и 15% биомассы, моллюсков – 13 и 43% соответственно. В заметных количествах здесь также встречались крупные двустворчатые моллюски родов *Unio*, *Anodonta*, *Dreissena*.

В среднем за ряд последних лет показатели обилия зообентоса в этой зоне составили 2460 экз./м² и 5.21 г/м².

Исток р. Волхов. Характерный только для этой зоны озера пелореофильный биоценоз отличался значительным видовым разнообразием и относительно большим количественным развитием донной фауны. В период исследований было выявлено 55 видов донных организмов: 18 видов хирономид, 22 – моллюсков, 5 – пиявок, 4 – олигохет, 2 – мокрецов, 1 – высших ракообразных, 1 – ручейников, 1 – поденок и 1 – водяных клопов.

Большую роль в этой зоне играли олигохеты, на долю которых в последние годы в среднем приходилось 55% численности и 27% биомассы зообентоса. В группе олигохет доминировали виды *Tubifex newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Potamotrix hammoniensis*. Хирономиды были представлены мелкими формами – *Procladius ferrugineus*, *Cryptochironomus* гр. *conjungens*, *Polypedilum* гр. *nubeculosum*, *Polypedilum* гр. *scalaenum*, *Limnochironomus* гр. *nervosus*, *Micropsectra* гр. *praecox*, *Cladotanytarsus* гр. *mancus*, *Stempellina* гр. *bausei* и другие. Их биомасса была невелика и составляла в разные годы 1–7% общей. Большой вклад в биомассу зообентоса этой зоны вносили ручейники *Hydropsyche ornatula* и пиявки *Erpobdella octoculata* и *Helobdella stagnalis*, на долю которых в последние годы приходилось в среднем 18% численности и 48% биомассы зообентоса. Огромное значение в биоценозе также имели моллюски родов *Viviparus*, *Dreissena*, *Sphaerium*, *Neopisidium*, *Euglesa*, *Valvata*.

В количественном отношении этот биоценоз самый богатый в озере: биомасса кормового бентоса составляла здесь в разные годы 4.52–41.69 г/м², некормового – 305–1548 г/м². Средние за ряд последних лет показатели обилия зообентоса в этой зоне были достаточно высоки и составляли 4280 экз./м² и 19.23 г/м².

Особо следует отметить присутствие в бентоценозах всех рассматриваемых зон (за исключением профундальной) в качестве доминанта моллюска *Dreissena polymorpha*, численность и биомасса которого в отдельные годы достигала значительных величин (до 3280 экз./м² и 3144 г/м² в истоке р. Волхов, до 2520 экз./м² и 634 г/м² в литоральной зоне и до 520 экз./м² и 188 г/м² в промежуточной зоне). Максимальные показатели обилия мелкой (кормовой) дрейссены были зафиксированы в истоке р. Волхов в сентябре 2003 г. (660 экз./м² и 1.16 г/м²).

Выводы

Донная фауна оз. Ильмень в 1998–2007 гг. была представлена 116 таксонами. Наибольшее количество видов было отмечено в группах хирономид (43 вида) и моллюсков (38 видов). Видовой состав донной фауны на основной акватории озера был пространственно довольно однообразен.

Большим видовым богатством отличалась бентофауна литоральной зоны, где было встречено более 70% всех идентифицированных таксонов, что обусловлено наличием именно в этой зоне более разнообразных биотопов. В количественном отношении наибольшим обилием донной фауны отличались заросшие участки в устьевых районах крупных и мелких рек, впадающих в оз. Ильмень, а также исток р. Волхов.

Список литературы

- Лукьянова В.П. Бентос оз. Ильмень, его продукция и использование рыбами. Автореф. канд. дис. Л., 1974 а. 25 с.
Лукьянова В.П. Донная фауна оз. Ильмень (по данным 1968–1971 гг.) // Изв. ГосНИОРХ, 1974 б. Т. 86. С. 46–53.
Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зообентос и его продукция. Л., 1983. 52 с.

СТРЕКОЗЫ (INSECTA, ODONATA) ДОЛИН МАЛЫХ РЕК САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Аникин, Е.В. Угольников

Саратовский государственный университет, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, AnikinVV@info.sgu.ru

На основании полевых энтомологических исследований 1999–2009 гг. по малым рекам Саратовской области как в Правобережье (долина и береговая линия рек: Терешка, Чардым, Курдюм, Медведица, Хопёр), так и в Левобережье (Саратовка, Еруслан, Бизюк, Большой и Малый Узени) был изучен видовой состав стрекоз.

Видовой состав Odonata

Правобережье. Долина р. Терешка.

Calopterigidae: *Calopteryx splendens*; Lestidae: *Lestes barbarus*, *Lestes sponsa*, *Lestes viridis*, *Lestes virens*, *Sympycna annulata*; Platycnemidae: *Platycnemis pennipes*; Coenagrionidae: *Ischnura elegans*, *Coenagrion puella*, *Coenagrion pulchellum*; Gomphidae: *Gomphus vulgatissimus*; Aeshnidae: *Aeschna coluberculus*, *Aeschna cyanea*, *Aeschna juncea*, *Aeschna serrata*, *Anax imperator*; Corduliidae: *Cordulia aenea*, *Somatochlora flavomaculata*; Libellulidae: *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum sanguineum*, *Sympetrum scoticum*, *Sympetrum vulgatum*, *Libellula depressa*, *Libellula quadrimaculata*.

Долины рек Чардым и Курдюм.

Calopterigidae: *Calopteryx splendens*; Lestidae: *Lestes barbarus*, *Lestes sponsa*, *Sympycna annulata*; Platycnemidae: *Platycnemis pennipes*; Coenagrionidae: *Ischnura elegans*, *Enallagma cyathigerum*, *Coenagrion armatum*, *Coenagrion vernale*, *Coenagrion puella*, *Erythromma najas*; Gomphidae: *Gomphus flavipes*, *Gomphus vulgatissimus*; Aeshnidae: *Aeschna coluberculus*, *Aeschna cyanea*, *Aeschna juncea*, *Anax imperator*; Corduliidae: *Cordulia aenea*; Libellulidae: *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum pedemontanum*, *Sympetrum sanguineum*, *Sympetrum scoticum*, *Sympetrum vulgatum*, *Orthetrum cancellatum*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum anceps*.

Долина р. Медведица.

Calopterigidae: *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*; Lestidae: *Lestes barbarus*, *Lestes sponsa*, *Lestes dryas*, *Sympycna annulata*; Platycnemidae: *Platycnemis pennipes*; Coenagrionidae: *Ischnura elegans*, *Enallagma cyathigerum*, *Coenagrion puella*, *Coenagrion pulchellum*, *Erythromma najas*, *Erythromma viridulum*; Gomphidae: *Gomphus flavipes*, *Gomphus vulgatissimus*; Aeshnidae: *Aeschna coluberculus*, *Aeschna cyanea*, *Aeschna viridis*; Corduliidae: *Cordulia aenea*, *Somatochlora flavomaculata*, *Somatochlora metallica*; Libellulidae: *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum sanguineum*, *Sympetrum scoticum*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum striolatum*, *Libellula depressa*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum cancellatum*.

Долина р. Хопер.

Calopterigidae: *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*; Platycnemidae: *Platycnemis pennipes*; Coenagrionidae: *Enallagma cyathigerum*, *Coenagrion puella*, *Erythromma najas*; Gomphidae: *Gomphus flavipes*, *Gomphus vulgatissimus*.

Левобережье. Долина р. Саратовка.

Coenagrionidae: *Ischnura elegans*, *Enallagma cyathigerum*; Corduliidae: *Cordulia aenea*, *Epitheca bimaculata*; Libellulidae: *Sympetrum pedemontanum*, *Orthetrum cancellatum*.

Долины рек Еруслан и Бизюк.

Lestidae: *Lestes barbarus*, *Lestes sponsa*, *Sympycna annulata*; Aeshnidae: *Aeschna coluberculus*; Libellulidae: *Sympetrum striolatum*.

Долины рек Большой и Малый Узень.

Calopterigidae: *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*; Lestidae: *Lestes barbarus*, *Lestes sponsa*, *Sympycna annulata*; Platycnemidae: *Platycnemis pennipes*; Coenagrionidae: *Ischnura elegans*, *Ischnura pumilio*, *Enallagma cyathigerum*, *Enallagma nigroliniata*, *Coenagrion puella*, *Coenagrion concinnum*, *Erythromma najas*, *Erythromma viridulum*; Aeshnidae: *Aeschna isosceles*, *Anax imperator*, *Anax parthenope*; Corduliidae: *Somatochlora flavomaculata*, *Somatochlora metallica*; Libellulidae: *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum sanguineum*, *Libellula depressa*, *Libellula fulva*, *Orthetrum cancellatum*.

ОПУХОЛЕПОДОБНЫЕ АНОМАЛИИ (TUMOR LIKE ANOMALIES) АССОЦИИРОВАННЫЕ С КАЛЯНИДАМИ *ARCTODIAPTOMUS SALINUS* (DADAY) В МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОЗЕРАХ ХАКАСИИ

Т.Н. Ануфриева

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, tat@lan.krasu.ru

Введение

В литературе приводится немало сведений о паразитарных инвазиях, приводящих к TLAs и ассоциированных с копеподами в пресноводных и морских зоопланктонных сообществах. (Теодоридес, 1989; Манка и др., 1996, 1999, 2004; Омайр и др., 1999; Бриджман и др., 2000). Большая частота опухолеподобных аномалий на копеподах позиционирована как серьезная угроза трофической сети в водоемах различного типа. Также отмечалось, что TLAs могут служить индикатором загрязнения воды канцерогенными веществами, опасными для человека. Однако до сих пор опухолеподобные аномалии остаются недостаточно изученными, систематическое положение паразитических протистов, включая эллобиопсид (*Ellobiopsids*), не определено, и оценка последствий явления для природных сообществ до конца не выяснена (Теодоридес, 1989; Шильдс, 1994; Сковгард, 2005).

Род *Ellobiopsis*, найденный и идентифицированный нами на доминирующих в сообществе соленых озер калянидах, включает достаточно распространенных паразитов веслоногих ракообразных (Теодоридес, 1989; Валкуз, Ролбиески, 2007; Коновалова, 2007). Жизненный цикл эллобиопсид был описан в 1910 г. (Кауллери, 1910). Он состоит из фазы споры, затем трофомера (*trophomere*) круглой или овальной формы и гономера (*gonomere*) – репродуктивного тела организма, где производятся споры, пока паразит развивается. Вид характерен для копепод теплых и умеренных вод морей и океанов (Коновалова, 2007).

Эллобиопсиды могут вызывать эпизоотии, которые приводят к возрастанию смертности в популяции копепод (Киммерер, МакКиннон, 1990) и коренным изменениям в экологических сообществах (Шильдс, 1994). Поэтому биологический мониторинг водоемов, у обитателей которых зарегистрированы TLAs, с исследованием возбудителей – протозойных паразитов, выявление корреляции между частотой возникновения опухолей и концентрацией канцерогенов в воде и донных отложениях – серьезная и актуальная задача.

Методы исследования

Пробы мезозоопланктона были собраны в марте и мае–июле 2010 г. на озерах Ши́ра (54°30' с.ш., 90°11' в.д.) и Шунет (54°25' с.ш., 90°13' в.д.) (республика Хакасия). Зоопланктон отбирали сетью Джеди ($d = 25$ см, планктонный газ 78 мкм) в столбе воды 0–5 м, фиксировали 4% формалином (для изучения количественных структурных показателей калянид и идентификации, изучения морфологических особенностей эллобиопсид), фотосъемка проводилась с помощью светового микроскопа с цифровой камерой MC-3254R/MFG 3ccd (AVT-Horn, Aalen, Germany) с Axiovision software (Zeiss Inc. version 3.1). Фиксированные пробы просматривались при помощи бинокулярного микроскопа МБС-10 ($\times 56$). Камеральная обработка проб зоопланктона проводилась стандартными гидробиологическими методами. В пробах определяли общую численность мезозоопланктона в единице объема, численность калянид общую и по возрастным стадиям (науплии, копеподиты, половозрелые самки, половозрелые самцы). Регистрировали уровень инфекции популяции *A. salinus* (отношение количества особей с паразитами к количеству просмотренных (%)), число эктопаразитов на хозяине (на науплиусах, копеподитах и половозрелых *A. salinus*), стадии эллобиопсид.

Температуру воды, соленость, рН, растворенный кислород измеряли при помощи зонда Data Sonde 4 (Hydrolab Corp., USA) и YSI6600 (YSI Corp., USA). Также отбирались образцы воды на гидрохимический анализ с целью определения возможных канцерогенов в водоемах (фенолы, тяжелые металлы, пестициды), которые могли бы способствовать появлению TLAs.

Результаты исследования

Общая численность мезозоопланктона в пелагиали озер в мае 2010 г. составляла 59 тыс. экз./м³ (Ши́ра) и 11.4 тыс. экз./м³ (Шунет), доминирующих в сообществе калянид *A. salinus* – 56.2 тыс. экз./м³ и 11.1 тыс. экз./м³ соответственно (табл. 1).

В обоих озерах были зарегистрированы опухолеподобные аномалии, охватывающие только популяцию калянид и вызванные протозойными паразитами. Протисты, инфицирующие калянид, были идентифицированы как эллобиопсиды (*Ellobiopsidae*, *Ellobiopsis* sp.). Отмечен довольно высокий уровень заражения калянид – 72% (для оз. Ши́ра) и 14.2% (для оз. Шунет), в оз. Ши́ра эллобиопсиды были зарегистрированы на всех возрастных стадиях *A. salinus*, исключая науплиальные – возможно из-за их сезонной малой численности; в Шунете аномалии были отмечены на науплиусах и самках *A. salinus* (см. табл. 1).

Таблица 1. Структурные показатели зоопланктона (тыс. экз./м³) и уровень инфекции эллобиопсидными паразитами популяции калянид (%) озер Шира и Шунет в мае 2010 г.

Показатель	Численность	Численность инфицированных калянид	%
Оз. Шира			
Общая	59.0	–	–
Науплии	0.006		0
Копеподиты	43.0	14.1	32.8
Самцы <i>A. salinus</i>	9.6	1.2	12.5
Самки <i>A. salinus</i>	3.6	1.0	26.7
Свободные эллобиопсиды	0.05	–	–
Оз. Шунет			
Общая	11.4	–	–
Науплии	10.3	0.2	1.7
Копеподиты	0.03	0	0
Самцы <i>A. salinus</i>	0.4	0	0
Самки <i>A. salinus</i>	0.4	0.05	12.5

В цикле развития паразитов были отмечены стадии трофомеров, гономеров и стадия спороношения (рис. 1).

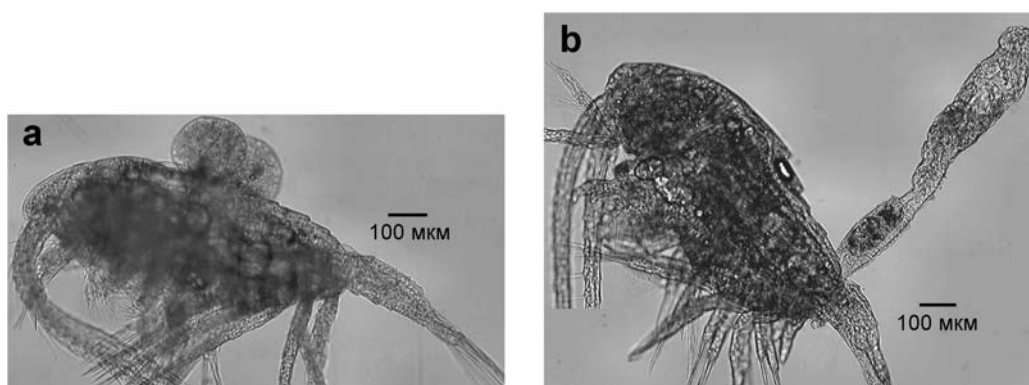


Рис. 1. Паразитические эллобиопсиды (*Ellobiopsis* sp.) на калянидах *A. salinus*. а – незрелые особи (стадия трофомера), б – зрелые особи (стадия гомера).

В пробах из оз. Шира были найдены эллобиопсиды в свободном состоянии, не прикрепленные к хозяину, на стадии после спороношения, их численность составляла 50 экз./м³. Размеры паразитов на различных стадиях развития: трофомеры – 170×120 мкм (ширина × высота), гомеры – 150×930 мкм соответственно.

В дальнейшем исследования будут продолжаться в направлении изучения систематики, стадий цикла развития, структурных характеристик эллобиопсид и их индикаторной роли при загрязнении водоемов, географического и временного распределения TLAs, выявления причин и оценки последствий аномалий.

Список литературы

- Коновалова Г.В. Паразитические перидинеи (Dinoflagellates) и эллобиопсиды (Ellobiopsidae) прибрежных вод Японского моря // Биология моря. 2007. Т. 33, №3. С. 167–175.
- Caulley M. *Ellobiopsis chattoni* n.g., n.sp. parasite de *Calanus helgolandicus* Claus, appartenant probablement aux *Peridiniens*. Bull. Fr. Belg., 1910. 44. P. 201–214.
- Kimmerer W.J., McKinnon A.D. High mortality in a copepod population caused by a parasitic dinoflagellate // Marine Biology. 1990. 107. P. 449–452.
- Manca M., Carnovale A., Alemani P. Exotopic protrusions and ellobiopsid infection in zooplanktonic copepods of a large, deep subalpine lake, Lago Maggiore, in northern Italy // Journal of plankton research. 2004. V. 26, №11. P. 1257–1263.
- Manca M., Vanderploeg H., Cavaletto J. et al. Seasonal, spatial and global patterns of infestation of tumor-like anomalies on zooplankton. Zooplankton Tumor Workshop, 1999. Great Lakes Environmental Research Laboratory, Ann Arbor, MI.
- Messick G.A., Vanderploeg H.A., Cavaletto J.F., Tyler S.S. Histological Characteristics of Abnormal Protrusions on Copepods from Lake Michigan, USA // Zoological Studies. 2004. 43(2). P. 314–322.
- Omair M., Vanderploeg H., Jude D. et al. First observation of tumor like abnormalities (Exophytic lesion) on Lake Michigan zooplankton // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1999. 56. P. 1711–1715.
- Rayner A.N., King E.M. First record of a freshwater calanoid *Tropodiptomus spectabilis* (Kiefer, 1929) (Crustacea, Copepoda) as host of an ellobiopsid parasite // J. Plankton Res. 1986. 8. P. 837–840.
- Silina N.I., Khudolei V.V. Tumorlike anomalies in planktonic copepods // Hydrobiol. J. 1994. 30. P. 52–55.
- Skovgaard A. Tumor-like anomalies on copepods may be wounds from Parasites // J. Plank. Res. 2004. 26. P. 1129–1131.
- Shields J.D. The parasitic dinoflagellates of marine crustaceans // Annu. Rev. Fish. Dis. 1994. 4. P. 241–271.

ВЛИЯНИЕ ТРЕМАТОДНОЙ ИНВАЗИИ НА КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГЕМОЛИМФЫ МОЛЛЮСКОВ *PLANORBARIUS CORNEUS* (GASTROPODA: PULMONATA)

Г.Л. Атаев, Е.Е. Прохорова

Российский Государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д.48. ataev@herzen.spb.ru

Моллюски *Planorbarius corneus* являются одним из наиболее интенсивно изучаемых видов пульмонат. Во многом это обусловлено тем, что они служат промежуточными хозяевами для многих видов трематод и широко используются в качестве модельных объектов для анализа паразито-хозяйинных отношений.

Одним из факторов, лимитирующих функционирование системы «трематоды – моллюск» является иммунная реакция моллюска-хозяина по отношению к паразиту (Connors, 2003). Успешность развития трематодной инвазии определяется эффективностью функционирования защитных систем хозяина. Уровень резистентности пульмонат по отношению к партенитам трематод является генетически детерминированным признаком, который фенотипически проявляется в совокупности клеточных и гуморальных реакций, направленных на подавление и элиминацию паразита (Sorensen, Minchella, 2001).

Основными функциональными элементами иммунной системы пульмонат являются циркулирующие клетки гемолимфы – гемоциты (Прохорова, 2009). Последние обеспечивают распознавание, изоляцию и элиминацию чужеродных факторов, а также восстановление внутренней среды от последствий защитных реакций (Атаев, Полевщиков, 2005). Соответственно, проникновение во внутреннюю среду моллюска паразита может сопровождаться изменениями клеточного состава гемолимфы (Атаев и др., 2005).

Для изучения влияния паразитарной инвазии на клеточный состав гемолимфы катушек был проведен анализ гемолимфы моллюсков *Planorbarius corneus* (Planorbidae), зараженных трематодами разных видов. Гемолимфу, собранную из кровеносного синуса в головном отделе моллюска, анализировали на проточном цитофлуориметре (Beckman Coulter, Германия). При анализе учитывали показатели прямого и бокового светорассеивания, характеризующие размеры и гранулярность клеток.

В гемолимфе зараженных трематодами и незараженных моллюсков *Planorbarius corneus* было выявлено наличие в двух популяций гемоцитов: мелких клеток с небольшим числом гранул и крупных, более гранулярных клеток. С увеличением размера гемоцитов их гранулярность возрастает. По относительным размерам и гранулярности данные популяции клеток соответствуют описанным ранее морфологическим типам гемоцитов – гранулоцитам и гиалиноцитам (Прохорова, 2009).

Согласно данным цитофлуориметрического анализа, у незараженных моллюсков гиалиноциты составляют $58.52 \pm 6.51\%$, а гранулоциты – $37.08 \pm 7.28\%$ от всех гемоцитов, при этом не выявлено четкой границы между выделенными популяциями. У моллюсков, зараженных трематодами *Cotylurus* sp. четко выделяются две популяции клеток: гиалиноциты составляют $32.87 \pm 11.7\%$, а гранулоциты – $57.42 \pm 8.37\%$ от всех клеток. У моллюсков, зараженных партенитами *Notocotylus* sp., наблюдается схожая картина: гранулоциты и гиалиноциты составляют соответственно 34.07 ± 9.13 и $56.10 \pm 10.6\%$ от всех клеток. У моллюсков, зараженных трематодами *Plagiorchis* sp., соотношение популяций клеток оказывается близким к соотношению гемоцитов у незараженных особей: гранулоцитов – $31.68 \pm 5.13\%$, гиалиноцитов – $56.32 \pm 4.96\%$. Однако в этом случае отмечена более четкая граница между гранулоцитами и гиалиноцитами. У моллюсков, зараженных партенитами из сем. *Echinostomatidae* гиалиноциты составляют в среднем $41.31 \pm 8.10\%$, а гиалиноциты $38.06 \pm 11.48\%$ от всех гемоцитов (Прохорова, Атаев, 2010).

Таким образом, заражение различными видами трематод по-разному влияет на соотношение популяций гемоцитов в гемолимфе катушек. Различный клеточный ответ может быть связан с разными стратегиями развития трематод в моллюске (Baune, Yoshino, 1989.). Одним из факторов, способных влиять на соотношение циркулирующих гемоцитов, может быть образования гемоцитарной мантии вокруг паразита (Добровольский и др., 1983), на формирование которой уходит значительное количество циркулирующих гемоцитов.

В настоящее время все больше подтверждается точка зрения, что сложившиеся в ходе длительного развития взаимоотношения внутри паразито-хозяйинной системы «трематоды – моллюск», являются специфичными. В литературе имеются сведения примерно о трех десятках изученных в этом отношении видов моллюсков (Sorensen, Minchella, 2001.). Для большинства из них известен определенный круг специфичных паразитов. Трематоды различаются по способности к взаимодействию с внутренними защитными системами моллюска (Connors, 2003). Соответственно, могут отличаться и механизмы защит-

ных реакций, участвующих в подавлении паразита, что обуславливает различный вклад гуморальных и клеточных реакций.

Список литературы

- Атаев Г.Л., Ерёмкина Е.Е., Полевщиков А.В. Защитные реакции брюхоногих моллюсков: 2. Гуморальные реакции // *Паразитология*. 2005. 39 (1). С. 3–15.
- Атаев Г.Л., Дьячков И.С., Полевщиков А.В. Сравнительно-иммунологический анализ защитных реакций брюхоногих моллюсков // *Известия РГПУ им. Герцена*. 2005. 39 (1). С. 265–281.
- Атаев Г.Л., Полевщиков А.В. Защитные реакции брюхоногих моллюсков: 1. Клеточные реакции // *Паразитология*. 2004. 38 (4). С. 342–351.
- Добровольский А.А., Галактионов К.В., Мухамедов Г.К., Синха Б.К., Тихомирова И.А. Партеногенетические поколения трематод // *Тр. Ленинградского об-ва естествоиспытателей*. 1983. 82 (4). 108 с.
- Прохорова Е.Е. Защитные реакции пульмонат (*Gastropoda*). Автореферат дисс. канд. биол. наук. СПб: СПбГУ, 2009. 18 с.
- Прохорова Е.Е., Атаев Г.Л. Защитные реакции моллюсков сем. Planorbidae на трематодную инвазию // *Известия РГПУ*. 2010. 122. С. 120–131.
- Bayne C.J., Yoshino T.P. Determinants of compatibility in mollusc-trematode parasitism // *American Zoologist*. 1989. 29. P. 399–407.
- Connors V.A. The schistosome-snail interaction: factors involved in host immunodefense activation and parasite killing in susceptible and resistant *Biomphalaria glabrata*. // *Taxonomy, ecology and evolution of metazoan parasites*. 2003. I. P. 203–224.
- Sorensen R.E., Minchella D.J. Snail-trematode life history interactions: past trends and future directions // *Parasitology*. 2001. 123. P. 3–18.

ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНОЦЕНОЗА СРЕДНИХ ОЗЕР АКМОЛИНСКОГО РАЙОНА СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

¹Г.А. Аубакирова, ¹Б.С. Майканов, ²Е.В. Пищенко, ²И.В. Морузи

¹ *Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан, г. Астана, пр. Победы, 116, aubakirova.gulzhan@mail.ru*

² *Новосибирский государственный аграрный университет, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 162, epishenko@ngs.ru*

Казахстан обладает большими возможностями рыбоводства во внутренних водоемах. На территории республики кроме Аральского моря, озер Балхаш и Зайсан, имеются водоемы, при полном освоении которых вылов рыбы может быть значительно повышен. К числу этих водоемов можно отнести озера Ашыколь и Кумколь Акмолинского района Казахстана.

Исследования были проведены летом 2006–2008 гг. Их целью было установить биопродукционный потенциал средних по площади водоемов Северного Казахстана на примере озер Акмолинской области. Определить качественный состав, выявить доминирующие виды, провести мониторинг динамики численности основных групп гидробионтов.

Общая площадь оз. Ашыколь составляет 347 га. Озеро бессточное, максимальная глубина 3.3 м, средняя 1.1 м. Вода слегка солоноватая. Берега пологие. Средняя температура воды в летний и раннеосенний период составляет 21–25 °С. Подстилающие грунты илистые. Общая зарастаемость водного зеркала средняя, зарастаемость макрофитами составляет в среднем 30–37%.

В годы исследований площадь оз. Кумколь составляла 624 га. Озеро бессточное, мелководное с преобладанием 2-х метровых глубин. Берега пологие, в юго-восточной части небольшая площадь зарастает надводной и погруженной растительностью, полоса зарослей шириной до 50 м протянулась от берега вглубь озера. Повсеместно растут камыш, тростник, рдесты. Дно озера песчано-илистое. Температура воды в среднем в поверхностных горизонтах не превышала 19–23 °С.

По классификации, предложенной О.А. Алёкиным (1970), оз. Ашыколь относится к гидрокарбонатному классу, группа кальция, второго типа, Кумколь – к гидрокарбонатному классу, группа кальция, первого типа.

Содержание кислорода у поверхности воды в оз. Ашыколь в 2006 и 2008 гг. было на уровне 8.17 мг/л. В 2007 г. отмечено снижение количества O₂ на 0.18 мг/л, что составило 7.9 мг/л. Содержание кислорода в воде у дна в среднем колеблется от 6.87 до 7 мг/л. Кислородный баланс находится на уровне 1.03–1.43 мг/л.

В оз. Кумколь, в среднем содержание O₂ в воде у поверхности было равно 8.10–8.87 мг/л. Наибольшее значение этого показателя у дна в этом озере отмечено в 2008 г. – 6.46, наименьшее в 2007 г. – 5.96 мг/л. Кислородный баланс 1.94–2.83 мг/л.

Нами было проведено изучение зоопланктонных сообществ исследуемых озёр по стандартным методикам. В каждом водоеме пробы зоопланктона отбирали в 3-х точках, которые просчитывали в камере

Богорова. Для учета редких крупных форм, а также овулятивных особей просматривали осадок. Для определения продукции зоопланктона измеряли 50 экз. каждого вида с учетом стадии развития и пола.

В результате проведенных исследований, было установлено, что зоопланктон исследуемых водоёмов не отличался богатством видового состава. Так, в оз. Ашыколь было обнаружено 5 видов, из них 3 вида – ветвистоусых рачков, 1 – веслоногих и 1 – коловраток (табл. 1). Видовой состав зоопланктона в оз. Кумколь также беден, обнаружено всего 9 видов.

Таблица 1. Видовой состав гидробионтов в озерах Акмолинской области

Гидробионты	Наименование водоёмов	
	Ашыколь	Кумколь
	Cladocera	
<i>Daphnia cucullata</i>	+	+
<i>D. longispina</i>	+	+
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	+	-
<i>Bosmina longirostris</i>	-	+
<i>Moina brahiata</i>	-	+
	Copepoda	
<i>Diaptomus</i> sp.	+	+
<i>Acantacyclops</i> sp.	-	+
	Rotifera	
<i>Asplanhna priodonta</i>	+	+
<i>Keratella quadrata</i>	-	+
<i>Hexarthra mira</i>	-	+
Количество видов	5	9

В оз. Ашыколь руководящими видами являются *Diaptomus* sp., *Daphnia longispina* (табл. 2). Численность *Diaptomus* sp. была в среднем 65.47 тыс. экз./м³. Наибольшее количество *Daphnia longispina* отмечено в 2008 г. – 57.87, наименьшее 2006 г. – 54.33 тыс. экз./м³. *D. cucullata* составляла в сообществе 5.8–6.6%. Численность циклопов варьировала от 52.0 до 54.5 тыс. экз./м³ при удельном обилии от 28.2 до 30.8%.

Таблица 2. Численность и удельное обилие зоопланктона в оз. Ашыколь

Показатель	Год		
	2006	2007	2008
Общая численность, тыс. экз./м ³	184.03 ± 11.46 **	176.80 ± 16.82 ***	187.5 ± 14.33 ***
<i>D. longispina</i>	54.33 ± 6.57	56.90 ± 6.72	57.87 ± 6.64
<i>D. cucullata</i>	12.23 ± 2.72	12.80 ± 2.29	10.93 ± 2.27
<i>Diaptomus</i> sp.	65.47 ± 4.73	64.67 ± 5.89	65.47 ± 4.73
<i>Acantacyclops</i> sp.	52 ± 1.73	54.50 ± 5.07	53.70 ± 2.71
	Удельное обилие, %		
<i>Daphnia longispina</i>	29.5	32.1	30.8
<i>D. cucullata</i>	6.6	7.2	5.8
<i>Diaptomus</i> sp.	35.5	36.5	34.6
<i>Cyclops</i> sp.	28.2	30.8	28.6

Примечание. Здесь и далее: * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$

Общая численность ракообразных в оз. Кумколь по годам варьировала в пределах 66.63–72.23 тыс. экз./м³. Удельное обилие *Diaptomus* sp. колебалось от 60.8 до 62.7%, а *Cyclops* sp. – от 37.6 до 39.1% (табл. 3). Общая численность зоопланктона варьировала в пределах 66.63–72.23 тыс. экз./м³.

Таблица 3. Численность и удельное обилие зоопланктона в оз. Кумколь

Показатель	Год		
	2006	2007	2008
Общая численность, тыс. экз./м ³	70.30 ± 4.86 **	72.23 ± 4.2 ***	66.63 ± 2.37 ***
<i>Diaptomus</i> sp.	44.13 ± 7.69	43.93 ± 6.41	41.57 ± 6.03
<i>Cyclops</i> sp.	26.17 ± 3.03	28.30 ± 3.78	25.07 ± 3.71
	Удельное обилие, %		
<i>Diaptomus</i> sp.	62.7	60.8	62.3
<i>Cyclops</i> sp.	37.2	39.1	37.6

Доминирующим видом в оз. Кумколь все три года исследования был *Diaptomus* sp., численность которого в 2006 г. достигала 44.13 тыс. экз./м³. Однако в 2008 г. отмечалось снижение численности до 41.57 тыс. экз./м³ при удельном обилии 60.8–62.7%.

Наибольшая общая биомасса в оз. Ашыколь была отмечена в 2008 г. – 6.66, наименьшая в 2007 г. – 5.84 г/м³ (табл. 4). В общей биомассе преобладали *Daphnia longispina* (3.3–3.5 г/м³). В оз. Кумколь биомасса зоопланктона колебалась по годам в пределах 25–48.2 г/м³ (табл. 5). Основу биомассы составляли *Cyclops* sp. (85.8–90.6%), биомасса других таксонов была ниже на 20%.

Таблица 4. Биомасса и удельная биомасса зоопланктона в оз. Ашыколь

Показатель	Год		
	2006	2007	2008
Общая биомасса, г/м ³	6.58 ± 0.57	5.84 ± 0.95	6.66 ± 0.74
<i>Daphnia longispina</i>	3.26 ± 0.39	3.43 ± 0.42	3.47 ± 0.40
<i>D. cucullata</i>	2.45 ± 0.54	2.56 ± 0.46	2.19 ± 0.45
<i>Diaptomus</i> sp.	0.46 ± 0.3	0.45 ± 0.04	0.45 ± 0.04
<i>Cyclops</i> sp.	0.41 ± 0.01	0.43 ± 0.04	0.42 ± 0.02
Удельная биомасса, %			
<i>D. longispina</i>	49.5	58.7	52.1
<i>Daphnia cucullata</i>	37.2	43.8	32.8
<i>Diaptomus</i> sp.	6.9	7.7	6.7
<i>Cyclops</i> sp.	6.2	7.3	6.3

Таблица 5. Биомасса и удельная биомасса зоопланктона в оз. Кумколь

Показатель	Год		
	2006	2007	2008
Общая биомасса, г/м ³	25.00 ± 2.96	47.55 ± 1.96	48.24 ± 0.69
<i>Diaptomus</i> sp.	2.33 ± 0.43	6.26 ± 1.01	6.87 ± 0.90
<i>Cyclops</i> sp.	22.67 ± 2.94	41.29 ± 0.97	41.37 ± 0.62
Удельная биомасса, %			
<i>Diaptomus</i> sp.	9.3	13.1	14.25
<i>Cyclops</i> sp.	90.6	86.8	85.75

Таким образом, в результате проведенных в 2006–2008 гг. исследований было установлено, что зоопланктон исследуемых водоёмов не отличался богатым разнообразием видов. Так, в оз. Ашыколь было обнаружено 5 видов зоопланктеров, а в оз. Кумколь – 9. Биомасса зоопланктона в оз. Ашыколь колебалась в пределах 5.84–6.66 г/м³, а в оз. Кумколь – от 25.0 до 48.2 г/м³.

Список литературы

- Бенинг А.Л. Кладоцера Кавказа. Тбилиси: Грузмедгиз, 1941. 384 с.
 Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л.: Наука, 1970. 744 с.
 Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.-Л.: Наука, 1964. 328 с.
 Морузи И.В., Пищенко Е.В., Веснина Л.В. Практикум по гидробиологии. Новосибирск, 2008. С. 17–43.
 Рылов В.М. Пресноводные Cyclopoidea СССР. Фауна СССР. Ракообразные. 1948. Т. III, вып. 3. 320 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА СТЕПНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ

Е.Ю. Афонина

Институт природных ресурсов, экологии и криологии, г. Чита, ул. Недорезова, 16а, kataf@mail.ru

Водохранилище Харанорской ГРЭС – единственный водоем-охладитель бассейна Верхнего Амура, имеющее сложное гидротехническое строение. Это самостоятельный тип экосистемы, сформировавшийся на базе рек Онон, Турга и мелких пойменных водоемов и находящийся в сукцессионной динамике в режиме постоянно действующего антропогенного фактора в условиях резко-континентального климата степного Забайкалья (Водоем-охладитель ..., 2005).

Водоем-охладитель расположен в среднем течении р. Онон в месте впадения в нее р. Турга на юго-востоке Забайкальского края (50°28.563' с.ш., 116°20.682' в.д.). Водосборная площадь р. Онон представляет собой горную страну с преобладающими низко- и средневысотными горами со средней высотой всего района около 700 м БС и находится в центрально-азиатской пустынно-степной области монгольской степной провинции Онон-Аргунского округа. Климат формируется под воздействием как океанических, так и континентальных факторов, а потому отличается резко выраженной континентальностью, в то же время имеет муссонный характер с пониженным влагосодержанием воздуха (Восточное ..., 1968).

Заполнение и подпитка наливного водохранилища осуществляется путем подкачки воды насосами из дренажного канала, соединенного р. Турга (в зимний период) и подводящего канала, соединенного с р. Онон (в летний). При нормальном подпорном уровне 574 м БС площадь водного зеркала равна 4.1 км², объем – 15.6 млн. м³, средняя глубина – 4 м, периметр по урезу воды – 8.6 км. Ложе водоема представлено преимущественно искусственными галечно-каменистыми грунтами, лишь у левого побережья развиты дерновые грунты с залитой наземной растительностью. Вода по химическим показателям относится к сульфатно-гидрокарбонатному или гидрокарбонатному классу с преобладанием натриево-магниевых-кальциевых (лето) и магниевых-натриево-кальциевых (осень) солей с минерализацией 162–242 мг/дм³, по кислотности – к щелочной (рН – 9.25) (Водоем-охладитель ..., 2005).

Экосистема Харанорского водохранилища подвергается постоянному влиянию различных экстремальных факторов среды, что является причиной ее крайней нестабильности. К таким основным факторам относятся: динамика уровня (среднегодовые колебания уровня составляли от 0.12 до 1.34 м); тепловая нагрузка; биогенная насыщенность (особенно, по содержанию фосфора (0.25–0.40 мг/л); высокая концентрация органического вещества (до 133–143 мг/л); массовое «цветение» сине-зеленых водорослей, численность и биомасса которых в отдельные годы достигали 22 млн. кл./л и 120 г/м³ (Водоем-охладитель ..., 2005). Биогенные элементы и загрязняющие вещества в огромных количествах поступают в водохранилище при сбросе продуктов очистки котлоагрегатов станции, а также через р. Турга и дренажный канал с фильтрационными водами гидрозолошлакоотвала и с недостаточно очищенными стоками из поселков Ясногорск, Ясная, Мирная (Абакумова, 2009).

Гидробиологические исследования водохранилища были начаты с первого года его заполнения и проводятся по настоящее время. В работе представлены материалы по зоопланктону за 1995–2007 гг. Для сбора проб применялась сеть Джеди средней модели с фильтрующим конусом из капронового сита № 58 и 73. Фиксированные 4%-м формалином или 70%-м раствором этанола образцы просматривались в лабораторных условиях с использованием стандартной количественно-весовой методики, принятой в отечественной гидробиологии (Методические рекомендации..., 1982; Киселев, 1969). Данные по биомассе организмов получали путем определения индивидуального веса организмов с учетом их размера (Балушкина, Винберг, 1979; Руттнер-Колишко, 1977). Выявление структурообразующих видов проводили с помощью функции рангового распределения относительно обилия видов (Федоров, Гильманов, 1980). При расчете сходства видовых списков в сравниваемых водоемах использовали выражаемый в процентах индекс сходства видовых списков Чекановского-Сьеренсена (Вайнштейн, 1976). Встречаемость вида определяли как соотношение числа проб, в которых встречался вид, к общему числу проб (Песенко, 1982).

Планктонная фауна Харанорского водохранилища характеризуется высоким разнообразием и состоит из 103 таксонов видовой ранга, относящиеся к 12 отрядам, 30 семействам и 59 родам. Из них к коловраткам относится 52 вида, к ветвистоусым – 32, к веслоногим – 19. Наибольшей видовой насыщенностью обладают роды: *Trichocerca* (7 видов), *Brachionus*, *Synchaeta* (по 5), *Alona*, *Bosmina* (по 4), *Keratella*, *Euchlanis*, *Polyarthra*, *Daphnia* (по 3), *Lecane*, *Notholca*, *Asplanchna*, *Trichotria*, *Diaphanasoma*, *Ceriodaphnia*, *Macrothrix*, *Pleuroxus*, *Alonella*, *Neutrodiaptomus*, *Eucyclops*, *Cyclops*, *Acantocyclops*, *Mesocyclops* (по 2), остальные по 1 виду. К наиболее часто встречающимся видам (в 50–100% всех проб) отнесено 7: *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia galeata*, *Thermocyclops crassus*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops vicinus*. Следующие 10 – *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Conohilus unicornis*, *Polyarthra dolychoptera*, *Diaphanasoma brachyurum*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longispina*, *Mesocyclops leuckarti*, *Heterocope appendiculata* – обнаруживались в 25–50% всех проб, другие (*Testudinella patina*, *Filinia longiseta*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus angularis*, *Trichocerca cylindrica*, *Synchaeta pectinata*, *Bipalpus hudsoni*, *Daphnia pulex*, *D. longispina*, *Macrothrix laticornis*, *Bosmonopsis deitersi*, *Acantodiaptomus denticornis*, *Eucyclops serrulatus*, *Sinodiaptomus sarsi*, *Cyclops kolensis*, *Neutrodiaptomus* sp.) – в 5–20%, остальные регистрировались не чаще 1–3 раз за вегетационный период. Среди качественного обилия гидробионтов количество доминантов при нижней границе доминирования не менее 5% за весь период изучения составило 6 видов: *A. priodonta*, *K. longispina*, *D. galeata*, *B. longirostris*, *T. crassus*, *C. vicinus*. Круглогодичными формами планктона являлись *A. priodonta*, *P. dolychoptera*, *S. pectinata*, *K. longispina*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, *F. longiseta*, *B. longirostris*, *B. longispina*, *Ch. sphaericus*, *D. galeata*, *D. longispina*, *T. crassus*, *C. vicinus*, *M. leuckarti*, *E. graciloides*. Постоянными обитателями в течение вегетационного сезона были *B. hudsoni*, *Brachionus q. quadridentatus*, *E. dilatata*, *T. patina*, *C. quadrangula*, *B. deitersi*, *A. denticornis*, *E. serrulatus*, *Neutrodiaptomus incongruence*, *H. appendiculata*. Наиболее разнообразен в видовом отношении летний планктон: *Brachionus diversicornis*, *B. calyiflorus amphicerus*, *Platyias quadricornis*, *Mytilina ventralis*, *Lepadella ovalis*, *Notholca squamula*, *N. acuminata*, *Pleuroxus aduncus*, *P. trigonellus*, *Monospilus dispar*, *Acroperus harpae*, *Bythotrephes longimanus*, *Sinodiaptomus sarsi*, *Macrocyclus albidus*, *Cyclops kolensis* и др. Типично весенние виды:

Brachionus quadridentatus cluniorbicularis, *B. urceus*, *B. angularis*, *Trichocerca rattus*, лишь осенью встречались *Euchlanis lyra*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta oblonga*, *S. stylata*.

В зоопланктоне степного водохранилища отмечено 5 редких и не свойственных региону видов ракообразных: *Bosmina coregoni*, *B. crassicornis*, *B. deitersi*, *S. sarsi*, *Mesocyclops arakhlensis*. Виды *B. coregoni* и *M. arakhlensis* в Забайкалье известны из высокогорных и глубоководных озер (Кожов, 1950; Мишарина, 1967; Клишко, Шашуловская, 1998; Биота ..., 2006; Алексеев, 1993). Другие отмечены для Восточной Сибири впервые.

В зоогеографическом отношении зоопланктон водохранилища типичен для водоемов Восточной Сибири и в большей мере представлен широко распространенными видами (45%), голаркты и палеаркты составляют соответственно 33 и 22%. По биотопической приуроченности преобладают эврибионтные виды (45%), к литоральным формам относится 23%, доля других групп незначительная (6–13%). По способу передвижения доминируют представители со смешанным типом (40%), на втором месте – истинные планктеры (29%), по способу захвата пищи лидируют фильтраторы и вертикаторы (56%). В видовом составе найдено 59 видов-индикаторов различных зон сапробности, среди которых 34% составляют виды, развивающиеся в олигосапробных и столько же в β-мезосапробных условиях, 27% – индикаторы переходной между олиго- и β-мезосапробной зоной.

При сравнении планктонной фауны Харанорского водохранилища с другими водоемами, расположенными в бассейне Верхнего Амура (оз. Кенон – водоем-охладитель Читинской ТЭЦ, относящийся к бассейну р. Ингода, и Краснокаменское водохранилище – наливной водоем-резервуар, расположенный в бассейне р. Аргунь), выявлено следующее. По комплексу доминирующих видов и их эколого-географической характеристике исследуемое водохранилище имеет схожие черты с вышеназванными водоемами (Экология ..., 1998; Эвтрофирование ..., 1985). Однако, коэффициент видового сходства Чекановского-Сьеренсена невысок, и с фауной оз. Кенон он составляет 0.48, с Краснокаменским водохранилищем – 0.41. Высокое видовое разнообразие зоопланктона степного водохранилища обусловлено, во-первых: богатой биотой (более 185 видов) мелких заросших водной растительностью пойменных озер (Прогноз ..., 1974), ставших стартовым биофондом водохранилища. Во-вторых, проникновением гидробионтов с водами р. Онон (77 видов) через разветвленную систему притоков и озер, соединенных между собой и с самой рекой, особенно во время половодья, многочисленными протоками последней (Афониная, Итигилова, 2005, 2010).

В пространственной зональности гидробионтов какой-либо строгой закономерности не выявлено, и приуроченность конкретных видов к тем или иным участкам водохранилища также не отмечена. Это связано с тем, что преобладание ветров на данной территории приводит к постоянному перемешиванию водной массы на небольшом по площади и глубине водоеме. К тому же отсутствие разнообразных биотопов (зарослей водной растительности, заливов и др.), сработка уровня также способствуют хаотичному распределению организмов по акватории водоема.

В развитии зооценоза Харанорского водохранилища можно выделить два периода. Первый, включающий начальный этап становления водохранилища (1995–2001 гг.), характеризуется постепенной сменой в доминирующем комплексе крупных форм ракообразных на мелкие (*D. galeata* → *B. longirostris*) и фильтраторов на хищников (*B. longirostris* → *T. crassus*). В сезонной сукцессии зоопланктона выделяются два максимума: весенне-летний за счет мелких циклопов и летне-осенний – за счет развития кладоцер. Середина лета характеризуется «всеобщей «депрессией». Температурный максимум (26–28 °С) приводит к значительному уменьшению содержания в воде кислорода (до 4.5–6.0 мг/л), азотных (нитрат-ионы – 0.01 мг/л, нитрит-ионы – 0.003, аммоний-ионы – 0.02) и фосфорных (фосфат-ионы – 0, общий фосфор – 0.005) соединений (Водоем-охладитель ..., 2005). Такой гидрохимический минимум, в свою очередь, способствует сокращению разнообразия и численности фитопланктона (Водоем-охладитель ..., 2005) и, в конечном итоге, приводит к уменьшению количественных показателей 3–5 видов зоопланктона до критически низких величин. Еще одним немаловажным фактором «депрессии» гидробионтов являются сине-зеленые водоросли с массовым развитием *Aphanizomenon flos-aquae*. Ее интенсивное цветение тормозит развитие планктонной фауны, поскольку при размножении цианобактерий образуются обширные плавучие массы, покрывающие поверхность водоемов, и они препятствуют попаданию света, уменьшают прозрачность. Такое аномальное увеличение массы сине-зеленых водорослей оказывает отрицательное воздействие на водных растительных, поскольку пищевые свойства этих водорослей хуже, чем у водорослей, живущих при нормальной температуре. Кроме того, цианобактерии содержат токсины, способные аккумулироваться в пищевых цепях.

Второй период включает 2002–2007 гг. и это время господства коловратки *K. longispina*. Кривая внутригодовой динамики абсолютного доминанта, занимающего зоопланктонном сообществе 95–100% численности, характеризуется наличием двух вершин: весенней и меньшей летней.

Что же вызвало столь колоссальное развитие *K. longispina*? Вид встречался в планктоне водохранилища круглогодично с максимумом развития в весенне-летний период (май – июнь). Огромная вспышка численности наблюдалась в 2002 и 2003 гг. на центральной станции (2112 и 3845.65 тыс. экз./м³ соответственно). Как известно, одной из главных причин нормального функционирования организма является наличие в достаточном количестве пищевого ресурса. Пищей мелкоразмерного планктонного вертикатора является взвешенный мелкодисперсный детрит, бактерио-, фитопланктон (Чуйков, 2000). В водохранилище имеются такие необходимые трофические условия: органическая насыщенность веществами автохтонного происхождения (продукты разложения и гниения затопленной наземной растительности, водорослей); большое количество взвешенных частиц, изобилующих скоплениями бактериальных тел (1.137–4.792 млн. кл./мл); обилие (7–15 млн. кл./л и 20–65 г/м³) кормового фитопланктона (нанопланктонные организмы из золотистых *Chrysococcus rufescens*, *Keperion doliolum*, *K. ovum*, *K. spirale*, *Pseudokephyrion poculum*, *P. pilidum*, *Dynobryon divergens*) (Водоем-охладитель ..., 2005). Немаловажным фактором является и отсутствие потребителей среди рыбного населения, избирательность питания и выпадение из планктона облигатных хищников (*Th. crassus*, *C. vicinus*, *C. kolensis*, *H. appendiculata*). Все это и способствовало созданию благоприятных условий для чрезмерного развития *K. longispina*.

Действие антропогенных факторов отрицательно сказывается на формировании гидрохимического режима всего водоема, что приводит к нарушению процессов жизнедеятельности и воспроизводства гидробионтов и, в конечном счете, к нарушению взаимосвязей и целостности экосистемы водохранилища. Основные черты многолетней сукцессии зоопланктона Харанорского водохранилища на фоне влияния экстремальных факторов среды проявились в снижении видового разнообразия, сокращении экологических групп, упрощении видовой структуры до состояния гомогенного биоценоза с преобладанием одного вида, многократное увеличение численности отдельных видов на фоне снижения количественных показателей других видов, постоянная перестройка доминирующего комплекса.

Исследования проводились в рамках работ: «Гидробиологическая характеристика рек Онон, Турга и водоема-охладителя Харанорской ГРЭС», «Комплексная оценка и прогноз экологического состояния водохранилища-охладителя Харанорской ГРЭС», «Современное состояние ихтиофауны и гидробионтов водоема-охладителя Харанорской ГРЭС» при финансовой поддержке ОАО ОГК-3 Харанорская ГРЭС.

Список литературы

- Абакумова В.Ю. Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС (Забайкальский край): проблемы водопользования // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды межд. науч.-практ. конф. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2009. Т. II. С. 3–6.
- Афоница Е.Ю., Итигилова М.Ц. Влияние рек на формирование зоопланктоценоза водохранилища // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: материалы науч. конф. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2005. С. 251–253.
- Афоница Е.Ю., Итигилова М.Ц. Зоопланктон реки Онон (Забайкальский край) // Вестник КрасГАУ, 2010. Вып. 2. С. 62–68.
- Балушкина Е.Б., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169–172.
- Биота Витимского заповедника: структура биота водных экосистем / А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок, Н.А. Рожкова и др. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2006. 256 с.
- Вайнштейн Б.А. Об оценке сходства между биоценозами // Биология, морфология, и систематика водных организмов. Л.: Наука, 1976. С. 156–164.
- Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь / М.Ц. Итигилова [и др.]; отв. ред. В.В. Кириллов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 192 с.
- Восточное Забайкалье (Перспективы развития производительных сил Читинской области). Иркутск-Чита: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1968. 188 с.
- Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод. М.-Л.: Наука, 1969. 243 с.
- Клишко О.К., Шашуловская Ю.А. Пелагические зоопланктоценозы озер горнотаежной зоны Забайкалья // Видовая структура гидробиоценозов озер и рек горных территорий. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 73–91.
- Кожов М.М. Пресные воды Восточной Сибири. Иркутск: ОГИЗ, 1950. 367 с.
- Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: Изд-во Зоологического ин-та АН СССР, 1974. 60 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 28 с.
- Мишарина Э.Н. Зоопланктон Ивано-Арахлейских озер // Уч. зап. Иркутск. пед. ин-та. Иркутск, 1967. Вып. 24. Ч. 1. Сер. биол. С. 3–25.
- Прогноз гидробиологического режима наливного водохранилища: отчет / Фонды БГНИИ при ИГУ, 1974. Иркутск, 1974. 48 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: МГУ, 1980. 464 с.

- Чуйков Ю.С. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. 196 с.
- Эвтрофирование малых водохранилищ / Локоть Л.И., Горлачев В.П., Горлачева Е.П. и др. Новосибирск: Наука, 1985. 160 с.
- Экология городского водоема / Итигилова М.Ц., А.П. Чечель, Л.В. Замана и др. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. 260 с.
- Alekseev V.R. The new subspecies of *Mesocyclops leuckrti* from East Siberia (Crustacea, Cyclopida: Cyclopidae) // *Zoo-syst. Rossical.* St. Petersburg, 1993. Vol. 2. P. 55–58.
- Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers // *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* Struttgart, 1977. Bd 8. S. 71–76.

ПИЩЕВОЙ ФАКТОР И УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛИКУЛЬТУРЫ КОЛОВРАТОК

Е.Н. Бакаева

*Южный отдел Института водных проблем РАН,
44090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198, rotaria@mail.ru*

Разработанные и используемые в аквакультуре методы массового культивирования коловраток рассчитаны на выращивание одного продуктивного вида. При накопительном культивировании на водорослевом корме на дне ёмкостей, наряду с экскрементами коловраток, нередко оседает большое количество водорослей. В случае длительного нахождения в культуральной ёмкости, образующийся детрит является субстратом для развития бактерий и вселения простейших, которые часто приводят к гибели культуры. В проточных культурах – другая проблема: большое количество водорослей проходит через культиватор неиспользованными.

Создание поликультуры особей экологически различных видов коловраток, не конкурирующих за пищу, возможно, позволит решить проблему эффективности использования водорослей в массовых культурах. Как известно, между гидробионтами, населяющими один и тот же биотоп и относящимися к одному трофическому уровню, возможны конкурентные или нейтральные отношения. Две популяции могут либо влиять, либо не влиять друг на друга; если влияние есть, то оно может быть благоприятным или неблагоприятным (Пианка, 1981).

Межвидовая конкуренция, независимо от того, что лежит в её основе (пища, пространство, свет и т.д.) может привести либо к установлению равновесия между двумя видами, либо, при более жёсткой конкуренции, к замене популяции одного вида другим, либо к тому, что один вид вытеснит другой в иное место или же заставит его перейти на использование другой пищи (Одум, 1986). Последнее получило известность как принцип Вольтера-Гаузе или принципа конкурентного исключения. Полное вытеснение одного вида другим в процессе конкуренции встречается в природе как исключение. На основании этого и собственных наблюдений Бур (den Boer, 1980 – цит. по: Гиляров, 1987) формулирует принцип сосуществования. Согласно последнему экологически близкие виды встречается одновременно в одном месте чаще, чем этого следовало бы ожидать при их независимом друг от друга распределении. А.М. Гиляров (1987) относит принцип сосуществования к чисто эмпирическому обобщению, а принцип конкурентного исключения – к теоретическому, представляющему это как следствие простой модели конкуренции двух видов, ограниченных одним ресурсом. В оптимальных условиях существования при изобилии пищи конкурентные отношения могут не проявиться. Два вида могут выжить при совместном равновесном сосуществовании. В этом случае каждый из видов ограничивает рост своей собственной популяции в большей мере, чем рост популяции другого вида. Это наблюдается, когда виды, пространственно разделённые в культуре, так, что один вид лимитируется только своей собственной внутривидовой конкуренцией в одной части культуры, а другой – соответственно в другой части культуры. В этом случае возможна устойчивая конкуренция, т.к. виды делят пространство культуры между собой таким образом, что каждый вид более удачно конкурирует в своей собственной части культуры. Так было в эксперименте Гаузе с парамециями (Уиттекер, 1980). Межвидовая конкуренция идёт в направлении выживания посредством дивергенции взаимоотношений видов со средой и друг с другом.

Каждое реальное взаимодействие между популяциями уникально, а их классификация всегда есть некоторая абстракция (Abrams, 1987). Среди разных способов выделения и классификации взаимодействий Абрамс (Abrams, 1987) различает основанные на механизме взаимодействия и эффекте взаимодействия. Так, согласно первой классификации, конкуренция – это взаимодействие, при котором два вида влияют друг на друга, потребляя общие ресурсы. Согласно второй классификации конкуренция – это взаимодействие, при котором каждый из конкурирующих видов в присутствии другого уменьшает размер популяций и скорость популяционного роста. Предпочтение должно отдаваться классификации взаимодействия по механизмам, считает Абрамс, т.к. механизм легче наблюдать. Эта классификация имеет исторический приоритет. Любая классификация по эффектам приводит к включению в конкурен-

цию или хищничество таких взаимодействий, которые по механизмам никак не соответствуют подобным типам взаимодействий, поскольку противоречат общепринятому значению соответствующих терминов. Подчёркивается, что косвенные (непрямые) взаимодействия между двумя видами могут возникать как следствие влияния первого вида на какой-то третий (не рассматриваемый вид) или компонент среды, который в свою очередь влияет на второй, и как влияние третьего вида (компонента) на вызванное непосредственно взаимодействие с первым или вторым видом. Кроме того с изменением размера популяции классификация может меняться.

В литературе имеются сведения об использовании в практике лабораторного и массового выращивания культур, состоящих из двух видов гидробионтов одного трофического уровня. При совместном культивировании ветвистоусых рачков *Daphnia magna* и *Chydorus sphaericus*, последний использует пищевой материал, прошедший через кишечник дафний (Богатова, 1980). Совместное культивирование приводит к более полному потреблению корма и более интенсивной минерализации органического вещества. При массовом совместном культивировании *Daphnia pulex* и *C. sphaericus* в бетонных бассейнах объёмом 6 м³ отмечено преобладание хидорусов в придонных слоях (Богатова, 1980). Численность хидоруса составляла 77% от общей численности поликультуры. На основании наблюдений за динамикой численности и биомассы разных видов при совместном выращивании поликультур ветвистоусых рачков в бассейнах и прудах (*D. magna* + *Moina macrocopa*, *D. magna* + *Ceriodaphnia reticulata*, *M. macrocopa* + *C. reticulata*, *D. magna* + *M. macrocopa* + *C. reticulata*) и расчёте плодовитости выделено три типа популяционных отношений (Богатова, 1980):

1. Конкурентные отношения животных со сходными спектрами питания. Так, более плодовитый вид *M. macrocopa* угнетает развитие *C. reticulata*.

2. Нейтральные отношения животных, различающихся по характеру питания. В этом случае популяции обоих видов могут одновременно сосуществовать в культуре и давать максимальное развитие в одно и то же время – *D. magna* и *C. reticulata*.

3. Совместное сосуществование в поликультуре видов с разной динамикой нарастания максимальной численности и разными спектрами питания. В этом случае популяция одного вида достигает максимального развития до периода интенсивного развития другого вида, затем идёт на убыль, после чего максимальной численности и биомассы достигает другая популяция другого вида. Такой характер развития может иметь место и при слабой конкуренции. Этот тип развития поликультуры наблюдался при совместном выращивании *D. magna* и *M. macrocopa*. Совместное культивирование не оказывало заметного влияния на плодовитость культивируемых животных. Сделан вывод о возможности применения поликультуры гидробионтов одного трофического уровня в рыбоводной гидробиологии.

Совместное культивирование животных одного трофического уровня возможно в том случае, когда спектры их питания расходятся, и они используют разные кормовые ресурсы. Для целей аквакультуры представляется интересным создание поликультуры живых кормов, состоящей из одноразмерных особей, не конкурирующих за пищу, с различной экологической доступностью для личинок разных видов рыб. С этой точки зрения перспективными являются поликультуры коловраток, поскольку неодинаковое строение челюстного аппарата (мастакса) коловраток приводит к значительному разнообразию их способов питания. Для них доступен широкий спектр трофических ресурсов водоёмов.

Представители рода *Brachionus* обладают челюстным аппаратом маллеатного типа, дающим возможность потреблять частицы размером 1–20 мкм. По способу питания брахиониды относятся к животным, осветляющим водную среду, так называемым, вертикаторам (Кутикова, 1970).

Представители рода *Philodina* обладают мастаксом раматного типа. По своему трофическому уровню принадлежат к микрофагам. Микрофаги рода *Philodina* играют огромную роль в очистке стоков. Развитие их в условиях аэротенков связано с богатой кормовой базой: бактериями и частицами детрита. Следовательно, планктобентические представители рода *Philodina* могли быть использованы для утилизации хлопьев микроводорослей, скапливающихся на дне культиваторов. Эти коловратки более устойчивы к изменениям среды и при обилии пищи хорошо сосуществуют с сидячими формами (из-за некоторого преимущества в добыче пищи, поскольку они передвигаются) и облигатно планктонными видами (Кутикова, 1984).

Теоретически виды, обладающие сходными пищевыми потребностями, не могут жить совместно, так как велика вероятность возникновения конкуренции и элиминации одного из них (Одум, 1986). Поэтому такие виды имеют, как правило, различные местообитания и характеризуются другими особенностями, позволяющими каждому из видов потенциальных конкурентов иметь свою экологическую нишу. Например, *Brachionus calyciflorus* и *Philodina acuticornis*. Эти виды относятся по способу питания к микрофитофагам, т.е. потребляют микроводоросли, бактерии, детрит. В то же время обладают некоторым экологическим различием: брахионус является планктонной коловраткой, в то время как филодина способна к планктобентическому образу жизни, прикрепляется к субстрату и передвигается пиявкообразно. То

есть имеются эколого-биологические предпосылки для неполного перекрывания ниш, и, следовательно, для сосуществования этих видов при использовании их в качестве модельных экосистем в микрокосмах с микроводорослями.

К настоящему времени накоплено большое количество данных, характеризующих рацион и скорость фильтрации планктонных рачков и скорость осветления среды (СОС)-*clearance rate* коловратками, которые довольно сложно сравнить из-за разных методов исследования, неодинаковых условий экспериментов и т.д.

Петерс с соавторами (Peters, Downing, 1984) обобщив имеющиеся в литературе сведения о скорости фильтрации и рационах для морских и пресноводных ветвистоусых и веслоногих рачков и коловраток, показали, что наиболее значимыми являются масса животных и концентрация пищи. Такой фактор как сочетание плотности коловраток и концентрации пищевой взвеси (пищевая обеспеченность – ПО, включающая отношение концентрации водорослей (млн. кл. мл⁻¹) к плотности животных в единице объёма, (экз. мл⁻¹), т.е. Са/N, не рассматривался. Тем не менее, вопрос о питании отдельной особи коловраток в зависимости от их плотности в единице объёма и от количества пищи, приходящегося на единицу плотности коловраток, представляет интерес. На примере популяций позвоночных животных неоднократно показано метаболическое влияние эффекта плотности (Шварц и др., 1976), которое следует отнести к биотическим факторам. В тоже время при гидробиологических исследованиях эффект плотности практически не учитывался. Определённые трудности выделения эффекта плотности состоят в совмещении эффектов плотностей животных и пищевой обеспеченности. Изучение эффекта плотности правомерно лишь при условиях равной обеспеченности пищей каждой особи (Галковская, 1987). Г.Г. Винберг (1981) указывал, что зависящие от плотности факторы только в монокультуре определяются плотностью популяции одного вида.

Вышеизложенное позволило остановить выбор на выявлении закономерностей скорости осветления среды (СОС)-*clearance rate* и скорости потребления пищи (СПП)-*ration, ingestion rate* с учётом соотношения потребителя и корма, прежде всего, в монокультуре.

Как известно, определённых значений пищевой обеспеченности можно достигнуть, во-первых, изменяя концентрацию водорослей в среде, оставляя при этом неизменной плотность коловраток, во-вторых, оставляя неизменной концентрацию водорослей, но меняя плотность животных. Меняя одновременно и концентрацию водорослей и плотность коловраток можно получить значения одинаковой ПО для коловраток.

Проведены эксперименты при варьировании соотношений плотностей трех видов водорослей (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synechocystis* sp.) и 2-х видов коловраток (*B. calyciflorus*, *P. acuticornis*).

В диапазоне концентрации хлореллы от 5 до 20 млн. кл. мл⁻¹ обнаружена зависимость количества седиментируемых водорослей и облавливаемого объёма от соотношения плотности коловраток и водорослей. В условиях одинаковой ПО с увеличением плотности коловраток происходит значительное уменьшение СОС (0.53–0.16 при ПО = 2 и 0.79–0.26–0.13 при ПО = 1 брахионуса на хлорелле. Параллельно шло уменьшение значений СПП. Эти примеры могут служить иллюстрацией к проявлению так называемого «группового эффекта» у коловраток (Бакаева, 1999; Бакаева, Макаров, 1999).

Величины облавливаемых объёмов экспериментальными культурами (ОСК) колебались и не зависели от плотности коловраток и концентрации водорослей. Потребление пищи экспериментальной культурой (ППК) возрастало с увеличением концентрации водорослей при одной плотности коловраток.

С увеличением плотности животных процент потребления пищи особью от предложенной уменьшается в пределах каждой концентрации водорослей. Наблюдается общая тенденция к уменьшению относительного потребления пищи с увеличением концентрации водорослей. Однако с увеличением концентрации пищи разница в значениях рациона при разной плотности коловраток уменьшается. Относительный суточный рацион *B. calyciflorus* колебался в широком диапазоне: от 24 до 504% сырой массы особи на хлорелле; от 4.6 до 1216% на сценедесмусе в зависимости от концентрации пищи и плотности животных. У *P. acuticornis* величины относительного рациона также имели широкий размах колебаний: от 14.5 до 141% на хлорелле, от 4.5 до 442% на сценедесмусе.

Анализ результатов экспериментов по питанию коловраток показал, что СОС и СПП зависят от концентрации пищи (обратная у СОС, прямая у СПП), от плотности коловраток (обратная связь СОС и СПП), от соотношения концентрации водорослей и плотности коловраток (в условиях одинаковой ПО с увеличением плотности коловраток уменьшаются значения СОС и СПП). Относительный суточный рацион колеблется в широких пределах. Его величина зависит от соотношения концентрации водорослей и плотности коловраток, а также вида водорослей (Бакаева, 1999).

Экспериментальные оценки индивидуального рациона двух видов коловраток-фитофагов (*Brachionus calyciflorus* и *Philodina acuticornis*) в лабораторных монокультурах микроводорослей

(*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda* и *Synechocystis* sp.) были использованы для идентификации трех моделей трофической функции, учитывающих эффект плотностной зависимости рациона (интерференции хищников). Наилучшие результаты получены для предложенной зависимости, которая обобщает трофическую функцию Ардити-Гинзбурга, при низких популяционных плотностях приближаясь к классической модели Холлинга типа II. Вместе с тем показано, что при описании трофических взаимодействий в системе коловратки – микроводоросли может быть эффективно использована оригинальная (ratio-dependent) функция Ардити-Гинзбурга, поскольку индивидуальный рацион коловраток определяется их пищевой обеспеченностью – количеством корма, приходящимся на одного потребителя (Тютюнов и др., 2010).

С целью изучения стратегии роста численности коловраток (филодины и брахионуса) в моно- и поликультурах выполнено две серии экспериментов. В первой серии рост экспериментальных популяций наблюдался в условиях убывающей концентрации водорослей, во второй – при поддержании концентрации водорослей в течение пяти суток, а затем на убывающей концентрации до 19-х суток.

При концентрации микроводорослей 1 и 5 млн. кл.·мл⁻¹ филодина вытесняет в конечном итоге из культуры брахионуса. Наблюдается классическая тенденция конкурентного исключения вытеснения более слабого конкурента *B. calyciflorus* более сильным *P. acuticornis* в условиях дефицита пищи (Бакаева, 1999).

Постоянное поддержание высокой плотности водорослей (10 млн. кл.·мл⁻¹) в течение пяти суток показало, что динамика численности брахионуса в моно- и поликультуре была практически одинаковой. Динамика численности филодины в моно- и поликультуре тоже совпадала. Последующее выращивание экспериментальных культур в условиях убывающей концентрации пищи также приводило к победе более сильного конкурента, в нашем случае – *P. acuticornis*.

Плодовитость брахионуса возрастала во всех вариантах опыта с течением времени до 10-х суток. Только в совместной культуре максимальные значения абсолютной плодовитости отмечены на 3-и сутки регулярного кормления. В монокультуре абсолютная плодовитость возросла от 1.0 в первые сутки до 1.5 – на десятые. Затем произошёл незначительный спад до 1.2. В смешанной культуре максимум абсолютной плодовитости пришелся на более ранний срок – на 3-и сутки, и его значения были выше, чем в монокультуре в этот период в 1.2 раза. На десятые сутки значения их сравнялись: в монокультуре произошло увеличение, а в поликультуре – снижение значений абсолютной плодовитости до 1.5. Относительная плодовитость была выше в поликультуре в первые сутки (0.33) по сравнению с монокультурой (0.22). Затем произошло выравнивание значений относительной плодовитости с подъёмом на десятые сутки до 0.9 и снижением до 0.4 на 12-е сутки в обоих вариантах.

Время достижения максимальной численности совпадает во всех четырёх вариантах выращивания. Из этого следует, что, во-первых, оба вида имеют, вероятно, одинаковую верхнюю пороговую концентрацию для роста численности популяции; во-вторых, в данных трофических условиях наблюдается сосуществование различных видов, практически отсутствует отрицательный эффект на рост численности каждого вида; в-третьих, по мере уменьшения трофического ресурса (после 12-х суток) в поликультуре наблюдается тенденция к уменьшению численности брахионуса и росту численности филодины.

В этих сериях опытов при различных плотностях коловраток и концентрации корма проявляется классический исход эксперимента – при дефиците пищи побеждает *K*-стратег, которым является филодина в сравнении с брахионусом. В естественных водоемах следует ожидать изменения видового состава коловраток в связи с колебаниями пищевого ресурса. Так, при дефиците пищи (невысокое содержание планктонных *Chlorophyta*) доминирующее положение, вместо облигатных планктонных коловраток-альгофагов займут планктобентические представители отр. Bdelloida. Изменение трофического фактора, который является одним из основных условий сосуществования видов в планктонном сообществе, приводит к изменению видового состава. Следовательно, устойчивость поликультуры культуры коловраток возможна за счет поддержания пищевой обеспеченности особей. На основе проведенных исследований разработан способ пропорционально-периодического культивирования коловраток для целей аквакультуры (Бакаева, Макаров, 1999).

Список литературы

- Бакаева Е.Н. Эколого-биологические основы жизнедеятельности коловраток в культуре. Ростов-на-Дону: Изд-во Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 1999. 51 с.
- Бакаева Е.Н., Макаров Э.В. Эколого-биологические основы жизнедеятельности коловраток в норме и в условиях антропогенной нагрузки. Ростов-на-Дону: Изд-во Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 1999. 208 с.
- Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. М.: Высшая школа, 1980. 166 с.
- Винберг Г.Г. Многообразие и единство жизненных явлений и количественные методы в биологии // Журнал общей биологии. 1981. Т. 13. № 1. С. 5–19.
- Галковская Г.А. Обеспеченность пищей как регулятор скорости питания и продуцирования коловраток // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем: Тр.ЗИН АН СССР, 1987. Т. 165. С. 157–173.
- Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Высшая школа, 1987. 162 с.

- Кутикова Л.А. Класс Коловратки // Фауна аэротенков. Л.: Наука, 1984. С. 187–211.
- Одум Ю. Экология. Т. 1. М.: Мир, 1986. 326 с.
- Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 396 с.
- Тютюнов Ю.В., Титова Л.И., Сурков Ф.А., Бакаева Е.Н. Трофическая функция коловраток-фитофагов (Rotatoria). Эксперимент и моделирование // Журнал общей биологии, 2010. Т. 71. № 1. С. 52–62.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Мир, 1980. 160 с.
- Шварц С.С., Пястолова О.А., Добринская Л.А., Рункова Г.Г. Эффект группы в популяциях водных животных и химическая экология. М.: Высшая школа, 1976. 152 с.
- Abrams P.A. On classifying interactions between populations // Oecology. 1987. V.73. P. 272–281.
- Peters R.H., Downing I.A. Empirical analysis of zooplankton filtering and feeding rates // Limnology and Oceanography. 1984. V. 29. № 4. P. 763–784.

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МАКРОБЕНТОСА В ЗАРОСЛЯХ МАКРОФИТОВ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

М.А. Барбашова, Е.А. Курашов

Учреждение Российской академии наук Институт озераедения РАН,
Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, 9, mbarba@mail.ru

В Ладожском озере площадь литоральной зоны составляет 2638.6 км² (14.8% от площади водоема), объем водной массы – 10.556 км³ (1.3% от объема воды озера). Под влиянием различных природных факторов образовались биоценозы обширных песчаных пляжей (восточный берег), каменистых гряд (западный и южный участки побережья), открытых мелководных губ (бухта Петрокрепость, Волховская и Свирская губы), а также глубоких и мелких закрытых заливов, как заросших, так и свободных от растительности (северный шхерный район). Макробентос литоральной зоны озера характеризуется значительным видовым богатством, здесь отмечается до 85% общего числа видов обитающих в озере (Стальмакова, 1968). Смена природных биотопов и различные по характеру и интенсивности антропогенные воздействия обуславливают неравномерность распределения фауны по периметру озера. Морфометрия дна и режим волнения, формирующие грунты и влияющие на газовый режим придонного слоя воды, наличие или отсутствие макрофитов и перифитона, определяют развитие тех или иных биоценозов зообентоса и фитофильной фауны (Распопов и др., 1990).

Цель настоящей работы – представить современное состояние сообществ макробентоса в зарослях макрофитов литоральной зоны Ладожского озера, оценить многолетние изменения в структуре донных биоценозов и выявить сходные биотопы по составу макробентоса и его количественного развития.

В июле–августе 2006 г. были исследованы 28 станций по всему периметру озера на глубинах 0.25–0.75 м в зарослях высшей водной растительности (в основном ассоциации с преобладанием тростника). В августе 2009 г. – 3 станции в Волховской губе на глубинах 0.6–1 м. Биотопы отличались по характеру грунта, силе волнового воздействия, а также степени зарастания макрофитами. Отбор проб осуществлялся с помощью пробоотборника Панова-Павлова (трубы из листового железа с площадью захвата 0.125 м² (Панов, Павлов, 1986)). Пробы промывались через капроновый газ с диаметром ячеек 0.125 мм и фиксировались 4% формальдегидом. В лаборатории пробы разбирались, выбранные организмы сортировались, подсчитывались и фиксировались 70% этиловым спиртом. Масса обнаруженных животных определялась на торсионных весах. Для оценки сходства и различия состава донных биоценозов и биомассы беспозвоночных отдельных участков озера применяли кластерный анализ, используя в качестве меры сходства евклидово расстояние.

Всего за период исследований в составе макробентоса отмечено 205 таксонов животных, из которых наиболее широко представлены хирономиды (68 видов), олигохеты (34 вида), моллюски (12 двустворчатых и 16 видов брюхоногих), ручейники (21 вид). Зарегистрировано 10 видов пиявок, 8 – жуков, 7 – поденок, 6 – двукрылых, 4 – водных клопов, по 3 вида турбеллярии и амфипод, 2 – пауков, а также по одному виду гидр, изопод, ногохвосток, стрекоз, вислокрылок и сетчатокрылых. До вида не определялись группы Mermithidae, Enchytraeidae, Hydracarina, Lepidoptera и некоторые Diptera. Наибольшее видовое богатство (57 видов) обнаружено в зарослях тростника в Якимварском и Тайполовском заливах, наименьшее (11 видов) – во Владимирской бухте в зарослях элохариса, валеснерии и хары. На остальных станциях отмечено от 16 до 52 видов. Индекс Шеннона изменялся от 0.25 до 4.44 бит экз.⁻¹. Его низкие значения (0.25–0.63 бит экз.⁻¹) вдоль западного берега были обусловлены сильным доминированием *Gmelinoides fasciatus* Stebb. (92–97% численности и 93–99% биомассы бентоса; табл. 1).

В 2006 г. численность макробентоса варьировала от 2224 до 39784 экз. м⁻², биомасса от 3.76 до 111.54 г м⁻². Суммарная численность в среднем по озеру составила 14472 ± 2157 экз. м⁻², а биомасса – 30.57 ± 4.69 г м⁻². Донные биоценозы разнообразны по составу и соотношению отдельных таксонов в

общей численности и биомассе. По численности в среднем преобладали амфиподы (58%) и хирономиды (21%), доля олигохет и моллюсков составила 14% и 3% соответственно, на остальные группы бентоса приходится 4% общей численности макрофауны. По биомассе доминировали амфиподы (57%), моллюски (16%), доля хирономид составила 12%, олигохет 5%.

Таблица 1. Показатели численности (N, экз. м⁻²) и биомассы (B, г м⁻²) макробентоса, амфипод и их доли (%); количество видов (n), значения индекса видового разнообразия Шеннона (H, бит экз.⁻¹) на литоральных станциях Ладожского озера в 2006 г. и 2009 г.

№ станции	Координаты	Бентос		Amphipoda				n	H
		N	B	N	B	% N	% B		
2006 г.									
1	60°01.040' N; 31°32.385' E	18496	46.88	11408	29.36	61.7	62.6	33	1.85
2	60°01.282' N; 31°32.678' E	6144	10.16	3920	7.81	63.8	76.8	24	2.21
3	60°13.271' N; 31°55.006' E	4288	23.69	824	2.70	19.2	11.4	40	4.22
4	60°07.680' N; 32°19.417' E	8712	5.78	584	2.32	6.7	40.2	36	3.4
5	60°16.353' N; 32°37.525' E	25624	49.01	17336	33.85	67.7	69.1	48	1.94
6	60°31.449' N; 32°41.063' E	3496	6.58	8	0.002	0.2	0.02	32	3.76
7	60°58.735' N; 32°36.235' E	6448	8.94	192	0.50	3	5.6	33	3.6
8	61°20.521' N; 31°39.832' E	19960	17.20	16928	15.06	84.8	87.6	32	1.16
9	61°24.022' N; 31°40.499' E	2224	8.11	0	0	0	0	39	3.86
10	61°33.954' N; 31°28.040' E	17096	31.82	9512	26.86	55.6	84.4	34	2.31
12	61°37.276' N; 31°10.404' E	28976	53.42	20848	44.72	72	83.7	41	1.88
12a	61°37.276' N; 31°10.404' E	10288	13.85	1536	3.51	14.9	25.4	46	3.42
13	61°38.121' N; 31°11.263' E	9736	19.75	1400	3.58	14.4	18.2	48	4.44
15	61°42.415' N; 30°00.037' E	3832	3.76	1760	2.60	45.9	69.1	28	2.69
17	61°45.063' N; 30°52.716' E	6000	7.10	1040	1.18	17.3	16.6	39	3.88
18	61°22.840' N; 30°55.946' E	2424	7.04	224	0.59	9.2	8.4	27	3.05
19	61°23.722' N; 30°56.573' E	15600	42.10	8696	27.74	55.7	65.9	52	2.91
20	61°30.868' N; 30°31.784' E	8640	13.59	4856	10.70	56.2	78.7	16	1.95
21	61°29.159' N; 30°13.816' E	4032	58.46	280	0.86	6.9	1.5	57	4.37
22	61°17.069' N; 30°08.891' E	8432	26.06	4824	14.11	57.2	54.2	45	2.77
23	61°02.455' N; 30°09.793' E	7816	52.29	0	0	0	0	44	3.76
26	60°50.093' N; 30°27.931' E	13736	42.86	13344	42.46	97.2	99.1	11	0.25
27	60°37.131' N; 30°31.712' E	19296	20.74	3392	7.35	17.6	35.4	57	3.45
28	60°34.320' N; 30°40.552' E	31584	52.19	30192	50.75	95.6	97.3	17	0.39
29	60°22.555' N; 30°52.753' E	39784	27.18	38056	25.20	95.7	92.7	23	0.42
30	60°06.662' N; 31°05.306' E	11656	35.48	10784	33.78	92.5	95.2	25	0.63
Щ.1	61°05.077' N; 30°05.874' E	31976	60.24	22713	48.55	71.0	80.6	28	1.97
Щ.2	61°04.912' N; 30°05.367' E	38915	111.54	11700	49.60	30.1	44.5	38	3.31
2009 г.									
4	60°07.758' N; 32°19.361' E	5560	8.8	2408	5.928	43.3	67.4	41	3.86
4a	60°07.786' N; 32°19.291' E	3432	20.30	1376	14.62	40.1	72.0	38	3.51
5 ВГ	60°07.081' N; 32°19.563' E	11288	22.67	9712	19.62	86.0	86.5	37	2.12

Кластерный анализ позволил выделить сходные местообитания донных биоценозов по составу и обилию групп макробентоса (Oligochaeta, Hirudinea, Amphipoda, Isopoda, Mollusca, Trichoptera, Ephemeroptera, Chironomidae и Varia) (рис. 1).

Низкими биомассами (3.76–5.78 г м⁻²) отличались донные биоценозы у п. Ляскеля (ст. 15) и в Волховской губе (ст. 4), доля амфипод составила 40–69%. На ст. 4, где впервые был обнаружен *Pontogammarus robustoides* Sars (Kurashov, Barbashova, 2008), преобладали хирономиды (72% численности, 38% биомассы), олигохеты (19.6 и 9.6% соответственно). На долю *P. robustoides* приходилось лишь 0.3% численности и 15% биомассы всего бентоса. Небольшая биомасса (7.1 г м⁻²) бентоса также характерна для биотопа у п-ова Рауталаhti (ст. 17). Существенную роль в бентофауне играли хирономиды (21%), олигохеты (21%), пиявки (19%) и амфиподы (17%).

Невысокие значения биомассы (6.58–8.94 г м⁻²) отмечались в Свирской губе (ст. 6) и вдоль восточного побережья на станциях 7, 9 и на о. Валаам (ст. 18). Здесь значительна роль изоподы *Asellus aquaticus* L. (18–34%) и пиявок (10–43%). Доля амфипод минимальна (0–8.4%).

Схожи по составу и биомассе макробентоса (10.16–17.20 г м⁻²) донные биоценозы в бухте Петрокрепость (ст. 2), у островов Мантинсари (ст. 8) и Путсари (ст. 20), где на долю *G. fasciatus* приходилось 77–88% биомассы. У о. Хаукасари (ст. 22) при биомассе 26.06 г м⁻² также преобладал этот вид (54%). Биомассы бентоса 13.85–20.74 г м⁻² отмечались в заливах Импилахти (ст. 12a), Хауккалаhti (ст. 13) и Тай-

половском (ст. 27). Однако здесь биомасса *G. fasciatus* составила лишь 18–35% общей биомассы. Значительна доля хирономид 30–35% (рис. 2).

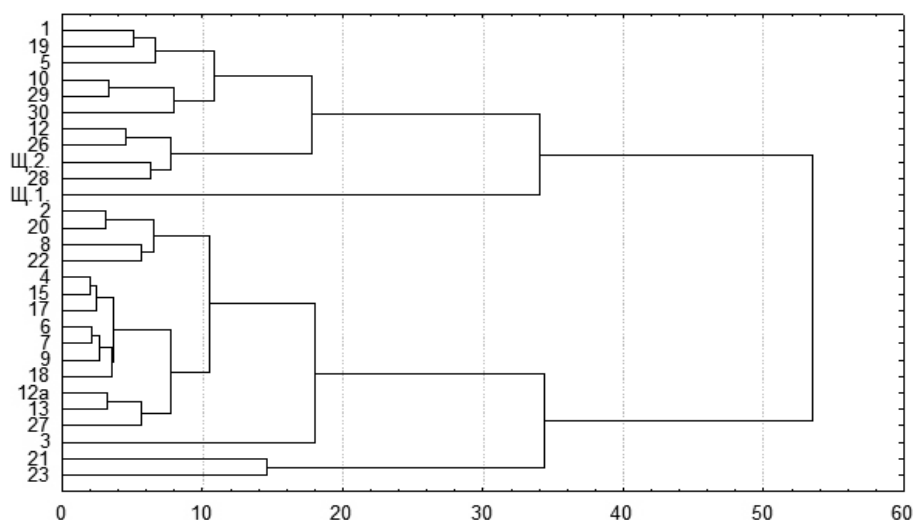


Рис. 1. Дендрограмма сходства донных биоценозов литоральной зоны Ладожского озера в 2006 г. (по результатам кластерного анализа состава макробентоса и биомассы основных таксономических групп, кластеризация по методу парно взвешенной средней). По оси абсцисс – евклидово расстояние, по оси ординат – номера станций.

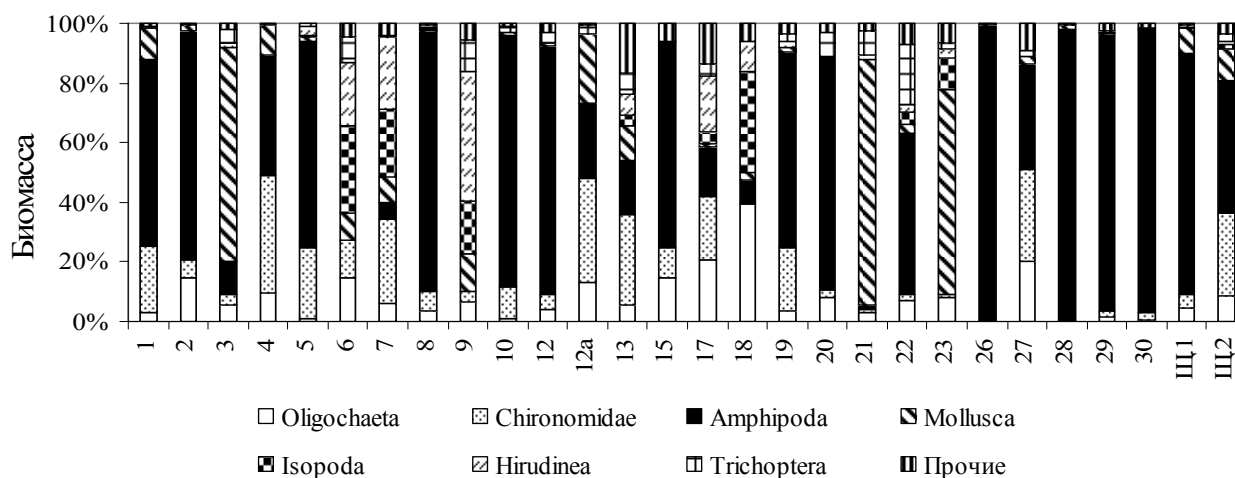


Рис. 2. Соотношение основных групп макробентоса на литоральных станциях Ладожского озера в 2006 г.

Существенного обилия 42–49 г м⁻² макробентос достигал на станциях 1, 19, 5. Вклад амфипод в биомассу зообентоса 63–69%, хирономид – 21–24%. Высокие биомассы хирономид 10.51–11.63 г м⁻² в бухте Петрокрепость (ст. 1) и в Волховской губе (ст. 5) – связаны с развитием *Glyptotendipes glaucus* Meigen, численность которого на ст. 1 равнялась 4296 экз. м⁻², а биомасса – 10.08 г м⁻². Довольно большие биомассы 27.18–52.19 г м⁻² наблюдались и вдоль западного берега на станциях 26, 28, 29 и 30, в районе Питкяранты (ст. 10), в заливе Импилахти (ст. 12 – 53.42 г м⁻²) и в Щучьем заливе (ст. Щ.1 – 60.48 г м⁻²). Основную долю (81–99%) составили амфиподы.

Высокими биомассами (52.29–58.46 г м⁻²) отличались донные сообщества в устье р. Вуокса (ст. 23) и в Якимварском заливе у п. Сороло (ст. 21), где доминировали гастроподы *Viviparus viviparus* L. (52–78%). На ст. 3 у пос. Дубно в районе выхода в озеро протоки канала биомасса ниже (23.69 г м⁻²), но в структуре сообщества также значителен вклад (63%) крупных гастропод *Viviparus contectus* Millet. Максимальная биомасса всего макробентоса (111.54 г м⁻²), олигохет (9.53 г м⁻²) и хирономид (31.15 г м⁻²) отмечалась на заиленном песке в Щучьем заливе (ст. Щ.2). В зарослях элодеи в массе развивались тубифициды – *Limnodrilus* sp. (2275 экз. м⁻²), *L. udekemianus* Clap. (700 экз. м⁻²), *L. hoffmeisteri* Clap. (688 экз. м⁻²) и *Tubifex tubifex* Müller (775 экз. м⁻²). Эти виды обычно обитают в местах с высоким содержанием легкоразложимого органического вещества. Среди хирономид доминировали *Microtendipes pedellus* De Geer (10888 экз. м⁻², 25.1 г м⁻²) и *Stictochironomus crassiforceps* Kieffer (2775 экз. м⁻², 4.152 г м⁻²). На долю *G. fasciatus* приходилось 45% биомассы.

В 2009 г. в Волховской губе численность макробентоса варьировала от 3422 до 11288 экз. м⁻², а биомасса от 8.8 до 22.67 г м⁻². *P. robustoides* стал уже доминирующим видом амфипод в этом районе озера (средняя численность составила 46% амфипод, биомасса – 58%). На долю *G. fasciatus* приходилось лишь 30% количественных показателей амфипод. Численность *Chelicorophium curvispinum* (Sars), впервые встреченного в 2009 г. (Курашов и др., 2010), изменялась от 56 до 1480 экз. м⁻², а биомасса от 0.13 до 1.6 г м⁻², что в среднем составило 25% численности и 11% биомассы амфипод.

Таким образом, в настоящее время в литорали озера в целом преобладает *G. fasciatus* – вселенец, который проник в Ладожское озеро в конце 80-х годов прошлого столетия. *G. fasciatus* является доминирующим видом на многих биотопах, однако в 2006 г. он не был обнаружен в устье р. Вуокса (ст. 23) и в заливе Уксунлахти (ст. 9). В 2006 г. численность *G. fasciatus* в среднем составила 9090 ± 2024 экз. м⁻², а биомасса – 18.65 ± 3.61 г м⁻². Максимальная биомасса *G. fasciatus* (50.75 г м⁻²) отмечалась в бухте Далекая (ст. 28) в зарослях тростника на каменисто-песчаном грунте. *G. fasciatus* способен обитать в широком диапазоне экологических факторов, устойчив к загрязнению среды, стокам целлюлозно-бумажных комбинатов и сильному эвтрофированию (Panov, Beresina, 2002). Несмотря на это, его популяция характеризуется невысоким количественным развитием в Волховской губе, для которой характерны более высокие показатели минерализации воды и содержания фосфора, повышенные концентрации соединений тяжелых металлов по сравнению с открытым озером. Низкие биомассы зарегистрированы также в Свирской губе, где воды богаты гуминовыми веществами. Схожие величины в этих районах озера отмечались в 2000 г. и 2005 г., численность бентоса варьировала от 5000 до 9100 экз. м⁻², а биомасса от 4.3 до 9.4 г м⁻². Доля *G. fasciatus* составила в Волховской губе 7–8% общей численности и 22–48% биомассы, а в Свирской губе 0.2–0.7% и 0.02–3.2% соответственно (Beresina et al, 2009).

Особенности видового состава и количественного развития макробентоса позволяют выделить участки литоральной зоны озера, в разной степени, испытывающие антропогенное воздействие. Высокие биомассы *G. fasciatus* наблюдались в эвтрофном заливе Импилахти; в загрязненных заливах Щучий и у г. Питкяранта. Кроме того, в Щучьем заливе развивались полисапробные виды олигохет и хирономид. Личинки хирономид *Chironomus plumosus* L., обитающие в илу эвтрофных водоемов, переносящие дефицит кислорода и устойчивые к загрязнению, кроме Щучьего, встречались в заливах Импилахти (ст. 12а) и Тайполовском (ст.27), в Волховской губе (ст. 4) и в Монастырской бухте на о. Валаам (ст.19). Известно, что антропогенное эвтрофирование негативно влияет на структуру биоценозов, нарушая их стабильность и снижая видовое богатство. Небольшое количество видов (11) во Владимирской бухте (ст. 26) вероятно связано с влиянием загрязнения нефтепродуктами (Суржко и др., 2006). В олиготрофном заливе Хауккалаhti сообщество макробентоса характеризуется наиболее высоким видовым разнообразием (4.44 бит экз.⁻¹).

По сравнению с 1988–1990 гг. уже к 2000 г. в составе зообентоса произошли значительные изменения. Средние биомассы бентоса в 1990 г. (33.8 г м⁻², Kurashov et al., 1996) и в 2000 г. (34.6 г м⁻², Beresina et al., 2009) схожи. Однако при этом уменьшился вклад аборигенных видов с 99 % до 14%. Общая численность и биомасса макробентоса за период 2000–2005 гг. значительно увеличились за счет роста обилия *G. fasciatus* и других бентосных групп. В 2005 г. средняя биомасса *G. fasciatus* равнялась 54 ± 13 г м⁻². Вклад *G. fasciatus* в суммарную численность и биомассу превысил 70% как в 2000 г. так и в 2005 г. (Beresina et al., 2009). Средние количественные показатели бентоса в растительных ассоциациях тростника в 2006 г. на тех же станциях составили 14366 ± 2913 экз. м⁻², а биомасса – 24.84 ± 4.69 г м⁻², что ниже, чем в предыдущие годы, однако роль байкальского вселенца по-прежнему высока (в среднем 63% численности и 66% биомассы всего бентоса). Высокие значения биомассы бентоса в 2005 г. вероятно связаны с более высоким уровнем воды в озере в этот год и соответственно с изменениями развития и состава сообществ макрофитов, что в свою очередь отразилось на развитии донной и фитофильной фауны.

G. fasciatus обладает ярко выраженной эврифагией и способен потреблять широкий спектр растительной и животной пищи (Барков, 2006). Инвазия байкальского вселенца сопровождалась изменениями в структуре донных биоценозов. Отмечено значительное снижение численности, и исчезновение из многих мест обитания аборигенного *Gammarus lacustris* Sars (Panov, Beresina, 2002, Курашов и др., 2006). В наших сборах *G. lacustris* не был обнаружен. В литорали озера также заметно уменьшился ареал обитания *A. aquaticus*, снизились количественные показатели. В 2006 г. средние величины численности и биомассы составили 688 экз. м⁻² и 1.58 г м⁻² соответственно. Изопода *A. aquaticus* достигала больших численностей только на биотопах, где *G. fasciatus* присутствовал в небольших количествах.

Таким образом, распределение количественных показателей макробентоса в различных районах литоральной зоны озера отличаются значительной изменчивостью, влияние антропогенных факторов часто является решающим для сукцессий донных сообществ. В настоящее время в прибрежных биотопах преобладает *G. fasciatus*. Инвазия этого байкальского рачка изменила состав донных биоценозов на мелководье. Вселение новых чужеродных видов амфипод понто-каспийского комплекса *P. robustoides* в 2006 г. и *C. curvispinum* в 2009 г. вероятно продолжит трансформацию сообщества макробентоса в литорали Ладожского озера.

Список литературы

Барков Д.В. Экология и биология байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) и его роль в экосистеме Ладожского озера // Автореф. дис. канд. биол. наук. СПб., 2006. 26 с.

- Курашов Е.А., Барков Д.В., Анисимов А.А. Роль байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в формировании литоральных биоценозов о. Валаам (Ладожское озеро) // Биология внутр. вод. 2006. № 1. С. 74–84.
- Курашов Е.А., Барбашова М.А., Панов В.Е. Первое обнаружение понто-каспийской инвазивной амфиподы *Chelicorophium curvispinum* (G. O. Sars, 1895) (Amphipoda, Crustacea) в Ладожском озере // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2010. В печати.
- Панов В.Е., Павлов А.М. Методика количественного учета водных беспозвоночных в зарослях камыша и тростника // Гидробиологический журнал. 1986. Т. 22. № 6. С. 87–88.
- Распопов И.М., Воронцов Ф.Ф., Слепухина Т.Д., Доценко О.Н., Рычкова М.А. Роль волнения в формировании биоценозов бентоса больших озер. Л.: Наука, 1990. 114 с.
- Стальмакова Г.А. Зообентос Ладожского озера // Биологические ресурсы (зоология) Ладожского озера. Л.: Наука, 1968. С. 4–70.
- Суржко Л.Ф., Хорькова Т.П., Шулякова Н.Л., Личкановский Н.В., Авсюкевич А.П. Мониторинг нефтезагрязненного побережья Ладожского озера в районе бухты Владимировской // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. Сборник материалов международной конференции. СПб.: ЛЕМА, 2007. С. 198–201.
- Berezina N. A., Zhakova L. V., Zaporozhets N. V. & Panov, V. E. 2009: Key role of the amphipod *Gmelinoides fasciatus* in reed beds of Lake Ladoga. Boreal Env. Res. 14(3):404–414.
- Kurashov E.A., Barbashova M.A. First record of the invasive Ponto-Caspian amphipod *Pontogammarus robustoides* G.O. Sars, 1894 from Lake Ladoga, Russia // Aquatic Invasions. V. 3 (2). 2008. P. 243–246.
- Kurashov E.A., I.V. Telesh, V.E.Panov, N.V.Usenko, M.A. Rychkova. Invertebrate communities associated with macrophytes in Lake Ladoga: effects of environmental factors // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 49–55.
- Panov V.E., Berezina N.A. Invasion history, biology and impacts of the Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* // Invasive Aquatic Species of Europe – Distribution, Impacts and Management. Eds. Leppkoski E, Gollasch S, Olenin S. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2002. P. 96–103.

ВЛИЯНИЕ ОЗЕРНОГО ЗООПЛАНКТОНА НА СТРУКТУРУ И ПРОДУКЦИЮ ЗООБЕНТОСА ПОРОЖИСТОЙ РЕКИ В ЛЕТНЮЮ МЕЖЕНЬ (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. КЕДРОЗЕРА, Р. ЛИЖМА, БАСС. ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА)

¹И.А. Барышев, ²В.И. Кухарев, ¹А.Н. Круглова

¹Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

²Институт водных проблем КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, baryshev@bio.krc.karelia.ru

Влияние проточных озер на нижерасположенные участки рек велико и разносторонне – стабильность гидрологического и температурного режимов, поступление аллохтонных веществ, занос в реки лимнических видов. Озерный планктон, попадая в реки, потребляется организмами зообентоса (зооперифитона) и способствует формированию особых сообществ с большой биомассой (Illies, 1956; Хреников, 1978; Hoffsten, 1999). Настоящая работа посвящена влиянию поступления озерного зоопланктона на формирование структуры и продукцию реофильных зообентических сообществ, что представляется актуальным, учитывая особенность гидрографической сети Карелии – наличие большого числа озерно-речных систем.

Работы проведены в период наиболее стабильного водного режима во второй половине лета 06.08.2007 и 23.07.2009 на р. Лижма. Общая длина реки составляет 68.3 км, бассейн отличается высоким коэффициентом озерности – 14.8%, общее падение 114 м. Озеро Кедрозеро, в истоке из которого расположен исследуемый участок площадью 25.7 км², показатель условного водообмена составляет 1.2 (Фрейндлинг, 1969). Исследовали видовой состав и количественные характеристики зообентоса и зоопланктона на 8 станциях, из которых одна находится выше озер (контрольная точка), одна в оз. Кедрозере вблизи истока реки, одна в месте перехода озера в реку и 5 в водотоке на различном удалении от озера. Сбор и камеральную обработку проб зоопланктона проводили по общепринятой методике (Киселев, 1956; Методические рекомендации..., 1989; Руководство по методам, 1983). Отбор проб зообентоса проводили по опубликованной методике на участках реки со скоростью течения 0.3–0.7 м/с, глубинами 0.3–0.5 м на каменистых грунтах с преобладанием гальки и мелкого валуна количественной рамкой 0.04 м² (Методические рекомендации..., 1989). Определение видов зоопланктона и зообентоса проводили по общепринятым руководствам (Рылов, 1948; Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Определитель пресноводных ..., 1994, 1995, 1997, 1999, 2001). Расход воды в реке составил порядка 5 м³/с. Калорийность сырого вещества зоопланктонных организмов принята 2500 Дж/г. Траты на обмен рассчитаны отдельно для организмов различных таксонов с учетом температуры воды и коэффициентов из литературных источников. Продукция макрозообентоса определена по величинам удельной продукции для отдельных групп (Голубков, 2000), рацион хищников рассчитывали на основе данных по их спектрам питания (Комулайнен, Хреников, 1993).

Обилие зоопланктона в верхнем течении реки (контрольная точка) относительно невелико – 135 экз./м² и 0.005 г/м², что обычно для участков рек при отсутствии проточных озер (Круглова, 1978).

Наибольшие значения численности и биомассы зоопланктона выявлены в озере – 21530 экз./м² и 1.6 г/м². По мере удаления от истока происходит экспоненциальная элиминация лимнического зоопланктона, в первую очередь за счет более крупных видов ракообразных и коловраток. Биомасса снижается на 50% за 47 м, зоопланктона практически не остается в речном потоке уже на расстоянии 500 м ниже истока. Получены следующие уравнения регрессии:

Для численности зоопланктона: $y = 13251e^{-0.0089x}$, $R^2 = 0.86$, $p = 0.0084$, где y – количество зоопланктона (экз./м³); x – расстояние от озера (м).

Для биомассы: $y = 2133e^{-0.015x}$, $R^2 = 0.99$, $p = 0.0001$, где y – биомасса зоопланктона (мг/м³); x – расстояние от озера (м).

В составе зообентоса в верхнем течении (контрольная точка) преобладают собиратели, соскребаатели и размельчители. В литоральной зоне озера доминируют собиратели и соскребаатели. На участке перехода озера в реку по мере увеличения скорости течения возрастает численность организмов-фильтраторов, способных потреблять сносимый планктон. Уже при скорости 0.05 м/с появляются ловчие сети *Neureclipsis bimaculata* L., как на грунте, так и на макрофитах. Численность их невысока – 10–15 экз./м². Ближе к реке при скорости 0.15 м/с численность *Neureclipsis bimaculata* L. увеличивается до 800–850 экз./м², появляются Hydrozoa – до 50 тыс. экз./м². Дальнейшее увеличение скорости потока до (0.5–0.7 м/с) приводит к многократному увеличению биомассы зообентоса – до 100 г/м² и доминированию фильтрующих личинок ручейников (*Hydropsyche pellucidula* (Curtis), *Hydropsyche siltalai* Doehler) и мошек (*Simulium (Wilhelmia) equinum* (L.), Simuliidae spp.). По мере удаления от озера наблюдается постепенное уменьшение доли потребителей планктона и возрастание доли собирателей и соскребаателей, биомасса снижается. На расстоянии 700 м от истока из проточного озера состав зообентоса становится сопоставимым с таковым в контрольной точке.

Вносимый в реку зоопланктон, таким образом, представляет собой доступный источник пищи для фильтрующей донной фауны в истоке реки из озера и обуславливает ее локальное массовое развитие. Расчеты позволили установить, какую энергии долю от поступающей с зоопланктоном энергии усваивают представители реофильного зообентоса. Содержание зоопланктона в воде озера составило 21530 экз./м³ и 1.63 г/м³, поступление в водоток – 704 кг/сут., что составляет 177×10^7 Дж/сут. Установлено, что основное потребление энергии, вносимой из оз. Кедрозера с аллохтонным веществом происходит на участке длиной около 700 м. Суммарная биомасса зообентоса на этом участке составила 374 кг, траты на обмен – 6.8×10^7 Дж/сут., продукция – 2.9×10^7 Дж/сут. Поток энергии через сообщество на 700-метровом отрезке реки составил 9.7×10^7 Дж/сут., что в среднем соответствует 4560 Дж/сут./м². На контрольном участке вне влияния озер траты макрозообентоса на обмен составили 360 ± 98 Дж/сут./м². Продукция сообщества – 190 ± 22 Дж/сут./м². Поток энергии – 550 Дж/сут./м². Разница между потоками энергии на исследуемом и контрольном участках составила $4560 - 550 = 4010$ Дж/сут./м². Полученная величина отражает количество энергии, полученной при потреблении зоопланктона макрозообентосом. В пересчете на весь 700-метровый участок – 8.5×10^7 Дж/сут. Сопоставление этой величины с энергией, поступающей в водоток с зоопланктоном (177×10^7 Дж/сут.) показывает, что макрозообентос усвоил около 5% от энергии, поступающей в реку с лимническим зоопланктоном.

Таким образом, из проточного озера в реку поступает большое количество зоопланктона, что формирует доступный источник пищи для реофильного зообентоса. Ниже проточного озера наблюдается локальное массовое развитие фильтрующей донной фауны и экспоненциальная элиминация зоопланктона. Эффективность усвоения энергии зоопланктона организмами речного зообентоса составляет порядка 5%, при этом биомасса зообентоса в истоке из озера увеличена по сравнению с контролем в 20 раз, удельная продукция донных сообществ увеличена в 60 раз.

Работа проведена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых – кандидатов наук МК-1020.2010.4 и гос. контракта № 02.740.11.0700.

Список литературы

- Голубков С.М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых. Труды ЗИН РАН. Т. 284. СПб, 2000. 294 с.
- Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1956. Т. IV, Ч. I. С. 183–265.
- Комулайнен С.Ф., Хренников В.В. Питание беспозвоночных эпилимниона в небольшой реке // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск, КНЦ РАН, 1993. С. 89–105.
- Круглова А.Н. Зоопланктон притоков Онежского озера // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л.: Наука, 1978. С. 32–41.
- Кутикова Л.А. Экология коловраток // Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Тр. Зоол. ин-та АН СССР, Т. 104. Л.: Наука, 1970. С. 124–138.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.; Л., Наука. 1964. 372 с.

- Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Ин-т биол. КНЦ АН СССР, 1989. 42 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1–5. – С.-Пб.: Наука, 1994, 1995, 1997, 1999, 2001
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометео-издат. 1983. 239 с.
- Рылов В.М. Суслороида пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные Т. 3., вып. 3. М.; Л., 1948. 318 с.
- Фрейндинг В.А. Гидрография водоемов бассейна р. Лижмы // Вопросы гидрологии, озераведения и водного хозяйства Карелии. Петрозаводск: Карельское книжное издательство. 1969. С. 236–245.
- Хренников В.В. Бентос притоков Онежского озера // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л., Наука. 1978. С. 41–50.
- Hoffsten P. Distribution of filter-feeding caddisflies (Trichoptera) and plankton drift in a Swedish lake-outlet stream // Aquatic Ecology. 1999. 33, № 4. P. 377–386.
- Illies J. Seeausfluss-Biozönoten lappländischer Waldbäche // Entomol Tidskr. 1956. 77. P. 138–153.

РЕВИЗИЯ ПОДРОДА *EURYCERCUS (BULLATIFRONS) FREY, 1975* (CLADOCERA: ANOMOPODA)

Е.И. Беккер

Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33, evbekker@ya.ru

Представители ветвистоусых ракообразных имеют высокую биологическую значимость и являются объектами многочисленных исследований. При этом очевидно, что выяснение видового состава является самой начальной стадией большинства гидробиологических исследований, а правильность его результатов – одной из главных основ их дальнейшего успешного проведения (Коровчинский, 1992). Но до сих пор систематика ветвистоусых ракообразных недостаточно и неравномерно разработана, что негативно сказывается на общем уровне исследований сообществ водных животных. Последовательная систематическая ревизия пусть даже небольших таксономических групп позволит в той или иной степени решить эту проблему. Одной из таких групп является семейство Eurycercidae Kurz, 1875 sensu Dumont & Silva-Briano, 1998, которое представлено единственным родом: *Eurycercus* Baird, 1843, включающим в себя наиболее крупных представителей отр. Anomopoda Sars, 1865. Долгое время считалось, что семейство представлено только двумя видами: *E. lamellatus* (O.F. Mueller, 1776) и *E. glacialis* Lilljeborg, 1887 (Бенинг, 1941; Мануйлова, 1964). Однако к концу XX-го века для семейства было указано уже 9 валидных видов.

Работы по изучению рода *Eurycercus* Baird, 1843, выполненные в последней четверти XX-го века (Frey, 1973, 1975, 1978; Hann, 1982, 1990) изменили представления о систематике рода, продемонстрировав большее разнообразие, была описана серия новых видов и переописано несколько уже известных ранее таксонов (Hann 1990; Kotov 2000). Фрай (Frey, 1975) выделил в составе рода *Eurycercus* три подрода, хорошо дифференцируемых морфологически: *E. (Eurycercus)* Baird, 1843, *E. (Teretifrons)* Frey, 1975 и *E. (Bullatifrons)* Frey, 1975. Из них каждый нуждается в полной систематической ревизии, поскольку имеющаяся информация неполна, и в каждом из подродов нами найдены неописанные новые виды.

Данная работа посвящена нашим результатам в области ревизии систематики наиболее богатого видами подрода *Eurycercus (Bullatifrons)* Frey, 1975 (Cladocera: Anomopoda).

До настоящего времени для подрода *Bullatifrons* было известно всего 4 вида: *Eurycercus macracanthus* Frey, 1973 с Дальнего Востока в России и из Китая (Frey, 1973; Chen Shou-zhong et al. 1995), *E. pompholygodes* Frey, 1975 из Швеции и Норвегии (Frey, 1975; Hessen, Walseng, 2008), *E. vernalis* Hann, 1982 и *E. longirostris* Hann, 1982 из Северной Америки (Hann, 1982; Elías-Gutiérrez et al., 1997). В основе различия двух последних, согласно Б. Хэнн (Hann, 1982), лежит только сезонная репродуктивная изоляция и некоторые морфометрические характеристики.

Наша работа по ревизии подрода *Bullatifrons* расширила имеющиеся представления. Так в результате проведенных исследований была поставлена под сомнение самостоятельность двух североамериканских видов *E. longirostris* и *E. vernalis*. Установлено, что они практически не различимы морфологически, учитывая онтогенетические изменения некоторых морфометрических характеристик. Кроме того, их идентичность подтверждена предварительными генетическими исследованиями (Котов и др., неопубл.). Раньше считалось, что на территории России присутствует только один вид из подрода *Bullatifrons* – *E. macracanthus*, имеющий ограниченное распространение. Обработка коллекционных материалов и собственных сборов показала, что данный вид широко распространен на территории Палеарктики. Были детально морфологически исследованы популяции из Амурской области (р. Зея), Приморского края

(район оз. Ханка), республики Коми, Ямало-Ненецкого автономного округа, Архангельской области (Пинежский заповедник), Читинской и Пензенской области (старица р. Суры).

Кроме того, для территории России был впервые отмечен *E. pompholygodes* (п-ов Таймыр). Также, возможны находки *E. pompholygodes* на Кольском полуострове, т.к. вид описан из Швеции. Эти исследования позволили существенно расширить представления об ареале этих двух видов, а также предоставили новые сведения о фауне ветвистоусых ракообразных России.

В целом видовое разнообразие сем. Euryercidae во многих регионах мира изучено слабо, одним из таких регионов является Неотропическая зона. Нами было обнаружено два новых вида из Бразилии и Колумбии: *E. (Bullatifrons) sp. nov.1* и *E. (Bullatifrons) sp. nov.2*. Один из них недавно был описан как *E. (Bullatifrons) norandinus* Aranguren, Monroy et Gaviria, 2010 группой колумбийских исследователей (Aranguren et al., 2010). Оба вида являются эндемичными для Неотропиков.

Как указывалось выше, нами были проведены предварительные исследования нуклеотидных последовательностей митохондриального гена COI в ряде популяций из Палеарктики (Котов и др., неопубл.), которые показали наличие еще одного нового вида из подрода *E. (Bullatifrons)* с Аляски, который будет описан нами в ближайшее время.

Таким образом, даже на примере одного подрода очевидно, что разнообразие эврицеркусов мировой фауны сильно недооценено (Forró et al., 2008), и что сем. Euryercidae нуждается в полной систематической ревизии. Наши исследования систематики подрода *E. (Bullatifrons)* стали новым доказательством недостаточной изученности ветвистоусых ракообразных. Очевидно, что детальные ревизии других родов и семейств ветвистоусых ракообразных могут сильно изменить наши представления об общем числе видов в этой группе.

Благодарности

Автор благодарит А.А. Котова и Д.Дж.Тэйлора (D.J. Taylor, Buffalo, USA) за возможность использования предварительных молекулярно-генетических данных по роду *Euryercus*. Исследование поддержано РФФИ (проект 09-04-00201-а) и Программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (проект 1.1.8.).

Список литературы

- Бенинг А.Л. Кладоцера Кавказа // Тбилиси: Грузмедгиз, 1941. 384 с.
- Коровчинский Н.М. Современное состояние проблемы систематики ветвистоусых ракообразных // Современные проблемы изучения ветвистоусых ракообразных (ред. Смирнов А.В.). С.-Пб.: Гидрометеоздат, 1992. С. 4-45.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР // М.-Л.: Наука, 1964. 327 с.
- Aranguren N., Monroy D., Gaviria S. *Euryercus (Bullatifrons) norandinus* (Crustacea: Branchiopoda: Euryercidae), a new species of Cladocera in the Neotropical Region. *Zootaxa*. 2010. Vol. 2550. P. 58–68.
- Chen Shou Zhong, Tang Wen Qiao, Zhang Peng. A new record of Cladocera (*Euryercus macrocanthus* Frey, 1973) in China. *Sichuan J Zool*. 1995. Vol. 14. P. 68–69.
- Elías-Gutiérrez M.E.; Ciroso-Pérez J; Gutiérrez-Aguirre M, Cervantes-Martínez A. A checklist of the littoral cladocerans from Mexico, with descriptions of five taxa recently recorded from the Neovolcanic Province // *Hydrobiologia*. 1997. Vol. 360. P. 63–73.
- Forró L., Korovchinsky N.M., Kotov A.A., Petrusek A. Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater // *Hydrobiologia*. 2008. Vol. 595. P.177–184.
- Frey D.G. Comparative morphology and biology three species of *Euryercus* (Cladocera, Chydoridae), with a description of *Euryercus macracanthus* sp. nov. // *Int. Rev. ges. Hydrobiol*. 1973. Bd. 58. S. 221–226.
- Frey D.G. Subgeneric differentiation within *Euryercus* (Cladocera, Chydoridae) and a new species from Northern Sweden // *Hydrobiologia*, 1975. Vol. 46. P. 263–300.
- Frey D.G. A new species of *Euryercus* (Cladocera, Chydoridae) from the Southern United States // *Tulane Stud. Zool. Bot*. 1978. Vol. 20. No. 1/2. P. 1–25.
- Hann B.J. Two new species of *Euryercus (Bullatifrons)* from Eastern North America (Chydoridae, Cladocera). *Taxonomy, ontogeny, and biology* // *Int. Rev. ges. Hydrobiol*. 1982. Bd. 67. S. 585–610.
- Hann B.J. Redescription of *Euryercus (Teretifrons) glacialis* (Cladocera, Chydoridae) and description of a new species *E. (T.) nigracanthus*, from Newfoundland, Canada // *Can. J. Zool*. 1990. Vol. 68. P. 2146–2157.
- Hessen D.O., Walseng B. The rarity concept and the commonness of rarity in freshwater zooplankton. *Freshwat Biol*. 2008. Vol. 53. P. 2026–2035.
- Kotov A.A. Morphology and variability of *Euryercus lamellatus* (O.F. Mueller, 1776) (Branchiopoda: Anomopoda: Euryercidae) from Lake Glubokoe, Moscow Area, central Russia // *Arthropoda Selecta*. 2000. Vol. 9. No. 3. P. 159–173.

СВОБОДНОЖИВУЩИЕ МОРСКИЕ НЕМАТОДЫ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Л.С. Белогурова

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,

Россия, 690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, iralevenetz@rambler.ru

Изучению нематод залива Петра Великого в последнее время уделяется довольно серьезное внимание. Опубликовано ряд работ, посвященных таксономическому составу морских нематод в данном районе (Платонова, 1971; Павлюк, Белогуров, 1979; Павлюк и др., 2003). Юго-восточная часть залива Находка, бух. Козьмино и литораль Амурского залива и Русского острова ранее никем не исследовалась. В связи со строительством СпецМорНефтеПорта «Козьмино» и океанариума на о-ве Русский, стала актуальной задачей контролировать состояние окружающей среды, т.е. проведение биологического мониторинга в данных районах. Морские сообщества являются одним из важнейших элементов экосистемы, участвующих в формировании качества среды. Мейобентос – многочисленная группа животных, которая имеет высокое разнообразие в морских донных осадках, что делает ее пригодной для экологических исследований. Одной из доминирующих групп мейобентоса являются морские нематоды, которые используются для определения степени загрязнения морской среды по состоянию сообщества нематод (Platt, Warwick, 1980). Нематоды удобны тем, что у них короткое время генераций и из-за постоянного размножения популяция нематод довольно стабильна, поэтому любые изменения в структуре популяции можно связать с нарушением среды.

Материалом для исследования послужили сборы нематод на литорали Амурского залива и Русского о-ва (96 станций) и в сублиторали зал. Находка (31 станция) с 2005 по 2008 гг. В исследованном районе зарегистрировано 84 вида морских свободноживущих нематод, относящихся к 50 родам, 20 семействам и 5 отрядам (таблица). В бух. Находка обнаружено 44 вида нематод, в бух. Козьмино – 55 видов, на литорали Амурского залива 45 видов (Ivanova et al., 2008; Белогурова, 2008) и на Русском о-ве – 31 вид (Ivanova et al., 2009).

Таблица. Видовой состав нематод на литорали и сублиторали в заливе Петра Великого

Вид	Сублитораль		Литораль	
	Находка	Козьмино	Амурский залив	Русский о-в
Phylum Nematelminthes				
Classis Nematoda				
Ordo Enoplida				
Fam. Anticomidae				
<i>Anticoma possjetica</i> Platonova, Belogurov et Sheenko, 1979	1	1	1	1
Fam. Enchelidiidae				
<i>Calyptronema</i> sp.	0	1	1	0
<i>Calyptronema stomodentata</i> Belogurov, 1980	1	1	1	0
<i>Eurystomina alekseevi</i> Pavlyuk, 1984	0	1	1	1
<i>Eurystomina</i> sp.	1	0	0	0
<i>Ledovitia honorata</i> Belogurov, Fadeeva et Belogurova, 1983	1	1	0	0
Fam. Enoplidae				
<i>Enoplus anisospiculus</i> Nelson, Hopper et Webster, 1972	0	1	1	1
<i>Enoplus</i> sp.	0	1	1	0
Fam. Leptosomatidae				
<i>Leptosomatium</i> sp.	0	1	1	0
Fam. Oncholaimidae				
<i>Admirandus multicavus</i> Belogurov et Belogurova, 1979	0	1	1	1
<i>Adoncholaimus fervidus</i> Kirjanova, 1955	0	1	1	0
<i>Adoncholaimus</i> sp.	0	1	1	0
<i>Oncholaimium domesticum</i> Chitwood et Chitwood, 1938	0	1	1	1
<i>Oncholaimium japonicum</i> Belogurov et Belogurova, 1981	0	1	1	1
<i>Oncholaimium olium</i> Belogurov, Belogurova et Pavlyuk, 1975	0	1	1	0
<i>Oncholaimium paraolium</i> Belogurov et Fadeeva, 1980	1	1	1	1
<i>Oncholaimium ramosum</i> Smolanko et Belogurov, 1987	1	1	1	1
<i>Oncholaimium unicum</i> Belogurov et Belogurova, 1978	1	1	0	1
<i>Oncholaimus brachycercus</i> de Man, 1889	0	1	1	1
<i>Oncholaimus paropisthonchus</i> Belogurov et Belogurova, 1978	0	1	0	0
<i>Pontonema papilliferum</i> (Filipjev, 1916) Cobb et Steiner, 1924	0	1	1	0
<i>Pseudoncholaimus dujardinii</i> (de Man, 1876) Belogurov et Belogurova, 1979	0	1	1	0

Вид	Сублитораль		Литораль	
	Находка	Козьмино	Амурский залив	Русский о-в
<i>Pseudoncholaimus furugelmus</i> Belogurov, 1977	0	1	1	1
<i>Pseudoncholaimus mediocaudatus</i> Pavlyuk, 1991	0	1	0	1
<i>Pseudoncholaimus venustus</i> Belogurov, Belogurova et Leonova, 1972	0	1	1	0
<i>Pseudoncholaimus vesicarius</i> (Wieser, 1959) Belogurov, Belogurova et Pavlyuk, 1975	0	1	1	1
<i>Viscosia epapillosa</i> Platonova, 1971	0	1	0	0
<i>Viscosia stenostoma</i> Platonova, 1971	1	1	1	0
Fam. Oxystominidae				
<i>Oxystomina elegans</i> Platonova, 1971	1	1	1	0
<i>Oxystomina orientalis</i> Platonova, 1971	1	1	0	0
<i>Tynnodora rectispiculata</i> Platonova, 1971	1	1	0	1
Fam. Phanodermatidae				
<i>Phanoderma platonovae</i> Belogurov, 1980	1	1	0	1
Fam. Rhabdodemaniidae				
<i>Rhabdodemia orientalis</i> Platonova, 1974	1	1	0	0
Fam. Thoracostomopsidae				
<i>Enoploides rimiformis</i> Pavlyuk, 1984	0	1	0	0
<i>Enoplolaimus medius</i> Pavlyuk, 1984	0	1	0	1
Ordo Araeolaimida				
Fam. Araeolaimidae				
<i>Araeolaimus parvibulbosus</i> Platonova, 1971	0	1	0	0
<i>Parodontophora marisjaponici</i> Platonova, 1971	1	1	1	0
<i>Parodontophora timmica</i> Pavlyuk et Belogurov, 1979	1	1	1	0
Fam. Axonolaimidae				
<i>Axonolaimus seticaudatus</i> Platonova, 1971	1	1	1	0
Ordo Chromadorida				
Fam. Chromadoridae				
<i>Chromadora heterostomata</i> Kito, 1978	0	1	1	0
<i>Chromadora tridenticulata</i> Platonova, 1971	1	1	0	0
<i>Dichromadora amphidiscoides</i> Kito, 1981	1	1	0	0
<i>Euchromadora ezoensis</i> Kito, 1977	1	1	0	0
<i>Euchromadora robusta</i> Kulikov, 1991	0	1	0	1
<i>Graphonema achaeta</i> Platonova, 1971	0	1	0	0
<i>Graphonema metuliferum</i> Kito, 1981	1	1	0	0
<i>Neochromadora bilineata</i> Kito, 1978	0	1	0	0
<i>Neochromadora oshoroana</i> Kito, 1981	1	1	0	0
Fam. Comesomatidae				
<i>Dorylaimopsis peculiaris</i> Platonova, 1971	1	1	1	1
<i>Sabatieria finitima</i> Fadeeva et Belogurov, 1984	1	1	1	0
<i>Sabatieria intacta</i> Fadeeva et Belogurov, 1984	0	1	0	0
<i>Sabatieria palmaris</i> Fadeeva et Belogurov, 1984	1	1	1	0
<i>Sabatieria possjetica</i> Platonova, 1971	0	1	0	1
<i>Sabatieria pulchra</i> (Schneider, 1906) Riemann, 1970	1	1	0	1
Fam. Cyatholaimidae				
<i>Paracanthonchus kamui</i> Kito, 1981	0	1	1	0
<i>Paracanthonchus macrodon</i> (Ditlevsen, 1919)	1	1	1	1
Fam. Leptolaimidae				
Leptolaimidae sp.	1	1	0	0
<i>Leptolaimus elegans</i> Schuurmans-Stekhoven et De Coninck, 1933	0	1	0	0
Fam. Selachinematidae				
<i>Halichoanolaimus bispirae</i> Dashchenko et Belogurov, 1991	1	1	0	0
<i>Halichoanolaimus sonorus</i> Belogurov et Fadeeva, 1980	1	1	1	1
<i>Halichonolaimus possjetiensis</i> Belogurov et Fadeeva, 1980	0	0	1	1
<i>Richtersia</i> sp.	1	1	0	0
<i>Synonchiella dilarae</i> Fadeeva, 1988	0	1	0	0
Ordo Monhysterida				
Fam. Linchomoeidae				
<i>Anticyathus plicibucca</i> Chesunov et Yuchin, 1991	0	1	0	0
<i>Megadesmolaimus rhodinus</i> Chesunov et Yuchin, 1991	0	1	0	0
<i>Metalinchomoeus</i> sp.	0	1	0	0
<i>Terschellingia glabricutis</i> Platonova, 1971	1	1	1	1

Вид	Сублитораль		Литораль	
	Находка	Козьмино	Амурский залив	Русский о-в
Fam. Sphaerolaimidae				
<i>Sphaerolaimus gracilis</i> De Man, 1876	1	1	1	0
<i>Sphaerolaimus limosus</i> Fadeeva, 1983	1	1	1	1
Fam. Xyalidae				
<i>Amphimonhystera galea</i> Fadeeva, 1984	1	1	0	0
<i>Daptonema</i> sp.	1	1	1	1
<i>Daptonema procerum</i> Gerlach, 1951	0	1	0	0
<i>Daptonema variasetosa</i> (Pavlyuk, 1984)	1	1	1	1
<i>Gonionchus latentis</i> Fadeeva, 1984	1	1	0	0
<i>Mesotheristus paracircumscriptus</i> Fadeeva et Belogurov, 1987	1	1	0	0
<i>Paramonohystera halerba</i> Fadeeva et Belogurov, 1987	1	1	0	1
<i>Pseudosteineria inaequispiculatus</i> (Platonova, 1971)	1	1	0	0
<i>Steineria copiosa</i> Fadeeva, 1991	1	1	1	0
<i>Theristus (Theristus) acer</i> Bastian, 1865	1	1	1	0
<i>Theristus</i> sp.	1	0	1	0
<i>Theristus subacer</i> Pavlyuk, 1984	0	1	0	1
Ordo Desmodorida				
Fam. Desmodoridae				
<i>Metachromadora itoi</i> Kito, 1978	1	1	0	0
<i>Spirinia</i> sp.	0	1	1	0
Fam. Monoposthiidae				
<i>Monoposthia latiannulata</i> Platonova, 1971	0	1	0	1

В фауне нематод преобладали представители сем. Oncholaimidae из отр. Enoplida и семейств Chromadoridae и Comesomatidae из отр. Chromadorida, а также нематоды сем. Xyalidae из отр. Monhysterida. Повсеместно встречались *Anticoma possjetica*, *Oncholaimium paraolium*, *O. ramosum*, *Dorylaimopsis peculiaris*, *Paracanthochus macrodon*, *Halichoanolaimus sonorus*, *Terschellingia glabricutis*, *Sphaerolaimus limosus*, *Daptonema variasetosa*, *Daptonema* sp. Анализ видового состава нематод зал. Петра Великого показал, что общими для четырех районов оказались 10 видов, 2 вида отмечены только в юго-восточной части залива Находка и 8 видов обнаружены только в бухте Козьмино. Отмечено увеличение видового разнообразия нематод с ростом глубины.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Мировой океан» Госконтракт № 01.420.2.0003 и гранта «Marine biodiversity of the coastal zones in the NW Pacific: status, regional threats, expected changes and conservation» ARCP 2007–12–NMY.

Список литературы

- Платонова Т.А. Свободноживущие морские нематоды залива Посъета Японского моря // Фауна и флора залива Посъета Японского моря. Л.: Наука, 1971. С. 72–108.
- Павлюк О.Н., Белогуров О.И. Виды рода Parodontophora (Nematoda: Araeolaimida) из Японского и Охотского морей // Исследования пелагических и донных организмов дальневосточных морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 66–74.
- Павлюк О.Н., Требухова Ю.А., Шулькин В.М. Структура сообщества мейобентоса бухты Врангеля на примере свободноживущих морских нематод // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 6. С. 388–394.
- Белогурова Л.С. Мейобентос литорали эстуарной зоны вершины Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Проблемы и перспективы современной науки: Сборник научных трудов. Вып. 1. Томск, 2008. С. 107–108.
- Ivanova M.B., Belogurova L.S., Tsurpalo A.P. The composition and distribution of intertidal biota in the estuarine zone of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vol. 1. Vladivostok: Dalnauka, 2008. P. 92–142.
- Ivanova M.B., Belogurova L.S., Tsurpalo A.P. Composition and distribution of benthos in the intertidal zone of Russky Island (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vol. 2. Vladivostok: Dalnauka, 2009. P. 87–146.
- Platt H.M., Warwick R.M. The significance of free-living nematodes to the littoral ecosystem // Systematics Association Special Volume No. 17(b). The Shore Environment. Vol. 2: Ecosystems (eds.). J.H. Price, D.E.G. Irvine, W.F. Farnham. Academic Press. London, New York, 1980. P. 729–759.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

В.П. Беляков

Учреждение Российской академии наук Институт озероведения РАН,
Россия, г. Санкт-Петербург, Севастьянова, 9, victor_beliakov@mail.ru

Карельский перешеек – район наибольшей плотности расположения озер в Ленинградской области. Этот фактор является не последним в ряду других, определяющих современное интенсивное освоение данной территории. В связи с повышением антропогенного пресса на озера в результате сведения части лесов, развития строительства, рекреации и сельского хозяйства возникает необходимость оценки современного состояния озерных экосистем.

Бентосные сообщества не так быстро реагируют на изменения условий среды как планктонные (за исключением токсических воздействий) в силу определенной консервативности условий среды у дна водоема (в частности буферность донных отложений) и более медленного протекания процессов жизнедеятельности организмов. Благодаря этим обстоятельствам, изменения, отмеченные в донных сообществах с большой долей достоверности позволяют судить о силе и направленности действия внешних факторов, интегральное влияние которых приводит к изменению всей экосистемы водоема.

На примере нескольких озер Карельского перешейка рассмотрим изменение структуры сообществ зообентоса при смене условий обитания донных организмов.

Для отбора проб использовали дночерпатели Экмана и Петерсена с площадью захвата 1/40 м² по 3 подъема. Материал промывали через сито № 23 и разбирали в живом виде. Пробы фиксировали 70% этанолом и обрабатывали по стандартной методике (Боруцкий, 1934). В собранных пробах определялись следующие характеристики: количественные показатели, видовой состав, структура доминирования, трофическая структура. Для оценки структурной сложности сообщества был использован индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера.

Озеро Красное (площадь 9 км², максимальная глубина 14 м) имеет ледниковое происхождение. Водоем исследуется с 50-х годов прошлого века. За прошедшее время на водосборе озера происходили существенные изменения, которые влияли на формирование лимнических характеристик. Первый этап: 1950–60-е годы – до начала интенсивного сельскохозяйственного освоения водосбора. В тот период в зообентосе отмечались даже ледниковые реликтовые формы – *Pallasiola quadrispinosa* (Sars) и *Pontoporeia affinis* Lindstrom. Второй период – 1970–80-е годы, когда отмечался рост уровня трофии озера в связи с поступлением биогенных элементов с водосбора. Третий этап с 1990-х годов – период частичного восстановления прежнего мезотрофного статуса озера, в связи с экономическим спадом в сельском хозяйстве, и начало нового этапа антропогенного воздействия, которое теперь носит комплексный характер.

Данные о сообществе макрозообентоса оз. Красного за весь период наблюдений говорят о частичном восстановлении сообщества после депрессии 1970–80-х гг. (Кузьменко, 1972, 1988; Беляков, 2008). Восстановление отдельных компонентов видового состава коснулось не только центральной зоны (популяция *Chironomus anthracinus*), что уже наблюдалось в конце 1980-х гг., но и литоральной зоны, где отмечено появление некоторых групп и видов, практически отсутствующих в 1970-80-е гг.: в первую очередь, личинок ручейников и поденок. Кроме того, наблюдается снижение доминирования пелофильных видов (род *Chironomus*) и усиление роли мезотрофных видов, псаммофильных и оксифильных форм. Видовая структура сообщества демонстрирует достаточно высокое разнообразие в течение всего вегетационного сезона. Трофическая структура характеризуется преобладанием детритофагов-собирателей, снижением роли фильтраторов (исключая крупных двустворчатых моллюсков, которых, по-прежнему, много). В то же время нет стабильного преобладания хищных форм, как это наблюдалось до периода антропогенного эвтрофирования (Беляков, 2008) (табл. 1).

Озеро Вишневоe – гипертрофное мелководное озеро (площадь 10.5 км², максимальная глубина – 3 м). В 1950-е годы в озере был понижен уровень на 1 м для сельскохозяйственного освоения прибрежной территории. В результате усилилось зарастание озера макрофитами, участились заморы, увеличилась мутность воды в результате ветрового перемешивания. С этого момента в районе центрального плеса на протяжении исследований отмечается довольно однообразное бентосное сообщество, с преобладанием форм характерных для подобных сапропелевых илистых биотопов эвтрофных озер, с подавляющим доминированием *Chironomus plumosus* L.

В 1991–95 гг. в озере проводились интенсивные работы по добыче сапропеля. Результатом этого вмешательства в экосистему явилось частичное разрушение донного биотопа – некоторое изменение структуры зообентоса, с преобладанием в районе работ личинок *Einfeldia carbonaria* (Meig.) и существенным снижением биомассы (табл. 2). Кроме того, в этой зоне довольно высокий процент мертвых личинок *Chironomus plumosus* L. до 35–39% в пробе.

Таблица 1. Основные структурные и количественные характеристики зообентоса оз. Красного в различные периоды исследований

Показатель \ период	1950–60-е гг.*	1970-80-е гг.*	с 1990-х по наст. время
Профундаль. ил.биотоп			
Доминанты	<i>Chironomus anthracinus</i> + <i>Chironomus plumosus</i>	<i>Chironomus plumosus</i> + <i>Chaoborus crystallinus</i>	<i>Ch. anthracinus</i> + <i>Ch. plumosus</i>
Численность, экз./м ²	720 (510–1080)	750 (400–1150)	860 (220–2490)
<i>Chironomus plumosus</i> %	30%	52% (45–64%)	30% (15–44%)
<i>Ch. anthracinus</i> %	45%	20% (0–51%)	34% (6–72%)
<i>Chaoborus crystallinus</i> %	3% (0–7%)	26% (10–33%)	15% (7–20%)
Биомасса, г/м ²	6.20 (5.50–8.20)	9.60 (3.85–16.20)	6.14 (2.74–14.97)
Индекс Шеннона. Бит	2.60 (2.2–2.95)	1.95 (0.9–2.2)	2.29 (1.8–2.9)
Илисто-песчаный биотоп литорали			
Доминанты	<i>Polypedilum scalaenum</i> + <i>Cladotanytarsus mancus</i> + <i>Stylaria lacustris</i>	<i>Chironomus (reductus)</i> + <i>Stictochironomus crassiforceps</i> + <i>Cladotanytarsus mancus</i>	<i>Stictochironomus crassiforceps</i> + <i>Cl. mancus</i> + <i>Cryptochironomus defectus</i>
Численность, экз./м ²	1714 (120–5300)	2414 (80–9640)	2320 (80–6720)
Олигохеты %	6.1	2.4	1.1
Ручейники %	1.1	0.6	2.6
Поденки %	0.2	0.4	1.1
Хирономиды %	86.5	91.3	88.2
Биомасса, г/м ²	0.90 (0.10–2.25)	6.01 (0.24–26.29)	3.52 (0.20–10.52)
% фитодетритофагов фильтраторов + собира- телей	3	58	20
% фильтраторов	2	5	7
% детритофагов собира- телей	62	30	55
% детритофагов безвы- борочных глотателей	2	2	2
% фитофагов и соскреба- телей	2	2	2
% всеядных собирателей и хватателей	4	0	1
% хищников	25	3	14
Индекс Шеннона (видо- вое разнообразие), бит/экз.	3.28	2.77	3.59
Индекс Шеннона (тро- фическое разнообразие), бит	1.52	1.57	1.84

Примечание. Данные Кузьменко, 1972, 1988.

Дополнительными негативными последствиями добычи является повышение мутности воды и иммобилизация биогенов из донных отложений. После завершения работ за несколько лет сообщество восстановилось в исходном состоянии.

Таблица 2. Основные структурные и количественные характеристики зообентоса оз. Вишневого в различные периоды

Показатель \ период	1992–95 гг.	1992–95 гг.	2009 г.
Профундаль, ил.биотоп	Зона добычи сапропеля	Контрольная зона	Зона бывших работ и контрольная зона
Доминанты	<i>Einfeldia carbonaria</i> + <i>Chironomus plumosus</i>	<i>Chironomus plumosus</i> + <i>Einfeldia carbonaria</i>	<i>Chironomus plumosus</i> + <i>Einfeldia carbonaria</i>
Численность, экз./м ²	1964–2760	1240–3200	1640–1820
<i>Chironomus plumosus</i>	10%	60%	36%
в т.ч. мертвых особей	40%	5%	1%
<i>Einfeldia carbonaria</i>	60%	20%	15%
<i>Chaoborus crystallinus</i>	5%	15%	10%
Биомасса, г/м ²	0.30–5.18	17.8–39.79	15.18–22.20
Индекс Шеннона, бит	1.35	1.95	2.07

Изучение сообщества зообентоса оз. Жемчужное (эвтрофное, площадь 0.69 км², макс. гл. 2.5 м) посвящено проблеме самовосстановления экосистем водоемов, подверженных ранее обработке ихтиоци-

дами и удобрению, с целью повышения их рыбопродуктивности. Не секрет, что подобные работы далеко не всегда достигали поставленных задач, зато в большинстве случаев отмечались стойкие негативные последствия, например – обеднение состава фауны и нестабильность количественных и функциональных показателей как отдельных сообществ, так и экосистемы в целом. Это происходило как в результате прямого токсического воздействия на отдельные виды гидробионтов, так и в результате косвенного влияния мероприятий по внесению удобрений: в частности появление дефицита кислорода у дна приводило к гибели многих популяций бентосных видов. Кроме того, в результате перестроек в различных сообществах озер изменялись соотношения между трофическими уровнями, что могло вызвать выпадение отдельных видов по цепочке ресурс – потребитель.

Многие озера Карельского перешейка в полном объеме были подвергнуты применению метода химического преобразования водоемов (Бурмакин, 1965), т.е. они были обработаны полихлорпирином (ПХП), и в последующие годы для повышения уровня трофии в озера вносились известь и минеральные азотно-фосфорные удобрения. Обработка полихлорпирином оз. Жемчужина была осуществлена в 1960 г. Внесение же удобрений было прекращено в 1980-е гг. Соответственно с этого времени можно говорить о начале восстановления состава фауны и возврата к некоторым исходным характеристикам бентосного сообщества.

Для выявления основных тенденций изменения характеристик зообентоса за весь период наблюдений на исследованных озерах были привлечены данные за предшествующие годы, подчерпнутые из отчетов Института озераведения за 1959 гг. (данные К.Н. Кузьменко), трудов ГосНИОРХа (Петров, 1972; Архипцева и др., 1977) и диссертации Т.М. Владимировой (1968).

Обработка озера ПХП (в концентрации 0.25 мг/л) привела к быстрой гибели донных организмов. За месяц видовой состав донной фауны уменьшился с 42 видов до 9. Полностью исчезли олигохеты *Stylaria lacustris* (L.) и *Lumbriculus variegatus* (O.F. Müller), пиявки, моллюски *Bithynia leachi* (Sheppard) и *Sphaerium corneum* (L.), личинки стрекоз – *Leptophlebia*, *Aeschna*, *Libellula* личинки ручейников, подеенок, большекрылок *Sialis* и хирономид – *Endochironomus tendens* F., *Chironomus fl. bathophilus* (=anthracinus) и *Anatopynia plumipes* (Fries), а также некоторые другие. В центральной зоне *Polypedium nubeculosum* Meig. и *Microtendipes pedellus* (De Geer) заменялись на *Chironomus anthracinus* Zett., а после удобрений на *Ch. plumosus* (L.), на литорали доминирование олигохет и моллюсков менялось на преобладание личинок хирономид (табл. 3).

Таблица 3. Основные структурные и количественные характеристики зообентоса оз. Жемчужного в различные периоды

Показатель \ период	1959 г.**	1960–70-е гг.***	1995 и 2009 гг.
Биотоп центральной зоны, ил			
Доминант	<i>Polypedium nubeculosum</i> + <i>Microtendipes pedellus</i>	<i>Chironomus plumosus</i> + <i>Chironomus anthracinus</i>	<i>Microtendipes pedellus</i> + <i>Procladius choreus</i>
Численность, экз./м ²	1400	613–3650	40–1360
Биомасса, г/м ²	2.4	2.8–34.9	0.10–3.06
Олигохеты, % В	25	0–17.8	0–5
Хирономиды, % В	60	77–100	60–80
Моллюски, % В	10	0–7.5	2–10
Прочие, % В	5	0–12	20–31
Индекс Шеннона, бит/экз.	2.10	0.35–0.65	0.72–1.50
Илисто-песчаный биотоп литорали			
Доминант	<i>Microtendipes pedellus</i> + <i>Stylaria lacustris</i> + <i>Pisidium</i> sp.	<i>Tanytarsus</i> sp. sp. + <i>Chironomus plumosus</i>	<i>Microtendipes pedellus</i> + <i>Pseudochironomus prasina-</i> <i>tus</i>
Численность, экз./м ²	900	1940–13120	80–940
Биомасса, г/м ²	1.27	9.87–16.34	0.64–2.53
Олигохеты, % В	40	5	10
Пиявки, % В	5	-	2
Моллюски, % В	10	7	10
Ракообразные, % В	5	-	-
Ручейники, % В	7	-	2
Поденки, % В	3	-	1
Хирономиды, % В	25	70	50
H _N , бит/экз.	3.15	1.1–1.91	1.25–2.17

Примечание. По данным: ** – Кузьменко, 1960; *** – Петров, 1972; Архипцева и др., 1977; Владимировой, 1968.

После возвращения (в той или иной степени) экосистемы озера к естественному режиму появились формы, характерные для нормально развивающихся озер региона, отмеченные здесь ранее К.Н. Кузьменко (1960) – рачки *Asellus aquaticus* L., вислокрылки *Sialis*, ручейники *Mystacides longicornis* (L.), *Molanna angustata* Curtis и *Limnophilus* sp., хирономиды *Polypedium nubeculosum* и *Microtendipes pedellus*.

Зообентос оз. Жемчужного через 30 лет после завершения периода удобрения озера существенно снизил количественные показатели на литорали и центральной зоне, но полного восстановления структуры и состава не произошло.

Таким образом, из трех исследованных водоемов только в гипертрофном оз. Вишневском антропогенные воздействия привели к незначительным изменениям состава и структуры. Зообентос двух других озер продемонстрировал существенные изменения состава и структуры при разных типах антропогенного воздействия. В случае эвтрофирования озера показательны не только изменения видового состава, но и трофической структуры зообентоса.

Список литературы

- Архипцева Н.Т., Петров В.В., Покровский В.В. Морозовская группа озер // Рыбохозяйственный кадастр малых озер Ленинградской области. Л., 1977. С. 135–142.
- Беляков В.П. Многолетние изменения макробентоса оз. Красного // Многолетние изменения биологических сообществ мезотрофного озера в условиях климатических флуктуаций и эвтрофирования. СПб., 2008. С. 167–184.
- Боруцкий Е.В. К вопросу о технике количественного учета донной фауны // Тр. Лимнол. станции в Косине, 1934. Вып. 17. С. 119–136.
- Бурмакин Е.В. Химический метод рыбохозяйственного преобразования озер. М.: Пищевая промышленность, 1965.
- Владимирова Т.М. Влияние полихлорпинена и минеральных удобрений на кормовую базу рыб оз. Жемчужного // Автореф. канд. дисс. Л., 1968. 16 с.
- Кузьменко К.Н. Зообентос озер Морозовской группы в 1959 году. Годовые отчеты Института озераедения АН СССР за 1959г. (архив Института озераедения РАН). Л., 1960.
- Кузьменко К.Н. Жизненные циклы и продукция массовых видов зообентоса оз. Красного // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1972. 24 с.
- Кузьменко К.Н. Изменения сообщества макрозообентоса в многолетнем ряду // Методические аспекты лимнологического мониторинга. Л.: Наука, 1988. С. 93–102.
- Петров В.В. Бентофауна удобряемых озер Морозовской группы Карельского перешейка. Изв. ГосНИОРХ. Л., 1972. 79. С. 60–72.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ В ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЕ МУДЬЮГСКИХ ОЗЕР

Ю.В. Беспалая

Институт экологических проблем Севера УрО РАН,
163000, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, 23, jbspalaja@yandex.ru

Система Мудьюгских озер расположена в пределах Беломорско-Кулойского плато – одного из специфичных физико-географических и геоморфологических районов северной окраины Русской платформы (Козьмин, Шатова, 1997). Здесь развит холмисто-моренный и камовый рельеф абсолютные высоты возвышенности находятся в пределах 110–216 м. Понижения рельефа заняты озерами и болотами. Беломорско-Кулойское плато сложено известняками, гипсами, доломитами, мергелями, песчаниками каменноугольного и пермского возрастов, способствующими развитию карстовых процессов. Густота речной сети варьирует от 0.3–0.55 км/км². Коэффициент озерности около 1%.

Изучение видового состава и экологии моллюсков системы Мудьюгских озер выполняли в сентябре 2009 г. Система Мудьюгских озер включает восемь водоемов соединенных между собой протоками. Восьмое Мудьюгскоеzero впадает в р. Мудьюга.

По гидрохимическому составу изученные водоемы относятся главным образом к гидрокарбонатно-кальцевому типу. Содержание биогенных элементов невысокое. Средняя величина общей минерализации озер составляет 43.8 мг/л. Содержание железа в водах изменяется в пределах 0.028–0.27 мг/дм³.

Цель настоящей работы – изучение закономерностей формирования структуры населения пресноводных моллюсков в озерной системе Мудьюгских озер.

Качественные сборы проводили в прибрежной зоне водоемов среди зарослей макрофитов сачком и вручную, на открытых участках литорали применяли скребок (сетка из газа № 38). При отборе количественных проб использовали дночерпатель Экмана-Берджи (1/40 м²). Пробы промывали с использованием гидробиологического сита. Моллюски фиксировались 96% спиртом, который через сутки заменяли на 70% (Жадин, 1960; Мордухай-Болтовской, 1975; Определитель..., 2004). В месте отбора каждой пробы измерялась глубина с точностью до 0.1 м (мерной рейкой на глубинах до 0.5 м и эхолотом на более глубоких участках) и определялся характер грунта.

Отобранные пробы разбирали в лаборатории с применением стереоскопического микроскопа МБС-10. При определении моллюсков использованы таблицы Я.И. Старобогатова (1990, 2004), а также ключи (Kruglov, Starobogatov, 1993; Корнюшина, 1996; Круглова, 2005).

Относительное обилие видов было рассчитано как доля особей в выборке (P_s , %). По количественным пробам была также определена плотность особей моллюсков (N , экз./м²). Видовое богатство топических группировок моллюсков определяли, используя расчетный метод разрежения (англ. rarefaction) с последующим построением и анализом графиков (Smith, van Belle, 1984), а доминирование – индекс Бергера-Паркера (d , %), который представляет собой долю наиболее обильного вида (Мэгарран, 1992). Для определения относительного обилия видов использовали пятибалльную логарифмическую шкалу (Песенко, 1982).

По предварительным данным в Мудьюгских озерах зарегистрировано 23 вида моллюсков из 16 родов трех семейств Bivalvia и четырех – Gastropoda. По численности в выборках преобладают моллюски *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1788), *Colletopterum anatinum* (Linnaeus, 1788) и *Lymnaea ovata* (Draparnaud 1805).

В докладе будут рассмотрены основные закономерности формирования структуры населения пресноводных моллюсков в озерной системе Мудьюгских озер. Проведена оценка роли экологических факторов.

Список литературы

- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 150 с.
- Козьмин А.К., Шатова В.В. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области. Архангельск, 1997. 79 с.
- Корнюшин А.В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidae Палеарктики. Фауна, систематика, филогения. Киев, 1996. 165 с.
- Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: СГПУ, 2005. 507 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / отв. ред. Мордухай-Болтовской Ф.Д. М.: Наука, 1975. 270 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 182 с.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 2004. Т. 6. 528 с.
- Kruglov N.D., Starobogatov Y.I., Annotated and illustrated catalogue of species of family Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformis) of Palearctic and adjacent river drainage areas // Rutenica. 1993. V. 3. N 1. P. 65–92.

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ CLADOCERA (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA)

О.С. Бойкова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071, Москва, Ленинский проспект, 33, oboikova@yandex.ru

В последнее десятилетие уделяется большое внимание филогении класса Branchiopoda (Richter et al., 2007; Olesen, 2009), и в связи с этим возрастает интерес тому, в какой степени эволюция этой группы связана с гетерохрониями, в частности явлением неотении. До недавнего времени классическим примером неотенического происхождения среди ракообразных считались Cladocera. Первым, кто высказал предположение, что кладоцеры эволюционировали от личиночных форм конхострак, был Клаус (Claus, 1876), позже его гипотеза была признана многими исследователями (Margalef, 1949; Hardy, 1954; Retanpe, 1960). Основанием для этого служило общее соответствие морфологии поздних личинок «конхострак» Spinicaudata (в настоящее время таксон Conchostraca не считается валидным, вместо него признаются два независимых отряда Spinicaudata и Laevicaudata (см. Fryer, 1987) и некоторых взрослых кладоцер. Действительно, те и другие имеют короткий, не прикрывающий голову карапакс, 6 пар туловищных конечностей, небольшое число члеников на ветвях плавательных антенн. Вместе с тем, нетрудно обнаружить также несоответствия между личинками «конхострак» и взрослыми кладоцерами: личинки «конхострак» имеют особые науплиальные выросты плавательных антенн и мандибулярные пальпы, у них недоразвиты туловищные конечности, и карапакс еще не образует двустворчатую раковинку. Они исчезают при линьке, сопровождающей переход от поздней личинки в ювенильную стадию. В связи с этим Андерсон (Anderson, 1967) справедливо заметил, что взрослые кладоцеры более похожи не на поздних личинок, а на ранние ювенильные стадии «конхострак». Явление, когда взрослые стадии одних организмов напоминают по своей организации личиночные или неполовозрелые стадии других, известно под названием педоморфоз, одной из форм которого является неотения.

Идея неотенического происхождения кладоцер подверглась серьезной критике Эрикссоном (Eriksson, 1934), который обратил внимание на то, что она изначально базировалась на двух спорных предпосылках: 1) пелагические кладоцеры, такие как Sididae и Daphniidae – являются наиболее примитивными представителями этих групп; 2) кладоцеры представляют собой монофилетическую группу. Он

нашел, что обе предпосылки ошибочны и пытался доказать, что разные отряды кладоцер, произошли не только от разных линий «конхострак», но и в разное время. Детальный анализ его довольно запутанных рассуждений был проведен Шминке (Schminke, 1981). Впоследствии идея полифилитического происхождения кладоцер, высказанная Эрикссоном, была развита Фраером (Fryer, 1987).

В настоящее время происходит отказ от нее как морфологами (Dumont, Negrea, 2002; Котов, 2007 а), так и молекулярными генетиками (см. Котов, 2007 а, б; Olesen, 2004; Richter et. al., 2007). Подавляющее большинство проведенных молекулярно-генетических исследований свидетельствуют о том, что кладоцеры появились в пределах одной из ветвей «конхострак» (см. Richter et. al., 2007). Всеми авторами, конструирующими филогенетическое древо Branchiopoda с использованием молекулярно-генетических методов, подтверждена группировка Cyclestherida и четырех отрядов кладоцер, получившая название Cladocerotomorpha (Ax, 1999).

Циклестеридам и кладоцерам довольно часто приписывается морфологическое сходство (см. Котов, 2007 а). Я нахожу, однако, что тип строения *Cyclestheria hislopi* (Baird) полностью соответствует типу строения «конхострак». Неслучайно ранее ее рассматривали всего лишь как олигомеризованного представителя спиникаудат (Fryer, 1987), поскольку она имеет 16 туловищных сегментов вместо 18–32, как другие виды, и 7 члеников на ветвях плавательных антенн вместо обычных 11–20 (у *Limnadia* также бывает 7 члеников) (Botnariuc, Orghidan, 1953; Dumont, Negrea, 2002). В то же время циклестериды обладают всеми признаками, которые присущи спиникаудатам. Все их туловищные сегменты несут конечности, семяпроводы и яйцеводы открываются у основания 11 пары конечностей, раковинка прикрывает туловище и голову рачка, сердце имеет вид трубки с 4 парами остий, яйца прикрепляются филаментами к экзоподитам 9–11 пар туловищных конечностей и т.д. Слитый сложный глаз также не является уникальным признаком циклестерид и кладоцер, как считалось ранее. Выяснилось (Richter et. al., 2007), что у некоторых спиникаудат, таких как *Caenestheriella* sp., сложные глаза слились в той же степени, что и у *Cyclestheria hislopi*.

В противоположность морфологическому, онтогенетическое сходство циклестерид и кладоцер бесспорно. Тем и другим свойственны два способа размножения (партогенетическое и гамогенетическое), и два типа яиц соответственно. Преобладает партогенетическое размножение, при котором яйца и эмбрионы полностью развиваются внутри дорсальной (выводковой) камеры. Но у циклестерид, в отличие от кладоцер, в течение всего эмбрионального периода они остаются прикрепленными филаментами к экзоподитам туловищных конечностей самки (Roessler, 1995). Развитие гамогенетических яиц циклестерид эмбрионизовано также как у кладоцер (Roessler, 1995). Сообщение об обнаружении в одной из популяций *C. hislopi* хейлофорных личинок (Botnariuc, Viña Bayés, 1977) кажется сомнительным, поскольку последние были идентифицированы лишь на том основании, что пойманы в водоеме, в котором обитает этот вид. Кроме того, рисунок этой личинки удивительно похож на изображение личинки *Eulimnadia* (Olesen, Grygier, 2003).

Появление молекулярно-генетических данных, свидетельствующих о том, что циклестерия и кладоцеры представляют собой сестринские группы, вызвало необходимость переоценить гипотезу неотенического происхождения кладоцер. Это было сделано Ульсеном (Olesen, 1999), который нашел, что эти две гипотезы конфликтуют между собой. Он справедливо рассудил, что если кладоцеры и циклестерия, действительно, сестринские группы, то это может означать, что их общий предок уже имел прямое развитие с эмбрионизованными личиночными стадиями, и, поскольку у предка личиночные стадии были эмбрионизованы, то кладоцеры не могли эволюционировать от свободноживущих личинок спиникаудат путем неотении. Из этого он делает вывод, что типичные для кладоцер укорочение тела, а также редукция карапакса и других структур, должны были эволюционировать уже после того, как у предковой формы были утрачены свободноживущие личинки. Той же логике следует А.А. Котов (2007 а, б), который в качестве прототипа кладоцер рассматривает не личинку, а взрослую конхостраку, связывая происхождение кладоцер с процессом олигомеризации. Это, однако, никак не объясняет, почему случилось так, что у большинства кладоцер карапакс прикрывает только туловище, оставляя голову свободной.

Рассуждения Ульсена о том, что предок кладоцер уже обладал прямым развитием, убедительны, но неясно, почему этот факт исключает их неотеническое происхождение. Чтобы ответить на этот вопрос необходимо разобраться в терминологии. Педоморфоз рассматривается не только, как явление, но, одновременно, и как процесс эволюционных изменений, при котором организм приобретает новые признаки, задерживая в своей дефинитивной морфологии черты строения, присущие личиночным или ювенильным стадиям предковой формы. В зависимости от того, какая система (половая или соматическая) претерпела изменение в скорости развития, различают два пути достижения педоморфоза и соответственно две его формы: прогенез и неотению (Смирнов, 1991).

Прогенез – это процесс эволюционных изменений, которые возникают в результате ускорения полового развития при сохранении темпов соматического развития. В этом случае формируется животное с

функционирующей половой системой, но недоразвитыми соматическими признаками. Если происхождение кладоцер связывать с ускорением полового развития (прогенезом), как это делал Харди (Hardy, 1954), который считал кладоцер рано созревшими метанауплиусами, то неизбежно возникает тот самый конфликт гипотез, о котором пишет Ульсен. Но для такого предположения нет оснований, поскольку большинство кладоцер имеют примерно столько же неполовозрелых стадий, сколькоими обладает циклестерия – 4 (Roessler, 1995).

Неотения представляет собой процесс эволюционных изменений, при котором организм приобретает новые признаки не в результате ускоренного созревания, а в результате замедления темпов развития или приостановки морфологической дифференцировки органов и признаков (Смирнов, 1991). В этом случае, по-видимому, не имеет значения тот факт, были или не были эмбрионизованы личиночные стадии у предковой формы.

Ключом к решению этого вопроса могут стать эмбриологические данные. Развитие партеногенетического яйца циклестерии детально описано Ульсеном (Olesen, 1999). Основываясь исключительно на морфологических признаках, он выделил 9 стадий, разделив их на личиночные (стадии I–VI) и ювенильные (стадии VII–IX). Детальные описания развития партеногенетических яиц кладоцер, принадлежащих к отрядам Stenopoda, Anomopoda и Harporoda были сделаны А. Котовым и О. Бойковой (Kotov, Boikova, 1998, 2001; Boikova, 2008). По морфологическим признакам и с учетом сброса яйцевых оболочек и эмбриональных линек для этих рачков были выделены 4 эмбриональные стадии. Ульсен (Olesen, 1999) совершенно справедливо замечает, что среди кладоцер наибольшее сходство с циклестерией в развитии яйца обнаруживают ктеноподы (например, *Diaphanosoma*). Так стадия II циклестерии очень похожа на начало стадии 2 диафанозомы, а стадия IV – на конец стадии 2 диафанозомы. Стадии VI и VII циклестерии морфологически соответствуют стадиями 3 и 4 диафанозомы, а стадия VIII циклестерии более всего соответствует первой ювенильной стадии диафанозомы. В отличие от диафанозомы, зародыш циклестерии проходит в дорсальной камере самки, вероятно, не одну, а две постларвальные (ювенильные стадии). Я делаю этот вывод на основании изменений формы дорсального органа, постабдоминальных коготков и щетинок на стадии VIII циклестерии, поскольку они могли произойти только в том случае, если между стадиями VII и VIII происходит линька.

Наиболее заметные различия в развитии партеногенетических яиц циклестерии и кладоцер связаны с формированием туловищного отдела, плавательных антенн и карапакса. Шесть туловищных сегментов появляются у тех и других еще до начала роста зародыша в длину. У циклестерии в дальнейшем образуются новые дополнительные туловищные сегменты, которые появляются порциями в так называемой зоне роста, расположенной у переднего края тельсона. На всех туловищных сегментах постепенно формируются конечности. Окончательное их число (16 пар) устанавливается на стадии VIII. В отличие от циклестерии, у кладоцер позади первоначально образованных туловищных конечностей появляется более или менее протяженная (иногда очень короткая, как у диафанозомы), несегментированная и лишенная конечностей часть туловища, называемая абдоменом. Исключение составляют *Leptodora* (Harporoda) и некоторые Onychopoda, которые имеют длинный абдомен, состоящий из 2–3 сегментов. Развитие лептодоры (Boikova, 2008) убедительно показывает, что абдомен кладоцер формируется в той же зоне роста, в которой образуются новые туловищные сегменты циклестерии. Следовательно, сокращение числа туловищных сегментов и укорочение туловища у кладоцер является результатом ослабления зоны роста.

Другая особенность морфогенеза циклестерии состоит в поэтапном появлении сегментов на протоподите и члеников на ветвях плавательных антенн (Olesen, 1999: p. 177). Сегментация антенн становится видна не ранее IV стадии, в это время протоподит подразделяется на 3 доли, а ветви – на 2–3 членика. На стадии VI протоподит подразделяется уже на 4 доли, а ветви – на 5 члеников. На стадии VII протоподит подразделяется на 5 долей, ветви – на 7 члеников, также как у взрослых особей (Olesen, 1999). У кладоцер сегментация плавательных антенн становится видна отчетливо на стадии 3. В это время у дафнии (Kotov, Boikova, 2001) и лептодоры (Olesen et al., 2003) на базиподите плавательных антенн можно различить три доли (в дальнейшем это деление исчезает), а на ветвях – от 2 до 4 члеников у разных видов, и это число остается неизменным до конца жизни рачков.

Развитие карапакса у циклестерии и кладоцер начинается сходным образом. Сначала в максиллярной области появляется пара дорсо-вентральных складок или вздутий. Затем они сливаются в один зачаток, который растет назад вдоль спины зародыша. Однако у циклестерии со стадии VII (первой постларвальной) карапакс, продолжая расти назад, начинает расти также вперед, постепенно прикрывая голову рачка. У кладоцер этого не происходит, и голова рачка остается свободной. Таким образом, сравнение развития циклестерии и диафанозомы показывает, что главные особенности морфологии диафанозомы связаны с тем, что на ранних эмбриональных стадиях имеет место приостановка развития и дифференцировки туловища, карапакса и плавательных антенн, что, на мой взгляд, служит подтверждением гипоте-

зы неотенического происхождения кладоцер от *Cyclestheria*-подобного предка. В этом случае олигомеризацию можно рассматривать лишь как следствие неотении.

Список литературы

- Котов А.А. Происхождение Cladocera (Branchiopoda, Crustacea): Обзор. Сообщение 1 // Зоол. ж. 2007 а. Т. 86. № 5. С. 526–536.
- Котов А.А. Происхождение Cladocera (Branchiopoda, Crustacea): Обзор. Сообщение 2 // Зоол. ж. 2007 б. Т. 86. № 6. С. 643–653.
- Смирнов С.В. Педоморфоз как механизм эволюционных преобразований организмов // Современная эволюционная морфология. Киев: Наук. Думка, 1991. С. 88–103.
- Anderson D.T. Larval development and segment formation in the branchiopod crustaceans *Limnadia stanleyana* King (Conchostraca) and *Artemia salina* (L.) (Anostraca) // Austr. J. Zool. 1967. V. 15. P. 47–91.
- Ах Р. Phyllopodomorpha // Das System der Metazoa II. Ein Lehrbuch der phylogenetischen Systematic. Mainz: G. Fischer, 1999. P. 156–168.
- Boikova O.S. Comparative investigation of the late embryogenesis of *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) (Crustacea: Branchiopoda), with notes on types of embryonic development and larvae in Cladocera // J. Nat. History. 2008. V. 42. P. 2389–2416.
- Botnariuc N, Orghidan Tr. Phyllopora // Fauna R.P. Romania. Edit. Academiei Romane, Bucuresti, 1953, V. 4. 99 p.
- Botnariuc N., Viña Bayés N. Contribution á la connaissance de la biologie de *Cyclestheria hislopi* (Baird), (Conchostraca: Crustacea) de Cuba // Rés. exp. biospéol. Cubano-Roum., Bucuresti, 1977. V. 2. P. 105–115.
- Claus C. Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage der Crustaceen-System // Wien: Carl Gerold's Sohn, 1876. 114 s.
- Dumont H.J., Negrea S.V. Introduction to the class Branchiopoda // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 19. Leiden: Backhuys Publishers, 2002. 398 p.
- Eriksson S. Studien über die Fangapparate der Branchiopoden nebst einigen phylogenetischen Bemerkungen // Zool. Bidr., Uppsala, 1934. V. 15. P. 23–287.
- Fryer G. A new classification of the branchiopod Crustacea // Zool. J. Linnean Soc. 1987. V. 91. P. 357–383.
- Hardy A.C. Escape from specialization // Evolution as a process. London, 1954. P. 122–142.
- Kotov A.A., Boikova O.S. Comparative analysis of the late embryogenesis of *Sida crystallina* (O.F. Müller, 1776) and *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848) (Crustacea: Branchiopoda: Ctenopoda) // Hydrobiologia. 1998. V. 380. P. 103–125.
- Kotov A.A., Boikova O.S. Study of the late embryogenesis of *Daphnia* (Anomopoda, Cladocera), and a comparison of development in Anomopoda and Ctenopoda // Hydrobiologia. 2001. V. 442. P. 127–143.
- Margalef R. Importacia de la neotenia en la evolución de los crustaceos de agua dulce // Publ. Instit. Biol. Apl., 1949. V. 6. P. 41–51.
- Olesen J. Larval and post-larval development of the branchiopod clam shrimp *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859) (Crustacea, Branchiopoda, Conchostraca, Spinicaudata) // Acta Zoologica (Stockholm). 1999. V. 80. P. 163–184.
- Olesen J. On the ontogeny of the Branchiopoda (Crustacea): contribution of development to phylogeny and classification // in G. Scholtz (ed.), Crustacean Issues 15. Evolutionary developmental biology of Crustacea. Abingdon, Exton (PA) and Tokyo: A.A. Balkema Publishers, 2004. P. 217–269.
- Olesen J. Phylogeny of Branchiopoda (Crustacea) – character evolution and contribution of uniquely preserved fossils // Arthropod Systematics & Phylogeny. 2009. V. 67. N. 1. P. 3–39.
- Olesen J., Grygier M.J. Larval development of Japanese ‘conchostracans’: part 1, larval development of *Eulimnadia braueriana* (Crustacea, Branchiopoda, Spinicaudata, Limnadiidae) compared to that of other limnadiids // Acta Zoologica. 2003. V. 84. P. 41–61.
- Olesen J., Richter S., Scholtz G. On the ontogeny of *Leptodora kindtii* (Crustacea, Branchiopoda, Cladocera), with notes on the phylogeny of the Cladocera // J. Morph. 2003. V. 256. P. 235–259.
- Remane A. Zur Frage Neotenic und Fetalisation // Zool. Anz. 1960. V. 164. P. 417–418.
- Richter S., Olesen J., Wheeler W.C. Phylogeny of Branchiopoda (Crustacea) based on a combined analysis of morphological data and six molecular loci // Cladistics. 2007. V. 23. P. 1–36.
- Roessler E.W. Review of Colombian Conchostraca (Crustacea) – ecological aspects and life cycles – family Cyclestheriidae // Hydrobiologia. 1995. V. 298. P. 113–124.
- Schminke H.K. Adaptation of Bathynellacea (Crustacea, Syncarida) to life in the interstitial («Zoea Theory») // Int. Revue. ges. Hydrobiol. 1981. V. 66. N. 4. P. 575–637.

ДИНАМИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЗООПЛАНКТОНА ЗОНЫ ВЫКЛИНИВАНИЯ ПОДПОРА МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬДЬ РЫБИНСКИМ ВОДОХРАНИЛИЩЕМ

С.Э. Болотов, А.И. Цветков, Н.Н. Жгарева, М.И. Малин, А.В. Крылов

Институт биологии внутренних вод РАН им. И.Д. Папанина, Россия, п. Борок, alhimikhmu@yandex.ru

Характерной особенностью равнинных водохранилищ является зарегулирование устьевых областей их малых притоков, сопровождающееся формированием гидрологически- и морфодинамически специфичных (Дуег, 1986; Дьяконов, 1995; Чеботарев, 1975) зон выклинивания подпора (ЗВП) речных вод. Отечественными и зарубежными исследователями убедительно показано, что ЗВП являются мощным гидрогеохимическим барьером (Летувнинкас, 2005), в котором результате демпфирования речного потока происходит интенсивное депонирование седимента, физико-химическая и биологическая деактивация гидротоксикантов, аккумуляция биогенов (Lisitzin, 1999).

Важная гидроэкологическая роль ЗВП как маргинального звена системы «река–водохранилище» определяет значительный интерес к гидробиологическому режиму этой зоны, особенностям структурного устройства и функциональной организации ее водного населения. Эти знания открывают широкие возможности для интегральной биодиагностики фазового состояния и генеральных линий динамики экосистемы ЗВП, могут служить информационным базисом экологически эффективного планирования и управления ресурсами реки, их неистощительной эксплуатации.

Целью настоящей работы является изучение сезонной динамики организации зоопланктона ЗВП малого притока Рыбинским водохранилищем, на примере р. Ильдь.

Река Ильдь – приток второго порядка Вожского плеса Рыбинского водохранилища, протекает в северо-восточном направлении, относится к категории средне-малых рек (Коргина, 2010; Рохмистров, Наумов, 1984). Общая площадь водосбора реки составляет 240 км², протяженность – 46 км. (Отюкова и др., 2008). Ландшафтно-экологическую специфику р. Ильдь составляют высокая степень сельскохозяйственной освоенности ее водосбора и образованные в верховье реки бобровые запруды. Это определяет значительную биогенную и органическую нагрузку на экосистему малой реки.

В основу работы положены материалы гидробиологических изысканий, выполненных авторами с мая по сентябрь 2009 г. на 8 станциях, расположенных по продольному профилю нижнего течения, устьевой области р. Ильдь и глубоководного участка Волжского плеса Рыбинского водохранилища. На основании кондуктометрического зондирования водных масс проведено гидрогеохимическое районирование изучаемого участка, в результате которого выполнена его дифференциация на четыре основных гидрогеохимических зоны: I – свободного течения реки (станции 1, 2); II – градиентный (станции 3, 4, 4-А) и III – стабильный (станции 5–7) участки ЗВП; IV – глубоководный участок Волжского плеса Рыбинского водохранилища (ст. 8) (схему станций см.: Крылов и др., 2010).

Периодичность сбора проб зоопланктона составляла один раз в две недели. Отбор интегральных количественных проб выполнен планктоботометром (объем 5 л) от поверхности до дна с каждого метрового горизонта и последующим процеживанием от 20 до 6 л воды через малую сеть Апштейна (размер ячеек ситоткани 0.063 мм).

Пробы фиксировали 40%-м раствором формальдегида до конечной концентрации 4%. Камеральную обработку гидробиологического материала проводили стандартными методами (Киселёв, 1980). Всего собрано и обработано 114 проб зоопланктона.

Расчеты экологических параметров развития сообществ зоопланктона проведены в табличном процессоре MS Office Excel 2003 с использованием авторского расчетного модуля «F-Zooplankton».

В качестве количественной меры уровня адаптационного напряжения в динамике зоопланктона основных гидроэкологических участков в настоящей работе принят формальный критерий адаптации на основе веса корреляционного графа G, рассчитанного как сумма модулей весов статистически значимых ($p < 0.05$) его ребер (Разжевайкин, Шпитонков, 2003).

Процедуры статистического анализа данных (оценки дескриптивных статистик, кластерный и компонентный анализ) выполнены с применением пакета Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., 2002).

Зоопланктон р. Ильдь сложен весьма разнообразным таксономическим составом, включающим в себя 177 таксономических единиц, из которых Rotifera – 114 (64.4%), Cladocera – 40 (22.6%), Copepoda – 23 (13.0%) видов и внутривидовых форм.

Среди коловраток отмечены представители 18 семейств, из которых наибольшим разнообразием отличается сем. Brachionidae (24 вида и формы). Ветвистоусые ракообразные представлены 9 семействами. Таксономическое разнообразие Cladocera главным образом формируют представители сем. Chydoridae (17 видов) и сем. Daphniidae (10 видов). Фауну веслоногих ракообразных составляют представители подсем. Cyclopinae (15 видов) и Eucyclopinae (5), сем. Temoridae (1 вид), Diaptomidae (2 вида).

Основу (61.8%) таксономического состава планктофауны р. Ильдь составляют виды космополитного зоогеографического распространения. Элементы палеарктического и голарктического зоогеографических комплексов составляют 21.4 и 16.8% соответственно.

Анализ структуры фаунистического сходства дает, что видовой состав зоопланктона ЗВП на 53÷64% сходен с сообществами сопредельных участков I и IV. Весной и первой половине лета обособленным положением в кластерной структуре сходства фаун отличается градиентный участок подпора, в котором обитает более 60% всего видового состава зоопланктона. Во второй половине лета в структуре кластеров происходит перегруппировка участков, связанная с включением в состав зоопланктона стабильного участка подпора негомологичных для прочих участков видов: *Asplanchna herricki* Guerne, *Trichocerca (D.) tenuior* (Gosse), *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Leydigia leydigii* (Schoedler), *Acanthocyclops americanus* (Marsh), *A. robustus* (Sars), *A. vernalis* (Fischer), *Cyclops kolensis* Lilljeborg, *C. strenuus* Fischer, *Euritemora velox* (Lilljeborg). В результате этого увеличился уровень фаунистического своеобразия зоопланктона стабильного участка подпора, и он, совместно с проточным участком реки, объединяется в наиболее специфичный кластер на минимальном уровне сходства 44%. Осенью кластерная структура сходства фаун, в целом, возвращается к исходному весеннему и раннелетнему состоянию. Однако включение негомологичных видов в планктофауну градиентного (19 видов) и стабильного (5 видов) участков ЗВП определяет перестановку их положения в кластерной структуре, при которой наименьшей фаунистической оригинальностью характеризуется градиентный участок подпора (уровень сходства фауны с прочими участками составляет 66%).

Минимальный уровень видового богатства зоопланктона наблюдается на проточном участке реки (в среднем за вегетационный период 18.2 ± 2.1 вида в пробе). Наибольшее число видов отмечается в градиентном участке, составляя в среднем по участку 24.8 ± 2.6 вида на пробу. Примечательно, что максимальное видовое богатство формируется на краевых станциях этого участка. Так, на граничных станциях 3 и 4-А градиентного участка обитает в среднем соответственно 27.1 ± 3.8 и 27.0 ± 2.7 вида, при этом число видов на ст. 4, расположенной между ними, составляет 24.3 ± 1.5 . В стабильном участке подпора среднее число видов в пробе снижается до 22.1 ± 1.7 . На контрольной станции глубоководного участка Волжского плеса Рыбинского водохранилища, принимающего водные массы реки, в пробе представлено в среднем 19.0 ± 1.5 видов.

В сезонной динамике видового богатства наибольшее число видов, как правило, отмечается в ЗВП. В период ранней весны по числу видов выделяется стабильный участок ЗВП – 19 видов, против 12 видов, обнаруженных в градиентном участке. В конце мая ЗВП уступает по видовому богатству проточному участку реки, где происходит поздневесенний всплеск качественного обилия зоопланктона – до 28 видов. В первой половине лета ЗВП вновь обретает первенствующее положение по числу населяющих видов, при этом ее градиентный и стабильный участки по видовому богатству существенно не различались и были населены соответственно 26 и 29 видами. Со второй половины лета наиболее высокое число видов (22–41 вид) зарегистрировано в градиентном участке ЗВП.

Всего за вегетационный период в проточном участке реки зарегистрировано 86, в градиентном и стабильном участке подпора соответственно 90 и 79, а на глубоководном участке водохранилища – 57 видов зоопланктонных организмов.

В весенний период максимальные значения индекса видового разнообразия Шеннона, рассчитанного по численности, регистрировались на глубоководном участке водохранилища и составляли 3.0–3.4 бит/экз. Наименьшие значения индекса Шеннона (2.3 бит/экз.) весной отмечаются в ЗВП: ранней весной на стабильном, а поздней весной – градиентном участке ЗВП. Летом наиболее высокими значениями индекса Шеннона характеризуются незарегулированные подпором станции ($H = 3.7–4.2$ бит/экз.) и станции градиентного участка ЗВП ($H = 3.0–3.7$ бит/экз.). Осенью наибольшим видовым разнообразием ($H = 3.8–4.0$ бит/экз.) отличаются станции ЗВП (кроме ст. 3). Низкие значения индекса Шеннона осенью отмечены на глубоководной водохранилищной станции ($H = 3.2$ бит/экз.) и ст. 3 ($H = 2.5$ бит/экз.).

Наиболее значительные вариации уровня количественного развития зоопланктона р. Ильдь происходят в градиентном участке подпора, где сезонные колебания численности достигают $8 \div 1500$ тыс. экз./м³, а биомассы – $0.03 \div 17.6$ г/м³. Меньшим диапазоном варьирования численности и биомассы характеризуется стабильный участок подпора, со значениями размахов показателей $14.5 \div 820$ тыс. экз./м³ и $0.07 \div 3.4$ г/м³ соответственно. Минимальный коридор варьирования численности и биомассы зоопланктона наблюдается на незарегулированном подпором участке реки и соответствует $0.4 \div 9.2$ тыс. экз./м³ и $0.02 \div 0.003$ г/м³.

Интегральная кривая сезонной динамики численности и биомассы зоопланктона р. Ильдь характеризуется 1–3 пиками, обозначенными, главным образом, в мае и августе–сентябре.

Весной численность зоопланктона варьировала от 4–5 тыс. экз./м³ на проточном участке реки, до 980 тыс. экз./м³ в градиентном участке подпора. В стабильном участке численность составляла в сред-

нем 430 тыс. экз./м³, а в водохранилище всего 30 тыс. экз./м³. Биомасса зоопланктона в проточном участке реки равнялась в среднем 0.001 г/м³ (с максимумом до 0.003 г/м³), градиентном и стабильном участке подпора соответственно 1.7 и 1.3 г/м³ (до 4 и 2.3 г/м³), в водохранилище – 0.008 г/м³. Основу численности и биомассы зоопланктона в период майского всплеска количественного обилия формируют коловратки, составляя 48.8–86.5% общей численности и 53.3–91.7% биомассы. Массовыми видами были *Conochilus unicornis* Rousselet и *Asplanchna priodonta* Gosse при биомассе соответственно 0.2 и 3.1 г/м³. Из ветвистоусых ракообразных доминировали *Bosmina longirostris* (O.F. Müller) с численностью до 47 тыс. экз./м³ и биомассой до 0.3 г/м³. Среди веслоногих преобладали ювенильные Cyclopoidea (до 40–87 тыс. экз./м³ и 0.06–0.11 г/м³ соответственно).

В первой половине лета численность зоопланктона в проточном участке реки составляла в среднем 4 тыс. экз./м³, в градиентном и стабильном участке подпора – соответственно 440 и 490 тыс. экз./м³, а в водохранилище – около 45 тыс. экз./м³. Ведущее положение по численности (35.8–86.2%) занимали копеподы, среди которых наиболее многочисленны науплиусы Cyclopoidea и *Thermocyclops oithonoides* (Sars). Из коловраток максимальной численностью отличались *Polyarthra major* Burckhardt и *P. vulgaris* Carlin. В месте слияния Ильди с р. Сутка высокой численности (24 тыс. экз./м³) достигала коловратка *Ploesoma truncatum* (Levander). Минимальная биомасса формировалась на проточном участке реки (до 0.007 г/м³), максимальная – в градиентном и стабильном участке подпора (до 4.2 и 3.3 г/м³ соответственно). Общая биомасса в водохранилище составляла порядка 0.8 г/м³. Наиболее значительный вклад в общую биомассу в этот период вносили ветвистоусые раки – *Daphnia cristata* Sars (до 2.1 г/м³) и *D. cucullata* Sars (до 1.9 г/м³) со средними значениями для каждого вида 0.8 г/м³. В первой половине лета по сравнению с весной в общей биомассе в два раза увеличилась доля *T. oithonoides* – в среднем 0.2 г/м³ с максимумом до 1 г/м³.

Во второй половине лета численность зоопланктона проточного участка составляла в среднем 3.2, в градиентном и стабильном подпоре соответственно 970 и 220, в водохранилище – 35 тыс. экз./м³. В проточном участке реки и градиентном участке ЗВП основную роль играли коловратки, среди которых наиболее многочисленны *C. unicornis* (в среднем 118 тыс. экз./м³) и *P. major* (100 тыс. экз./м³). Менее значимы коловратки *Keratella cochlearis* (Gosse), *Polyarthra euryptera* (Wierzejski) и *Synchaeta pectinata* Ehrenberg. В зоопланктоне стабильного участка подпора по численности преобладали веслоногие ракообразные (главным образом, за счет науплиусов и копеподитов Cyclopoidea). Зоопланктон водохранилища в начале августа в равной мере сложен клadoцерами и копеподами, доля которых в общей численности составляла соответственно 48 и 42%. К концу августа это соотношение таксономических групп смещается в пользу копепод, формирующих 84% численности зоопланктонного сообщества.

В начале августа в зоопланктоне р. Ильдь по биомассе доминировали ветвистоусые ракообразные. На станциях проточного участка реки биомасса составляет в среднем 0.005 г/м³. В проточном участке реки (ст. 1) преобладают *D. cristata* и *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), на нижней границе проточного участка (ст. 2) – *Alona affinis* (Leydig) и *Moina macrocopa* (Straus), формирующие соответственно 56 и 30% биомассы сообществ этих станций. Биомасса зоопланктона в градиентном участке подпора варьировала от 3.2 до 17.6 г/м³, составляя в среднем 8.0 г/м³. В начале августа здесь (за исключением ст. 3) наибольшее развитие получила *D. cucullata*, формирующая от 30 до 85% всей биомассы сообщества. В этот период в месте слияния Ильди с р. Сутка ее численность достигала 145 тыс. экз./м³, а биомасса – 15.1 г/м³. Выраженное в начале августа на ст. 3 доминирование копепод (52% по биомассе) связано со вспышкой *T. oithonoides*, численность и биомасса которого составляла 180 тыс. экз./м³ и 1.2 г/м³ соответственно. В водохранилище в начале августа доминировала *D. galeata* Sars (12 тыс. экз./м³ и 0.3 г/м³), слагающая более 20% численности 60% биомассы всего сообщества.

К концу августа на станциях проточного участка биомасса зоопланктона составляла 0.001–0.006 г/м³. Основную ее долю (28 и 30% всего сообщества) слагают *D. cristata* (ст. 1) и *A. affinis* (ст. 2). В градиентном и стабильном участке подпора биомасса составляла соответственно 2.2–4.0 и 0.6–2.8 г/м³. Здесь, за исключением ст. 3, доминировала *D. cucullata*. По сравнению с первой декадой августа ее средняя доля в общей биомассе сообщества градиентной зоны уменьшилась с 49 до 44%, и возросла на участке стабильного подпора с 42 до 64%. На ст. 3 основу биомассы формировали коловратки, из которых наиболее значимы *S. pectinata* (0.4 г/м³) и *Asplanchna priodonta* (0.5 г/м³). В водохранилище биомасса составила всего 0.03 г/м³. Доминировали веслоногие раки – *T. oithonoides* (0.012 г/м³) и, в меньшей степени, неполовозрелые копеподиты, *Mesocyclops leucarti* (Claus).

В осеннем зоопланктоне реки основу численности составляли, главным образом, коловратки – от 39 до 88% общего обилия. Из них преобладали *Keratella cochlearis* (до 350 тыс. экз./м³), *Conochilus unicornis* (210 тыс. экз./м³) и *A. priodonta* (до 170 тыс. экз./м³). Сравнительно многочисленное развитие получают *Polyarthra vulgaris*, *P. dolichoptera* (Idelson), *Filinia major* (Colditz) и *P. major*.

Осенью происходит второй (после мая) всплеск численности и биомассы на станциях проточного участка реки: до 3 тыс. экз./м³ и 0.006 г/м³ на ст. 1 в конце сентября и до 6.6 тыс. экз./м³ и 0.02 г/м³ в первой декаде сентября на ст. 2.

Численность зоопланктона проточного участка реки в первой декаде сентября составляла в среднем 4 тыс. экз./м³ и была сформирована в равной мере кладоцерами (47%) и коловратками (43%). Среди коловраток по численности преобладала *Keratella quadrata* (O.F. Müller), из кладоцер – *Bosmina longirostris*. В начале сентября средняя биомасса на проточном участке составляла 16.8 г/м³. На ст. 1 по биомассе доминировали кладоцеры (в основном *Bosmina longirostris*), на ст. 2 – копеподы (*Macrocyclops distinctus* (Richard)). В октябре численность и биомасса зоопланктона в среднем по участку составляет 2.6 тыс. экз./м³ и 5.3 г/м³. Доля коловраток в общей численности достигает 75–90%, биомассы – 48–57%. По численности преобладают *Euchlanis dilatata* Ehrenberg и *Trichotria truncata* (Whitelegge), по биомассе – *E. dilatata*, *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Lindia janickii* Wiszniewski. Из ветвистоусых наибольшим обилием как по численности, так и по биомассе отличаются *Chydorus sphaericus* и *Acroperus harpae* (Baird). Доля веслоногих ракообразных, представленных в основном науплиусами и младшими копеподитами, на проточном участке невелика и не превышает 9% от общей численности и 5% от биомассы сообществ.

Во время осеннего пика численности, приуроченного к началу сентября, плотность зоопланктона градиентного участка подпора при сравнительно стабильной биомассе (в среднем 3.2 г/м³) повышается до 900–1500 тыс. экз./м³. Как по численности, так и по биомассе доминируют коловратки – мелкие *Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornis* и крупные *Asplanchna priodonta*. Ракообразные представлены в основном кладоцерами *Bosmina longirostris*, *B. coregoni* Baird, *Daphnia galeata* и *D. cucullata*, веслоногие – *Thermocyclops oithonoides*. Весьма многочисленны копеподиты и науплии, создающие 53–80% обилия Соперода. К октябрю численность зоопланктона градиентного участка снижается до 310–340 тыс. экз./м³ и 2.7 г/м³. Происходит увеличение обилия коловратки *A. priodonta* (до 170 тыс. экз./м³), *Keratella quadrata* (20–70 тыс. экз./м³) и *Polyarthra vulgaris* (8–60 тыс. экз./м³), снижается численность *K. cochlearis* и *C. unicornis* до 11 и 2 тыс. экз./м³ соответственно.

В начале осени в стабильном участке подпора численность и биомасса зоопланктона составляет 13–22 тыс. экз./м³ и 0.5 г/м³. От 39 до 47% численности формируют коловратки *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra major* и *Lecane lunaris* (Ehrenberg), 32–36% – копеподы *Thermocyclops oithonoides*, науплиусы и копеподиты Cyclopoida. Из ветвистоусых преобладали *Bosmina longirostris*, *B. coregoni*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin). К началу октября – момент осенней вспышки – численность сообщества стабильного участка подпора увеличилась до 49 тыс. экз./м³, ее в равной мере слагали коловратки (36%) и веслоногие рачки (37%). Доминировали *Synchaeta pectinata*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cristata*, *T. oithonoides*, *Mesocyclops leucarti*. Их индивидуальное обилие не превышало 4–5 тыс. экз./м³. Биомасса сообщества к октябрю уменьшилась до 0.2 г/м³. Основную долю (53% биомассы сообщества) формировали веслоногие ракообразные – *M. leucarti*, *T. oithonoides* и *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg).

Осенью численность и биомасса зоопланктона глубоководного участка Рыбинского водохранилища в среднем составляла 11 тыс. экз./м³ и 0.05 г/м³. В начале сентября по численности и биомассе преобладали коловратки (*Synchaeta pectinata* и *Keratella quadrata*), в конце сентября – копеподы (*T. oithonoides*, *M. leucarti*), младшие копеподиты и науплиусы). Из ветвистоусых наибольшим обилием характеризовалась *Bosmina longispina* Leydig (в среднем 1 тыс. экз./м³ и 0.01 г/м³).

В целом, общая численность зоопланктона зоны подпора реки была достоверно выше ($p < 0.01$) по сравнению с ее проточным участком в среднем в 190 раз (от 68 до 375 раз), а по сравнению с водохранилищем – в среднем в 31 раз (от 5 до 88 раз). Биомасса зоопланктона в подпоре была значимо выше ($p < 0.01$) в среднем в 370 раз (от 82 до 1050 раз) в сравнении с проточным участком реки и в среднем в 31 раз (от 3 до 91 раз) в сравнении с водохранилищем. По уровню количественного развития зоопланктоценозы градиентного и стабильного участка ЗВП значимо ($p < 0.05$) различаются между собой: численность и биомасса сообщества в градиентной области в среднем в 4 раза выше, чем на стабильном участке подпора.

На основе комплекса ценотических показателей развития зоопланктона методом главных компонент выполнена синтетическая ординация гидроэкологических участков р. Ильдь в пространстве основных факторов. В сезонной динамике ведущим разграничивающим фактором выступает уровень количественного обилия сообщества и их продукционно-энергетические свойства (траты на обмен, ассимилированная энергия, продукция). Доля общей дисперсии, объясненной влиянием этого фактора, для разных периодов развития сообществ составляет 71–83%. Содержательное наполнение второго фактора, разграничивающего сообщества зависит от сезона. Так, весной он разделяет сообщества по числу видов, в

первой половине лета по величине рационов хищников, а во второй половине лета и осенью – по уровню видового разнообразия Шеннона. Второй фактор описывает от 12 до 22% общей дисперсии.

Наименьший уровень биоценотического стресса ($G = 3.6$) формируется в сообществе зоопланктона водохранилища, высоко адаптированном к сравнительно стабильным гидроэкологическим условиям. В речных зоопланктоценозах минимальное адаптационное напряжение развивается в градиентном участке подпора ($G = 4.3$), максимальное ($G = 5.6$) – в проточном участке реки. Малый уровень биоценотического стресса в градиентном участке подпора, вероятно, связан с высоким качественным и количественным обилием сообщества, создающим значительный потенциал для адаптационных перестроек. Это удовлетворительно согласуется с известным принципом увеличения устойчивости и стабильности экосистемы, по мере роста ее сложности (MacArthur, 1955; McCann, 2000; Aoki, Mizushima, 2001).

Всплески адаптационного напряжения в сообществах формируются в конце мая и начале сентября, приурочены к основным сезонным пикам численности зоопланктона р. Ильди.

На основании изложенного можно заключить, что зоопланктон реки Ильдь в 2009 г. сложен весьма разнообразным фаунистическим комплексом, включающим в себя 177 видов и форм. Наибольшее число видов, как правило, отмечается в ЗВП. В динамике структуры фаунистического сходства зона подпора реки, ассимилирующая основную долю речной фауны, устойчиво обособляется отдельным фаунистическим кластером. Сезонный ход количественного развития сообществ характеризовался двумя пиками в мае и августе–сентябре. Генерализованная динамика соотношения численности и биомассы основных таксономических групп сопровождается сезонными перестройками структурных комплексов. Весной и осенью как по численности, так и по биомассе доминируют коловратки. Летом ведущими по численности группами выступают копеподы и коловратки, по биомассе преобладают ветвистоусые, реже веслоногие ракообразные. Ведущими факторами, определяющими структурную специфику сообществ, выступают уровень их количественного обилия и продукционно-энергетическая эффективность. В зоопланктоценозах реки минимальное адаптационное напряжение развивается в градиентном участке подпора, что возможно связано с активизацией потенциала адаптационных перестроек сообщества.

Развитие в зоне подпора краевого эффекта, сопровождающегося всплеском видового обилия, численности и биомассы зоопланктона, контрастно отличает эту зону от граничных речного и водохранилищного участков, что по совокупности этих признаков позволяет характеризовать ее как экотон.

Список литературы

- Дьяконов К.Н., Аношко В.С. Мелиоративная география. М.: Изд-во МГУ, 1995. 254 с.
- Киселёв И.А. Планктон морей и континентальных водоёмов. Л.: Наука, 1980. Т. 2. 440 с.
- Крылов А.В., Цветков А.И., Малин М.И., Романенко А.В., Поддубный С.А., Отюкова Н.Г. Сообщества гидробионтов и физико-химические параметры устьевой области притока равнинного водохранилища // Биология внутр. вод. 2010. № 1. С. 65–75.
- Коргина Е.М. Видовой состав плоских червей (Turbellaria) и их распределение по продольному профилю малой реки // Экология и морфология беспозвоночных континентальных вод: сб. науч. работ, посв. 100-летию со дня рожд. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Махачкала: Издательство «Наука ДНЦ», 2010. С. 245–250.
- Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда. Томск: НТЛ, 2005. 290 с.
- Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М.: Изд-во МГУ, 1998. 176 с.
- Отюкова Н.Г., Цельмович О.Л., Крылов А.В. Влияние количества атмосферных осадков и зарегулирования стока на химический состав воды и зоопланктон малой реки // Биология внутр. вод. 2007. № 3. С. 48–55.
- Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.И. Модельное обоснование корреляционной адаптометрии с применением методов эволюционной оптимальности. Журнал Вычислительной математики и вычислительной физики. 2003. Т. 43, № 2. С. 308–320.
- Рохмистров В.Л., Наумов С.С. Физико-географические закономерности распределения речной сети Ярославского Нечерноземья // Географические аспекты рационального природопользования в Верхневолжском Нечерноземье. Ярославль: ЯГПИ, 1984. С. 53–64.
- Чеботарев А.И. Общая гидрология. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 544 с.
- Aoki I., Mizushima T. Biomass diversity and stability of food webs in aquatic ecosystems // Ecological Research. 2001. Vol. 16, Issue 1. P. 65–71.
- Dyer K.R. Coastal and estuarine sediment dynamics. New-York: A Wiley-Interscience Publ., 1986. 324 p.
- Lisitzin A.P. The continental-ocean boundary as a marginal filter in the World Ocean // Biogeochemical cycling and sediment ecology. Dordrecht: Kluwer, 1999. P. 69–105.
- MacArthur R.H. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability // Ecology. 1955. Vol. 36. P. 533–536.
- McCann K.S. The diversity-stability debate // Nature. 2000. Vol. 405. P. 228–233.

ОСОБЕННОСТИ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОНА МЕЛКОВОДИЙ РАЗНОГО ТИПА ВОЛЖСКОГО И ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ПЛЕСОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

¹М.Г. Борисович, ²В.А. Яковлев

¹ *Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, Marina.Borisovich@tatar.ru*

² *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Valery.Yakovlev@ksu.ru*

Исследовали трофическую структуру зоопланктона мелководий открытого типа и зарослей воздушно-водной растительности, расположенных в различных участках Волжского и Волжско-Камского плесов Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан. Участки отличаются по степени ветрового и волнового воздействия и антропогенного загрязнения.

В результате исследования показано, что:

- заросли рогоза и открытые побережья достоверно различаются ($p < 0.05$) по следующим трофическим группам: вторичные фильтраторы и копеподы собиратели преобладают в рогозе, а вертикаторы, коловратки хвататели-всасыватели и копеподы хвататели – в открытых мелководьях;

- в сезонной динамике трофических групп зоопланктона можно выделить тенденции, независимые от водности года и гидрографа хода уровня воды водохранилища: в зарослях рогоза – это увеличение доли копепод хватателей и копепод собирателей в течение вегетационного сезона; на открытых мелководьях – весеннее доминирование коловраток вертикаторов и коловраток хватателей-всасывателей, летнее доминирование первичных фильтраторов и копепод хватателей, а также увеличение доли вторичных фильтраторов и копепод собирателей к концу вегетационного сезона;

- в зарослях рогоза происходит постепенное нарастание относительной биомассы беспозвоночных хищников в течение вегетационного сезона, а в открытых мелководьях – уменьшение;

- в открытом побережье доминируют формы с плавающим способом передвижения, добывающие пищу в толще воды, а в зарослях рогоза организмы зоопланктона, питающиеся в толще воды и у дна, представлены более равномерно, по сравнению с открытыми участками;

- в зарослях рогоза узколистной трофическая структура зоопланктона слабо зависит от степени загрязнения воды, если последняя не превышает б-мезосапробной степени («загрязненные воды»);

- трофическая структура зоопланктона открытых мелководий, не заросших макрофитами, сильно зависит от степени загрязнения участка водохранилища: в загрязненном мелководье доминируют экологические подгруппы коловраток, а в умеренно-загрязненном – ракообразных; доля хищников достоверно больше ($p < 0.05$) в воде загрязненного участка, за счет массового развития коловраток рода *Asplanchna*.

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОММЕНСАЛОВ БОКОПЛАВОВ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ

Е.Г. Бошко

*Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины,
Украина, 01601, Киев, Богдана Хмельницкого, 15, boshko@izan.kiev.ua*

Боклопавы широко распространены в пресных и солоноватых водоемах, в морях и кроме паразитов, паразитирующих во внутренних органах и тканях, несут на поверхности своего тела многочисленных комменсалов. Большинство комменсалов боклопавов строго приурочены к определенным родам своих хозяев, а иногда даже к отдельным их видам. В зарубежной литературе имеется огромное количество работ, посвященных изучению кругоресничных инфузорий – наиболее многочисленной группе комменсалов амфипод, как по видовому составу, так и по количественному развитию. Известно также постоянное обитание на них хонотрих, сукторий, свободно плавающих инфузорий различного таксономического ранга, турбеллярий, коловраток и нематод. Сведения о комменсальных инфузориях на боклопавых водоемов Украины, кроме наших исследований, приведены в работах А.В. Янковского (1973, 1993), Н.Н. Найденовой и Т.Н. Мордвиновой (1981), С.М. Костенко и И.В. Довгаля (1983), Д.П. Курандиной (1989) и И.В. Довгаля (1996, 1999–2001).

Материал собран в 1985–2008 гг. в водоемах бассейна Днепра, Днестра, Южного Буга, Дуная и Северского Донца. Проведено полное микроскопическое обследование 4650 экз. гаммарид и 300 экз. талитрид. Из гаммарид древнепресноводного происхождения обследованы *Gammarus lacustris* Sars, 1863 (водоемы бассейна Днепра – Киевское водохранилище (возле устья р. Ирпень)), Кременчугское водохранилище (Цибульницкий залив), притоки Днепра – реки Ирпень (г. Ирпень, с. Демидов Киевской обл.), Трубеж (пгт. Барышевка Киевской обл.), Хорол (г. Миргород Полтавской обл.); старица Северского Донца (озеро в с. Морозовка Харьковской обл.) и *G. balcanicus* Schäferna, 1922 (приток Дуная – р. Ти-

са (п.г.т. Ясиня Закарпатской обл., п.г.т. Солотвин Ивано-Франковской обл.). Гаммариды понто-каспийского фаунистического комплекса *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1896), *D. haemobaphes* ((Eichwald, 1841), *Pontogammarus maoticus* (Sowinsky, 1894), *P. robustoides* (Sars, 1894), *P. crassus* (Sars, 1894), *Chaetogammarus ischnus* (Stebbing, 1898), *Ch. warpachowskyi* (Sars, 1894) обследованы в днепровских водохранилищах (Киевское, Каневское, Каховское), в Днепре возле Киева и в низовье, в Днепровско-Бугском лимане, в Днестровском лимане, в низовье и дельте Дуная. *D. villosus* и *Ch. ischnus* обследованы также в притоке Днепра – р. Стугне (устье), *Ch. warpachowskyi* – в пруду, а *P. robustoides* – в озере в с. Морозовка Харьковской области. В Днепровско-Бугском лимане и низовье Днепра исследован еще один вид понто-каспийской гаммариды *Amathillina cristata*, Sars, 1894. Талитриды рода *Orchestia* Leach, 1814 обследованы в Днепровско-Бугском лимане (*O. bottae* M.-Ewards, 1840) и у Черноморского побережья Крыма – в Карадагском природном заповеднике (*O. gammarellus* (Pallas, 1766), *O. montagui* Audouin, 1826, *O. bottae*) и Севастополе (*O. gammarellus*, *O. montagui*). Кроме того, для выявления отдельных комменсалов обследованы морские гаммариды *G. insensibilis* Stock, 1966, *Gammarus* sp.₁ (Карадаг), *Gammarus* sp.₂ (Ягорлыцкий залив), понтокаспиец *P. maoticus* (морское побережье Кинбурнской косы) и стигобионтные гаммариды древнепресноводного происхождения рода *Synurella* Wrzesniowski, 1877 (родник в Голосеевском парке, Киев). В результате проведенных исследований на поверхности тела бокоплавов и их жабрах обнаружено 46 видов беспозвоночных животных – инфузорий, турбеллярий, коловраток.

Комменсальные инфузории поселяются на поверхности тела бокоплавов, преимущественно на их конечностях и щетинках, а также на жабрах. В исследованных водоемах у бокоплавов были обнаружены трахелиидные инфузории, суктории, хонотрихи и перитрихи. Трахелиидная инфузория *Branchioecetes gammari* (Penard, 1922) и хонотриха *Spirochona gemmipara* Stein, 1852 встречены на жабрах *G. balcanicus* из р. Тисы и *G. lacustris* из озера в Харьковской области. Кроме того, *B. gammari* обнаружена у *G. lacustris* во всех исследованных водоемах, где был найден этот рачок. Подробные сведения о распространении *S. gemmipara* у бокоплавов водоемов Украины приведены в работе И.В. Довгала (2000). Морской вид хонотрих *Heliochona pontica* Jankowski, 1973 распространен на северном побережье Черного и Азовского морей и известен от 4 видов рода *Gammarus* Fabricius, 1775 (*G. insensibilis*, *G. olivii* M.-Ewards, 1830, *G. aequicauda* Mart, 1931, *G. subtropicus* Stock, 1966) (Довгаль, 2001). *H. pontica* обнаружена нами на жабрах *Gammarus* sp.₁ (Карадаг) и *P. maoticus* (морское побережье Кинбурнской косы). Сосущие инфузории на исследованных бокоплавах представлены двумя видами – *Dendrocometes paradoxus* Stein, 1851 и *Soracineta orchestii* Dovgal, 1999. *D. paradoxus* обнаружен на жабрах *G. lacustris* из Киевского водохранилища и озера в Харьковской обл., а также на жабрах *Synurella* sp. из родника в Киеве. Второй вид комменсальных сукторий (*S. orchestii*) широко распространен на жабрах орхестии *O. bottae* из Днепровско-Бугского лимана.

Постоянными сочленами симбиоза бокоплавов являются кругоресничные инфузории, ряд видов которых проявляют узкую специфичность к носителям определенного таксономического ранга. Перитрихи, распространенные на разнообразных живых и неживых субстратах, или на широком круге хозяев, не проявляют специфичности к месту своего прикрепления на теле носителя. Перитрихи со строгой специфичностью к данному носителю, как правило, имеют определенную экологическую нишу на его теле, причем, чем выше степень специфичности, тем уже локус, к которому они прикрепляются. На обследованных бокоплавах обнаружено 35 видов кругоресничных инфузорий. Специфичными для бокоплавов являлись 22 вида, причем 19 видов постоянно на них встречались. Талитриды рода *Orchestia* несут на себе четыре вида специфичных перитрих: *Opercularia cema* Jankowski, 1993, *Orbopercularia* sp., *Entziella orchestis* Jankowski, 1993 и *Lagenophrys orchestiae* Abonyi, 1928. В Днепровско-Бугском лимане широко распространена *O. bottae*, на жабрах которой почти всегда можно было обнаружить раковинную перитриху *L. orchestiae*, а также колониальный вид *En. orchestis*. Последний вид широко распространен и на конечностях рачков. *Orbopercularia* sp. поселяется на сочленениях антенн, антеннул, на поверхности шипов и у их основания, чаще всего на пальмарном крае гнатопод. На орхестиях Черноморского побережья Крыма в районе Карадага и Севастополя постоянно присутствовали *O. cema* (антенны, антеннулы, конечности, жабры) и *En. orchestis*. Вид *L. orchestiae* зарегистрирован нами в Крыму только у *O. bottae*, исследованной в небольшом количестве в районе Карадага.

В результате обследования гаммарид из разных водоемов установлено, что 8 видов комменсальных перитрих постоянно встречаются как на бокоплавах древнепресноводного происхождения, так и на понто-каспийцах. Это *Epistylis kolbi* Nenninger, 1948, *Intranstylum rhabdostyla* (Eismond, 1895), *Zoothamnium affine* Stein, 1854, *Z. gammari* Korfsmeier, 1948, *Z. constrictum* Stiller, 1953, *Pseudocarchesium ovatum* Sommer, 1951, *Ps. steini* (Wrzesniowski, 1877) и *Carchesium dipneumon* (Pennard, 1922). На жабрах бокоплавов обитает *Ps. steini*; *C. dipneumon* – как на жабрах (у основания), так и на конечностях. Остальные виды поселяются на конечностях, причем *I. rhabdostyla* преимущественно на их щетинках, а

Ps. ovatum – исключительно на плеоподах. Один вид – *Lagenophrys nassa* Stein, 1852, который постоянно встречался на бокоплавах древнепресноводного происхождения, встречен и у понтокаспийцев *D. villosus* и *Ch. ischnus* из устья р. Стугны. Эти раковинные перитрихи заселяли конечности рачков и их коксальные пластинки. Три вида кругоресничных инфузорий встречены до настоящего времени только на бокоплавах понто-каспийского фаунистического комплекса. Это раковинная перитриха *Lagenophrys pontocaspica* Boshko, 1995, обитающая на жабрах, реже оостегитах, бокоплавов понтокаспийского фаунистического комплекса из всех обследованных водоемов (Бошко, 1995). Два вида специфичных паритрих, которые будут описаны как новые для науки виды, выявлены на *P. maeoticus*. Такие виды специфичных для гаммарид древнепресноводного происхождения перитрих, как *L. ampulla* Stein, 1852 и *Pyxicola thuricolae* (Shubernetsskiy, 1978), встречены только на жабрах *G. lacustris* и *G. balcanicus* во всех водоемах, где они были найдены и обследованы. Представитель рода *Cothurnia* Ehrenberg, 1831 (*C. gammari* Precht, 1935) обнаружен нами в Черном море на *G. insensibilis* у берегов Карадага, на *P. maeoticus* из морского побережья Кинбурнской косы и на *Gammarus* sp.₂ из Ягорлыцкого залива. Три вида специфичных для бокоплавов перитрих (*Epistylis pilosus* Boitzova, 1976, *Opercularia protecta* Pennard, 1922 и *Zoothamnium varians* Stiller, 1931) встречались на *Ch. ischnus* и *D. villosus* из р. Стугны и *G. lacustris* из р. Ирпень относительно редко и в небольшом количестве.

На исследованных гаммаридах обнаружены кругоресничные инфузории, которые обитают на широком круге хозяев. Так, на поверхности тела и конечностях бокоплавов понто-каспийского фаунистического комплекса и древнепресноводного происхождения во многих исследованных водоемах часто встречались *E. balatonica* Stiller, 1931 и *E. niagarae* Kellicott, 1883, а у понтокаспийцев из Днепровско-Бугского лимана – *Z. duplicatum* Kahl, 1933, *Z. kahli* Stiller, 1953 и *Z. ramosissimum* Sommer, 1951. На конечностях и жабрах понтокаспийцев из днепровских водохранилищ отмечено поселение двух видов рода *Intranstylum* Fauré-Fremiet, 1904. Во многих исследованных водоемах на бокоплавах зарегистрированы перитрихи, которые обычно широко распространены в водоемах на гидробионтах и неживых объектах. Это *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1838, *Opercularia nutans* Ehrenberg, 1838, *Carchesium polypinum* (Linnaeus, 1758), *Vorticella campanula* Ehrenberg, 1831, *V. convallaria* (Linnaeus, 1758) и *V. microstoma* Ehrenberg, 1830.

Специфичный комменсал бокоплавов турбеллярия *Varsoviella kozminskii* Gieysztor et Wiszniewski, 1947 была обнаружена нами на жабрах бокоплавов понто-каспийского фаунистического комплекса *Ch. ischnus*, *Ch. warpachowskyi*, *D. villosus*, *D. haemobaphes*, *P. maeoticus*, *P. robustoides*, *P. crassus* и *A. cristata* в Днепре и его водохранилищах, в дельте и низовье Дуная, в Днепровско-Бугском и Днестровском лиманах. Обычно число червей не превышало 5 экз. у одной особи носителя. Кокконы турбеллярии откладывали преимущественно на основание жаберных пластинок. *V. kozminskii* встречалась на своих носителях, как в пресных водоемах, так и в солоновато-водных при солености воды до 2‰. Экстенсивность заселения бокоплавов этими комменсалами в разных водоемах колебалась от 20.0 до 60.0%, причем наибольшая экстенсивность наблюдалась в низовьях рек и лиманов.

На бокоплавах понто-каспийского фаунистического комплекса из днепровских водохранилищ, низовьев Днепра и Дуная, Днепровско-Бугского и Днестровского лиманов всегда присутствовала комменсальная коловратка *Encentrum gammari* Boshko, 1994 (Бошко, 1994). Она также была встречена у *Ch. warpachowskyi* и *P. robustoides* из старицы Северского Донца (пруд и озеро в Харьковской обл.). Коловратки локализовались на брюшной поверхности тела бокоплава, его антеннах, антеннулах, конечностях (преимущественно у их основания), жаберных пластинках. Субитанные яйца *E. gammari* прикрепляли к основанию конечностей носителя. Экстенсивность заселенности бокоплавов этими коловратками в разных водоемах колебалась от 2.0 до 80.0%, интенсивность – от 1 до 36 экз. Кроме того, на бокоплавах *Ch. ischnus*, *D. villosus*, *D. haemobaphes*, *P. robustoides* и *P. crassus* из Днепровских водохранилищ и р. Стугны спорадически встречались коловратки *Proales gammari* (Plate, 1886) и *Cephalodella jakubskii* Wiszniewski, 1953, известные как комменсалы пресноводных гаммарид. Они также зарегистрированы нами у понтокаспийца *P. robustoides* из озера в Харьковской области. На гаммаридах древнепресноводного происхождения эти коловратки были широко распространены у *G. lacustris* из Киевского водохранилища и из озера в Харьковской области. Количество *C. jakubskii* у одной особи носителя колебалось от 1 до 20 экз., *Pr. gammari* – от 1 до 115 экз. На *G. lacustris* во всех обследованных водоемах постоянно обитала еще одна комменсальная коловратка – *Dicranophorus siedleckii* Wiszniewski, 1953, известная как комменсал *G. pulex* (Linnaeus, 1758). У одной особи бокоплава ее количество колебалось от 1 до 12 экз. На другом древнепресноводном виде бокоплавов – *G. balcanicus* из р. Тисы встречены *Pr. gammari* и широко распространенная у бокоплавов Западной Европы бделлоидная коловратка *Embata parasitica* (Giglioli, 1863). Количество их варьировало у одной особи хозяина от одного экземпляра до 18 и 47 экз. соответственно.

Сезонная динамика комменсалов бокоплавов была прослежена на *Ch. ischnus* из р. Стугны (1990–1992 гг., исследовано 150 экз.) и *D. villosus* из Днепра в окрестностях Киева (2001–2002 гг., исследовано 94 экз.). Установлено, что почти все они эвритермные и встречались на своем носителе на протяжении года. Исключение составляли коловратки, которые отсутствовали в зимние месяцы. Так, *E. gammari* встречался на бокоплавах *Ch. ischnus* с мая по ноябрь, размножаясь в это время партеногенетическим путем. В октябре – начале ноября были обнаружены самцы *E. gammari*, а также миктические самки, содержащие в полости головного и туловищного отделов сперматозоиды. Несколько раз были обнаружены покоящиеся яйца, которые свободно лежали среди щетинок конечностей. Турбеллярия *V. kozminskii* была встречена во все сезоны года. В летние месяцы наблюдалась наибольшая интенсивность (11 экз.) и экстенсивность заселенности бокоплавов этими червями (45.0%), а также наибольшее количество отложенных коконов (по 5–8 на одной жаберной пластинке). Бокоплавы, исследованные в декабре – январе содержали единичных турбеллярий (экстенсивность встречаемости 10.0%). Интенсивность заселенности бокоплавов инфузориями с декабря по март, как правило, была также низкая (10–30 экз.). Чаще всего встречались единичные малозооидные колонии *Z. affine*, *Ps. ovum*, *Car. dipneumon*. Для некоторых перитрих, таких как *Z. affine*, *C. dipneumon*, *L. pontocaspica*, *L. nassa*, *I. rhabdostyla* отмечено массовое развитие и в холодные месяцы, однако оно наблюдалось сравнительно редко. С начала апреля наблюдалось массовое развитие *E. kolbi* и *Z. gammari*, а уже с конца апреля – массовое развитие тех или иных зарегистрированных инфузорий. Пик заселенности бокоплавов перитрихами отмечен в июле и сентябре, когда почти 40.0% исследованных рачков были сплошь покрыты инфузориями, причем среди них преобладали виды с мионемой. Количество всех инфузорий на таких бокоплавах превышало 5000 экз.; на одной жаберной пластинке нередко было до 50 экз. инфузорий, на отдельной конечности – до 250 экз. и более.

Присутствие комменсала в небольшом количестве для его носителя остается безразличным, так как связь между ними слабая, а метаболическое взаимодействие отсутствует. Однако массовое развитие некоторых комменсалов нарушает равновесие между ними, действие комменсала на носителя усиливается, что может значительно его ослабить и даже привести к гибели. Мы неоднократно наблюдали массовое развитие лагенофрисов на жаберных пластинках бокоплавов, при котором инфузории почти полностью покрывали их поверхность, что, безусловно, отрицательно влияет на дыхательную функцию жабр. Скопления коловраток, турбеллярий и их коконов также нарушает целостность жабр и деформирует их. Суммарное воздействие высокой численности комменсальных перитрих на бокоплавов способствует угнетению носителя, уменьшает его подвижность, что вызывает нарушение процесса газообмена и нормального питания рачка.

Анализ полученных данных и имеющихся в литературе сведений позволил сделать следующее заключение.

Гаммариды понто-каспийского фаунистического комплекса несут на себе специфичных комменсалов, которые распространяются вместе с ними в новые водоемы. В первую очередь, это относится к турбелляриям, которые были обнаружены на проникшем в Вислу понто-каспийском иммигранте *Chaetogammarus ischnus* и описаны в качестве нового для науки вида *Varsoviella kozminskii* (Gieysztor, Wiszniewski, 1947). В водоемах Украины *V. kozminskii* широко распространена на бокоплавах понто-каспийского фаунистического комплекса, причем наибольшая экстенсивность заселенности турбелляриями отмечена у бокоплавов из низовьев рек и лиманов. Это также относится и к таким комменсалам гаммарид-понтоткаспийцев, как коловратка *Encentrum gammari* и кругоресничная инфузория *Lagenophrys pontocaspica*. Еще два вида перитрих, которые будут описаны как новые для науки, приурочены только к понтокаспийцу *Pontogammarus maeoticus*.

На гаммаридах древнепресноводного происхождения обитают как специфичные для них комменсалы, так и комменсалы, которые широко распространены на бокоплавах понто-каспийского фаунистического комплекса. В результате исследований бокоплавов *Gammarus lacustris* и *G. balcanicus* встречены комменсалы трех экологических групп. а). Распространены только на бокоплавах древнепресноводного происхождения. Это трахелиидная инфузория *Branchioecetes gammari*, сосущая *Dendrocometes paradoxus*, кругоресничные *Lagenophrys ampulla* и *Pyxicola thuricolae*, коловратки *Dicranophorus siedleckii* и *Embata parasitica*. б). Распространены преимущественно на бокоплавах древнепресноводного происхождения, но могут встречаться и на понтокаспийцах. Это перитриха *Lagenophrys nassa*, обнаруженная нами на понтокаспийцах только в устье р. Стугны, и хонотриха *Spirochona gemmipara*, зарегистрированная И.В. Довгалем (2000) на *D. villosus* из озера в пойме притоки Днепра – р. Сейм. в). Распространены, как на бокоплавах древнепресноводного происхождения, так и на понтокаспийцах. Это перечисленные выше 11 видов кругоресничных инфузорий и коловратки *Proales gammari* и *Cephalodella jakubskii*.

Список литературы

- Бошко Е.Г. Новый вид коловраток рода *Eucentrum* (Rotifera, Dicranophoridae) от бокоплавов водоемов Украины // Вестн. зоол. 1994. №6. С. 74–77.
- Бошко Е.Г. Новые виды комменсальных кругоресничных инфузорий родов *Sincothurnia* и *Lagenophrys* (Peritricha, Vaginicolidae, Lagenophryidae) // Зоол. журн. 1995. Т. 74. Вып.7. С. 5–9.
- Довгаль И.В. Определитель щупальцевых инфузорий (Ciliophora, Suctoria) фауны Украины // Вестн. зоол. 1996. Отд. выпуск. № 2. 42 с.
- Довгаль И.В. Новый вид рода *Soracineta* (Acinetida, Acinetidae) и переописание рода // Зоол. журн. 1999. Т. 78. Вып.1. С. 112–114.
- Довгаль И.В. Распространение и изменчивость хонотрих (Ciliophora, Chonotrichia) фауны Украины. Сообщение 1. *Spirochona gemmipara* // Вестн. зоол. 2000. 34 (4–5). С. 87–92.
- Довгаль И.В. Распространение и изменчивость хонотрих (Ciliophora, Chonotrichia) фауны Украины. Сообщение 2. *Heliochona pontica* // Вестн. зоол. 2001. 35 (2). С. 65–70.
- Костенко С.М., Довгаль И.В. К изучению факторов, определяющих структуру симбиоценоза эпобионтных инфузорий некоторых понтоазовских гаммарид // Всесоюзн. Съезд паразитологов. Тез. докл. Киев, окт. 1983. Киев, 1983. С. 167–169.
- Курандина Д.П. Паразиты и другие симбионты ракообразных и насекомых / Зимбалева Л.Н., Сухойван П.Г., Черногоренко М.И. и др. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1989. С. 200–210.
- Найденова Н.Н., Мордвинова Т.Н. Паразиты и комменсалы прибрежных ракообразных Черного моря // Симпоз. по паразитологии и патологии морских организмов. Тез. докл. совет. участников. Л.: Наука, 1981. С. 61–66.
- Янковский А.В. Инфузории. Подкласс Chonotricha. Л.: Наука, 1973. 355 с. (Фауна СССР; Т. 2. Вып. 1). Gieysztor M., Wiszniewski J. Sur un Turbellarie vivant sur les brancies de Gammarus ischnus G.O. Sars (Rhabdoceola Dalyellidae) // Annales Mus. Zool. Polonici. 1947. Т.14, № 1. P. 1–5.
- Jankowski A.W. Taxonomy of Ciliophora. 2. New species of Opercularia, Entziella and Circolagenophrys from the Black Sea and Pacific, and taxonomic notes on other peritrichs (Peritricha) // Zoosyst. Rossica. 1993. Vol. 2, № 2. P. 217–222.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПРИТОКАХ РЕКИ ЦНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

М.Е. Буковский, А.А. Олейников

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина,
393956, Тамбовская обл., г. Моршанск, ул. Куйбышева, д. 54, кв. 2, mikezzz@mail.ru

Введение. В настоящее время системы мониторинга поверхностных вод в странах Западной Европы и Северной Америки претерпели существенные изменения. Основа этих изменений – переход от чисто химического контроля на биологический, который основан на системе биоиндикации. Основной причиной перехода на биологический контроль является тот факт, что сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие факторов среды на качество поверхностных вод (Семенченко, 2004).

В нашей стране ведомственный контроль водных объектов традиционно сводится к дифференцированному определению концентрации загрязнителей и сопоставлению её с ПДК, при этом биологический контроль практически не используется. Гидрохимический анализ и нормирование загрязнителей являются расчётными приёмами косвенной оценки антропогенной и техногенной нагрузок и исходят из изолированного воздействия отдельных веществ, которого не существует, а эффект суммарного действия загрязнителей неэквивалентен сумме их концентраций (Николаев, 2007).

Также существуют и другие антропогенные факторы, в числе которых могут быть: радиационное, биологическое, и термальное (тепловое и охлаждающее) воздействие; изменение режимов водности и твердого стока, которые не поддаются учёту в рамках гидрохимического контроля. Существенным недостатком гидрохимических методов является то, что все измерения проводятся с определённой периодичностью и вследствие этого, становится невозможным фиксирование одиночного, даже значительного скачка одного из факторов в период между отбором проб.

Биологический анализ качества поверхностных вод весьма многообразен и в этом заключается его большое достоинство и удобство для применения в научных исследованиях. Однако, из большого арсенала методов биологического анализа наиболее адекватен целям водного мониторинга метод биоиндикации. Основанный на контроле состояния водных сообществ, постоянно испытывающих весь спектр негативных воздействий, метод биоиндикации позволяет получить интегральную, прямую и потому наиболее объективную оценку последствий антропогенного воздействия (Николаев, 2007).

Изучение качества и загрязнения поверхностных вод суши – проблема, актуальная уже несколько десятилетий и до сих пор далекая от разрешения. Постоянное увеличение разнообразия загрязняющих веществ с каждым годом усложняет химические способы анализа загрязнений водоемов. Биоиндикация

имеет ряд преимуществ перед химическим анализом вод, но до сих пор мало применяется на практике главным образом из-за отсутствия единой и удобной для всех методической системы (Чертопруд, 2002).

В последнее время все большее значение приобретают методы прямой оценки токсичности водной среды с помощью чувствительных гидробионтов. На сегодняшний день биотестирование и биоиндикация стали обязательными элементами системы оценки и контроля качества воды. При проведении биоиндикации и биомониторинга выделяются информативные биологические объекты, называемые биоиндикаторами. По наличию, состоянию и поведению биоиндикаторов судят об изменении в водной среде, присутствии и концентрации загрязнителей, делают оценку интенсивности и последствий длительного загрязнения окружающей среды (Шиширина, Ихер, 2001).

Материалы и методы исследования. Существует несколько десятков методов биологического анализа пресных вод, например, по системе Вудивисса и ее модификациям, по системе Грэхема. Метод измерения сапробности Пантле-Букк и его модификации представляют собой наиболее разработанную систему биоиндикации (Макрушин, 1974). Однако применимость его ограничена следующими причинами: требуется определение организмов до вида; необходимы сбор и обработка количественных данных; известные списки индикаторов включают в себя в основном западно-европейские виды, составляющие обычно менее трети состава сообществ Европейской России. Значения сапробности некоторых из них в России не соответствуют действительности, что неоднократно отмечали отечественные авторы (Чертопруд, 2002).

По Н.Ф. Реймерсу (1990), сапробность – степень насыщенности воды разлагающимися органическими веществами, которая устанавливается по видовому составу организмов-сапробионтов в водных сообществах.

Для разных степеней загрязнения водоемов характерны различные физико-химические свойства и комплексы органических веществ, находящихся в воде и создающих для гидробионтов разные условия существования, а, следовательно, и разные биотопы, которые, в свою очередь, определяют различные биоценозы. Поэтому если весь процесс возрастающего загрязнения – от чистой воды до самой грязной можно разделить на некоторое число степеней, то все организмы можно соответственно разбить на такое же число групп, из которых каждая группа будет приурочена к определенной степени сапробности. В настоящее время различают последовательно следующие зоны загрязнения (Рыбальский и др, 1989): α -полисапробная, β -полисапробная, α -мезосапробная, β -мезосапробная, α -олигосапробная, β -олигосапробная, ксеносапробная.

В своих исследованиях мы использовали метод определения индекса сапробности Пантле-Букк в модификации М.В. Чертопруда. Этот метод сходен с методом Пантле-Букк, но при этом не предусматривает количественного учёта индикаторных организмов.

Индекс сапробности (S) обследуемого участка водотока вычислялся по формуле (Чертопруд, 2002):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times J_i}{\sum_{i=1}^N J_i}$$

где S – индекс сапробности, s_i – сапробность каждого найденного в пробе индикаторного организма (от 0 до 4); J_i – его индикаторный вес (от 1 до 4). Расчет индекса сапробности по указанной выше формуле позволяет установить качество речных вод и степень загрязнения водоема органическими веществами.

Полевые исследования проводились в течение двух сезонов. Сбор индикаторных организмов осуществлялся нами в конце августа 2008 и 2009 гг. В качестве объектов исследования были выбраны два правых притока среднего течения р. Цны в районе г. Моршанска: руч. Лештавка и р. Кашма. Исследованные водотоки имеют весьма различные гидрологические характеристики. Для корректного сопоставления результатов на каждом из водотоков были проведены гидрометрические исследования. Определялась ширина, глубина, площадь живого сечения русла, средняя скорость течения, расход воды в местах отбора проб. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные гидрометрические характеристики исследуемых створов

Расположение створа	Средняя скорость течения, (м/с)	Расход воды, (л/с)
Лештавка (верхнее течение)	0,029	0,85
Лештавка (среднее течение)	0,077	155
Лештавка (нижнее течение)	0,120	1460
Кашма (Марусино)	0,168	2250
Кашма (устье)	0,171	4150

На руч. Лештавка исследования проводились на 3 створах: по одному в верхнем, среднем и нижнем течении. Отбор проб в верхнем течении проводился в 160 м от слияния осушительных каналов, дающих начало ручью. В среднем течении створ расположили в 100 м выше по течению от небольшого моста в районе пос. Текстильщиков. Исследования в нижнем течении ручья проводились в 100 м выше по течению от железобетонного моста Моршанск – Пичаево в черте города.

На р. Кашма исследования проводились в нижнем течении в двух точках. Первый створ мы расположили в 50 м выше по течению от подвесного пешеходного моста, соединяющего села Марусино и Польза. Второй створ мы расположили в 50 м выше по течению от деревянного моста на грунтовой дороге, ведущей из Моршанска до с. Елизавето-Михайловка и в 500 м от впадения Кашмы в р. Цну.

Исследования на руч. Лештавка проводились в августе 2008 г., на р. Кашма – в августе 2009 г.

Результаты исследований и их обсуждение. Ручей Лештавка протекает на севере Тамбовской области и принадлежит к бассейну р.Цны. Лештавка является одним из притоков Цны в окрестностях г. Моршанска. Ручей берет свое начало из сети осушительных каналов. Протяженность 4200 ± 50 м (приближенность измерений связана с погрешностью длины шага). На протяжении от истока до устья ручей один раз пересекает железобетонный мост с автодорогой. Среднегодовое количество осадков в районе бассейна ручья составляет 500 мм. Максимальная глубина ручья 5–6 м – зарегистрирована в районе устья. Бассейн залужен и застроен дачами, в городской части застроен частными домами (Буковский, Олейников, 2008).

Произведенные расчеты показали, что воды ручья на створе 1 по сапробности (2.78) соответствуют α -мезосапробным водам. Соответственно класс качества вод – загрязненная (IV), разряд качества – умеренно загрязненная.

На створе 2 по сапробности (2.50) соответствуют β -мезосапробным водам. Соответственно класс качества вод – удовлетворительной чистоты (III), разряд качества – слабо загрязненная.

На створе 3 по сапробности (3.00) соответствуют α -мезосапробным водам. Соответственно класс качества вод – загрязненная (IV), разряд качества – умеренно загрязненная.

Следующим объектом нашего исследования стала р. Кашма — правый приток Цны. Начинается в глубоких трапециевидных балках юго-восточнее с. Осно-Гай на высоте около 200 м над уровнем моря (западные склоны Керенско-Чембарской возвышенности). Далее Кашма течет на северо-запад по Пичаевскому и Моршанскому районам и впадает в р. Цну ниже г. Моршанска. Длина реки 111 км, площадь водосбора 2440 км^2 , уклон русла 0.1‰. Скорость течения воды 0.2–0.4 м/с. Принимая притоки, река становится многоводнее, средний расход у устья составляет до $5 \text{ м}^3/\text{с}$ воды. Глубины также нарастают вниз по течению с 0.5 м до 2–3 м. Колебания уровня в течение года у с. Марусино достигают 3 м. Ниже с. Байловка река течет через Цнинский лес. Долина реки глубокая в верховье до 40–50 м, имеет крутой правый склон, вдоль левого уже у с. Большое Шереметьево появляются террасы. В нижнем течении борта долины снижаются до 140 м над уровнем моря. Отметка устья реки – 100 м над уровнем моря (Реки Тамбовской области, 1991).

Произведенные расчеты показали, что воды реки Кашма на первом створе по сапробности (2.46) соответствуют β -мезосапробным водам. Соответственно класс качества вод – удовлетворительной чистоты (III), разряд качества – слабо загрязненные.

На втором створе по сапробности (2.70) соответствуют α -мезосапробным водам. Соответственно класс качества вод – загрязненная (IV), разряд качества – умеренно загрязненные.

Выводы. По результатам проведенных исследований мы сделали следующие выводы.

Река Кашма является значительно более крупным водотоком, следовательно может справиться с большим объемом поступающих загрязнений по сравнению с руч. Лештавка.

Качество воды в руч. Лештавка от истока к устью изменяется неоднозначно. От первого ко второму створу качество воды улучшается. Причиной этого может служить впадение крупной протоки, в результате – кратное увеличение расхода воды. Однако от второго к третьему створу, не смотря на продолжающееся увеличение расхода воды, её качество ухудшается. Это связано с течением ручья на этом участке и далее до устья в черте г. Моршанска. Качество воды в р. Кашме также ухудшается от верхнего створа к нижнему.

Полученные данные позволяют сделать вывод о негативном влиянии города и объектов, расположенных в его окрестностях на качество воды в притоках р. Цны у г. Моршанска.

Список литературы

- Буковский М.Е., Олейников А.А. Геоботаническое описание ручья Лештавка // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов V международной научно-практической конференции. ЗАО «Ростиздат», Ростов-на-Дону, 2008. С. 84–87.
- Макрышин А.В. Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. Ин-т АН СССР, 1974. 59 с.

- Использование интегральных биологических показателей качества поверхностных вод в экологическом обследовании водотоков антропогенно освоенных территорий (Электронный ресурс) / Доклад С.Г. Николаева по материалам конференции «Государственно-частное партнерство в сфере водоснабжения и водоотведения: экологическая эффективность решений в инфраструктуре» – Электрон. дан. – сайт НТЦ «Диагностика. Экспертиза. Безопасность.» – Режим доступа: http://www.ntcdeb.ru/Nikolaev_doklad.htm, свободный. — Загл. с экрана.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
- Реки Тамбовской области / под ред. Н. И. Дудника. Тамбов, 1991.
- Рыбальский Н.Г., Жакетов О.Л., Ульянова А.Е., Шепелев Н.П. Экологические аспекты экспертизы изобретений (Справочник эксперта и изобретателя). Часть 1. М.: ВИНТИ, 1989.
- Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Орех, 2004. 125 с.
- Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макрозообентоса // Водные ресурсы. 2002. Т. 29, № 3. С. 337–342.
- Шиширина Н.Е., Ихер Т.П. Практическое руководство по комплексному исследованию экологического состояния малых рек. Тула, 2001. 35 с.

ГАЛОФИЛЬНЫЙ РАЧОК *ARTEMIA SP.* В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В. Веснина

*Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры ФГУП Госрыбцентра,
656049, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Пролетарская, 113, а/я 4423, artemia@alt.ru*

В Алтайском крае имеется крупнейший в Западной Сибири фонд соляных озер, заселенных жаброногим рачком *Artemia sp.*, составляющий акваторию около 1000 км². По нашим данным, средняя биомасса рачка в малых озерах разной площади составляет – 15.0–35.0 г/м³ (Кривая Пучина, Шукуртуз, Куричье, Левый близнец, Правый близнец, Северный залив, Кулаксор, Джуль-Сульды). Расчетная промысловая продукция рачка за вегетационный период при 40–60% ее изъятии составляет более 50 тыс. т. На первых порах освоения ресурса реальным объемом заготовки следует считать 10 тыс. т., что позволит получить до 1 тыс. т. кормовой муки, по качеству не уступающей рыбной.

Благодаря физиологической адаптации к обитанию при высокой солености рачок артемия имеет самую эффективную осмосорегулирующую систему, кроме того, рачки способны синтезировать эффективные дыхательные пигменты (гемоглобин) для выживания при очень низком уровне содержания в воде кислорода, что характерно для высокой солености. И последнее важное приспособительное качество артемии – способность образовывать диапаузирующие яйца при возникновении угрозы существования популяции. В стратегии воспроизводства рачка живорождение (науплиусы) наблюдается при низком уровне солености, размножение яйцами происходит при солености выше 150 г/л.

Артемия лабильна в отношении содержания растворенного кислорода, она выживает при его концентрации около 1 мг/л. Оптимальной считается уровень нормального насыщения, который зависит от температуры и солености рапы, нижняя летальная граница содержания кислорода для взрослых рачков 0.17 мг/л, оптимальное содержание 6–8 мг/л (Богатова, 1980). Повышенное содержание кислорода требуется в период окончания диапаузы и вылупления науплиусов; половозрелые рачки при недостатке кислорода вынуждены интенсивно синтезировать гемоглобин, приобретая красную окраску тела. Диапаузирующие яйца рачка сохраняют выживаемость в среде без кислорода при крайне низких температурах.

Между всеми экологическими факторами среды обитания артемии существует определенная зависимость, одновременно, для каждого фактора характерны периодические колебания, обусловленные климатическими условиями. Однако, репродуктивные границы по основным факторам среды более стабильны, чем для процесса роста. Во всех случаях циклы размножения артемии, как и у других ракообразных, «привязаны» во времени к периодам наилучшей пищевой обеспеченности. Для артемии репродуктивные границы факторов среды в основном определены, но оптимальная зона всего спектра факторов, в которой наиболее благоприятна репродуктивная деятельность, может быть определена методами многофакторного анализа.

С возрастом устойчивость рачков к действию многих вредных ингредиентов обычно увеличивается: первые признаки угнетения от углекислого газа для науплиусов 127, для ювенильных рачков 80 и для половозрелых 57 мг/л; летальные концентрации сероводорода для науплиусов и ювенильных особей 76.9; для половозрелых 109 мг/л.

Эколого-биологические исследования артемии в сибирском ареале показали ее высокую приспособляемость к двум главным экологическим факторам – температуре и солености. Она может обитать в экстремальных условиях: при солености воды 250–280 г/л; предельный уровень содержания солей – 320‰ (оз. Кучукское). Оптимальный уровень минерализации рапы для репродукции диапаузирующими яйцами – от 100 до 180‰. Артемия выдерживает широкий температурный диапазон от 6 до 40 °С, для раз-

множения живорождением оптимальная температура около 25 °С. Верхняя летальная температура жизнедеятельности артемии по Н.Н. Хмелевой (1988) составляет 37.5 °С.

Весной для распределения артемии характерна концентрация науплиусов в прибрежной и мелководной зонах озер, эти же участки младшие возрастные группы предпочитают и в другие вегетационные периоды. Летом и осенью в больших и глубоководных озерах половозрелые рачки увеличивают численность в открытой части, ближе к центру. Численность цист и половозрелых особей в поверхностном слое рапы может колебаться более чем в 10 раз, что особенно характерно для науплиусов рачка и в меньшей степени – для половозрелых особей, которые избегают прибрежную зону, явно концентрируясь в центральной части озер. Ниже приводится горизонтальное распределение артемии по разрезу от северо-восточной части оз. Бол. Яровое к его юго-западной оконечности; центр водоема представлен станциями наблюдения 4–6, прибрежная зона станциями 1 и 9:

Численность	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7	Ст.8	Ст.9
тыс. экз./м ³	1.15	2.60	6.39	9.42	12.56	10.11	10.44	11.65	1.60
%	1.74	3.94	9.69	14.29	19.06	15.34	15.84	17.67	2.43

Анализ вертикального распределения рачка показывает, что все возрастные группы избегают поверхностного слоя 0–10 см; но активно используют всю фотическую толщу воды, предпочитая слой 10–200 см. Относительно равномерное распределение по глубине характерно для половозрелых рачков, в несколько меньшей степени – для ювенильных особей; науплиусы предпочитают поверхностный слой. В мелководных озерах половозрелые рачки держатся у дна, образуя скопления в неровностях грунта и взмучивая детрит.

Цисты артемии развиваются в двух трубковидных яичниках, расположенных по обеим сторонам кишечного тракта позади грудных ножек. Созревая, становятся сферическими и передвигаются в непарный мешок (матку), в который открываются протоки скорлуповых желез, чутко реагирующих на все отклонения условий обитания. При экстремальных условиях обитания рачков их скорлуповые железы увеличиваются до 0.1 мм, заполняются темно-коричневым секретом и становятся активными, накапливая гематин, и обвалакивают яйца толстой коричневой оболочкой. Самки, при таких условиях обитания, откладывают толстоскорлуповые или диапаузирующие яйца. При откладывании тонкоскорлуповых яиц железы также увеличиваются, но заполняются грязно зеленым секретом. В случае живорождения скорлуповые железы имеют небольшие размеры, прозрачны и вытянуты вдоль тела, их протоки слабо просматриваются.

Сухие цисты очень гигроскопичны, в первые часы гидратации их объем увеличивается; при влажности ниже 10% метаболизм яиц полностью прекращается, они становятся инертными и впадают в диапаузу. Только после погружения таких яиц в воду дегидратированные яйца становятся сферическими. Важно отметить, что начало активного метаболизма и разрыв оболочки яиц возможен только при полной их гидратации и при достаточном освещении, интенсивность которого является индивидуальной особенностью яиц и колеблется в пределах от 20 до 2000 люкс. Вероятно, способность оболочек поглощать свет определяется их цветом и количеством в них гематина, которые зависят от содержания железа в пище половозрелых рачков. Есть мнение, что наличие железа в рационах питания половозрелых рачков активизирует работу скорлуповых желез и является одним из необходимых условий для откладывания зимних толстоскорлуповых яиц (Lavens, Sorgeloos, 1984).

Достигшие половой зрелости самки артемии размножаются двуполым и партеногенетическим способом, рождая живых науплиусов или откладывая яйца. Установлено, что в естественных условиях процессы живорождения или яйценошения зависят от различных сочетаний факторов среды, главными из которых являются соленость, температура, содержание кислорода и условия питания. Особенно чутко реагируют на изменение указанных факторов среды скорлуповые железы партеногенетических самок. Морфологическая структура скорлуповых желез их и двуполых рас одинакова, но функционирование желез последних зависит от оплодотворения яйцевых клеток.

В половом составе популяции рачков в озерах региона наблюдается явное преобладание самок, хотя соотношение полов может заметно изменяться даже в одной популяции. Как правило, жизненность самцов увеличивается весной и достигает максимума в озерах с соленостью до 80–100 г/л. К осени половой состав изменяется в пользу партеногенетических самок, которые и продуцируют зимние диапаузирующие яйца. Из обоих видов потомства (яиц и науплиусов) вырастает новое женское поколение рачков, а живорождение и кладка яиц может чередоваться в течение жизненного цикла одной особи.

Осенью при снижении температуры воды самки откладывают только цисты и яйца. Цисты весьма отличаются от летних, они покрыты толстой скорлупой, составляющей около одной трети массы яйца. Под защитой такой оболочки эмбрионы артемии способны переносить неблагоприятные жизненные условия, полное высыхание водоемов, значительное нагревание и охлаждение почти до абсолютного нуля, действие многих химических реагентов, летальных для всех возрастных групп рачка.

По данным Международного референтного центра «Артемия» средняя удельная продукция диапаузирующих яиц за вегетационный сезон составляет 10–20 кг/га. В оз. Бол. Яровое удельная продукция зимних яиц составила более 50 кг/га; в оз. Кулундинское в благоприятный по гидрометеорологическим условиям год удельная продукция превышает 10 кг/га.

Список литературы:

- Богатова И.Б. 1973. Новые методы культивирования *Cladocera*. С. 340–360.
Хмелева Н.Н. 1988. Закономерности размножения ракообразных. 208 с.
Lavens P, Sorgeloos P. 1984. Controlled production of *Artemia* cysts under standart conditions in a recirculating culture system. *Aquacultural Eng.* 3. P. 221–235.
Sorgeloos P. 1979. The brine chrimp *Artemia salina*. A bottleneck in Mariculture. FAO Technical Conferenct on Aquaculture. P. 321–324.

ПРОДУКЦИЯ ГИПЕРГАЛИННЫХ ОЗЕР АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В. Веснина, Г.В. Пермякова

Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры ФГУП Госрыбцентра,
656049, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Пролетарская, 113, а/я 4423, artemia@alt.ru

На территории Алтайского края располагается более 90 гипергалинных озер, различающихся своими морфометрическими и гидробиологическими показателями. Одним из наиболее значимых артемиевых водоемов, где регулярно происходит заготовка цист, является оз. Большое Яровое Славгородского района.

Объектами изучения сырьевой базы оз. Большое Яровое является популяция галофильного рачка артемии, создающая достаточно высокую биомассу в естественных условиях, а также факторы среды, влияющие на развитие зоопланктона. Основными лимитирующими факторами среды в гипергалинных водоемах являются: температура рапы, минерализация воды, уровенный режим водоема. Однако, благодаря тому, что озеро Большое Яровое является глубоководным (средняя глубина 4.0–4.9 м, максимальная – 9.5 м) значение последнего фактора уменьшается.

На температурный режим воды Большого Ярового непосредственно влияют климатические условия района расположения озера. Славгородский район по агроклиматическому районированию характеризуется как теплый, засушливый (ГТК 0.6–0.8, количество градусодней 2200–2860) (Водоемы Алтайского края, 1999). В 2009 г. температура поверхностного слоя воды озера колебалась в пределах 6.4–22.3 °С, с повышением в летние месяцы (максимум – в июле), что является нормой. Также проводились исследования температуры воды на разных глубинах при помощи эхолота. В июне температура поверхностного слоя рапы достигала 18–19 °С, температура воды у дна (на глубине 8–9.2 м) была отрицательной и составляла от -5 до -3 °С. Температура средних слоев воды (от 2 до 4–6 м) колебалась в пределах от 0 до +2 °С с понижением температуры по мере продвижения вглубь.

Под влиянием гидрометеорологических условий солевой состав и минерализация воды в артемиевых озерах непрерывно изменяются. В 2009 г. минерализация воды в оз. Большое Яровое колебалась в пределах 130–178 г/л. В весенний период, как и ранее, отмечалось наименьшее значение минерализации с постепенным увеличением в летне-осенний период. Так, в летние месяцы, в период наибольшей испаряемости воды, минерализация рапы составляла в среднем 166 г/л, в осенние месяцы – 174 г/л. По классификации О.А. Алекина (1970) вода в озере относится к хлоридному классу, группы натрия.

Таким образом, в озере создаются критические условия для обитания гидробионтов и фитопланктона. Анализируемый 2009 г. можно отнести к годам со средним разнообразием видов водорослей в толще воды с преобладанием по числу видов зеленых и диатомовых. В фитопланктоне выявлено 10 видов водорослей из 5 отделов: Cyanophyta – 1 вид, Chrysophyta – 1, Bacillariophyta – 3, Cryptophyta – 1 и Chlorophyta – 4 вида.

Зоопланктон был представлен монокультурой рачка *Artemia* sp. По современной систематике рачок артемия относится к типу членистоногих (Arthropoda), подтипу жабродышащих (Branchiata), классу ракообразных (Crustacea), подклассу жаброногих раков (Branchiopoda), отряду жаброногов (Anostraca), семейству артемиевых (Artemiidae) и роду артемия (*Artemia*). Ранее все популяции артемии относили к одному виду артемия соляная (*Artemia salina*). В настоящее время это признано таксономически недействительным: 8 географических бисексуальных рас получили статус самостоятельных видов. Партеногенетические популяции условно объединены в группу видов *Artemia parthenogenetica* Varigozzi. Артемия, обитающая в гипергалинных водоемах юга Западной Сибири, в настоящее время не идентифицирована до вида.

Галофильный рачок артемия является космополитом, и населяет водоемы континентального и морского происхождения с минерализацией воды в пределах 20–340 г/л. В гипергалинных водоемах Алтайского края развитие рачка происходит при минерализации 40–320 г/л.

Артемия относится к видам с коротким жизненным циклом, и способна в течение вегетационного периода создавать несколько репродуктивных поколений. В глубоководном оз. Большое Яровое наблюдается 3–4 генерации.

В 2009 г. науплии первой генерации были отмечены в апреле. В течение вегетационного периода их численность колебалась в широких пределах (0.05–235.5 тыс. экз./м³). Половозрелые особи отмечались в пробах с июня. Численность самок составляла 1.58 (сентябрь) – 4.75 (июль) тыс. экз./м³, самцов – не превышала 0.2 тыс. экз./м³ (табл. 1).

Наблюдения за биомассой рачков показали, что основные пики приходятся на летние месяцы (июнь–июль). Средняя биомасса рачка в июне составляла 45.67 ± 18.16 , июле – 57.19 ± 11.27 , августе – 15.81 ± 2.32 , сентябре – 8.12 ± 4.78 г/м³. Динамика биомассы артемии на разных глубинах озера представлена в таблице 2.

Из таблицы видно, что распределение биомассы по глубинам неравномерное и колебалось в течение вегетационного периода. В июне и июле максимум наблюдался на 4 и 2 м соответственно, в августе – сентябре биомасса по глубинам отличалась незначительно (рис. 1).

Таблица 1. Численность разных стадий развития и цист артемии в оз. Большое Яровое Алтайского края (тыс. экз./м³), апрель–октябрь 2009 г.

Дата	Науплии	Ювенильные	Предвзрослые	Половозрелые		Цисты
				♀	♂	
15.04.	0.35	-	-	-	-	3.78
20.05.	6.25	3.70	0.45	-	-	0.70
23.06.	235.50	168.32	0.87	3.34	0.05	41.64
28.07.	225.60	236.10	0.88	4.75	0.20	88.59
20.08.	139.54	7.44	2.66	2.59	0.05	144.63
23.09.	1.21	43.25	2.01	1.58	-	368.79
15.10.	0.05	0.94	1.76	3.69	-	188.29

Таблица 2. Динамика биомассы (г/м³) всех стадий развития артемии на разных глубинах оз. Большое Яровое Алтайского края, 2009 г.

Дата	2 м	4 м	6 м	8 м
23.06.	30.05 ± 12.11	70.53 ± 19.98	47.55 ± 12.80	34.55
28.07.	69.84 ± 22.25	53.50 ± 16.55	48.22 ± 15.18	-
20.08.	17.53 ± 6.75	13.16 ± 3.70	14.57 ± 4.68	17.97 ± 1.85
23.09.	6.48 ± 5.66	8.06 ± 6.08	11.12 ± 6.24	24.84

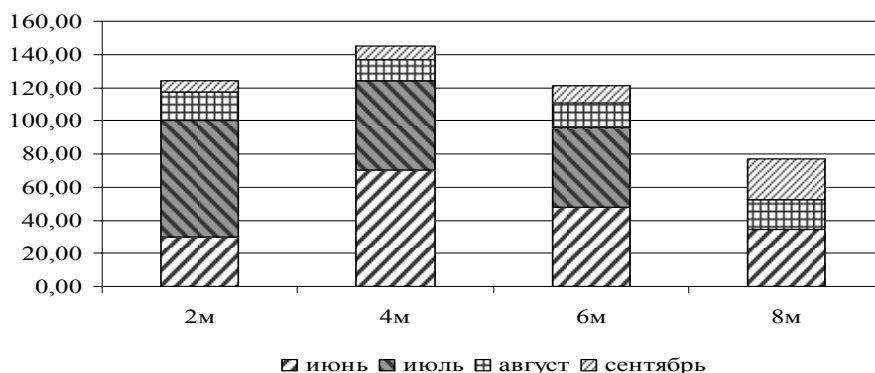


Рис. 1. Динамика биомассы рачка артемия в оз. Большое Яровое на различных глубинах, 2009 г.

Попытка определения решающего абиотического фактора, обуславливающего динамику популяции артемии, не дала четких результатов. В оз. Большое Яровое выявлена реальная связь температурного фактора и биомассы рачка; коэффициент корреляции суммы тепла и биомассы равен 0.84 ± 0.18 (Рачок артемия ..., 1990).

Численность и биомасса популяции артемии непосредственно зависят от плодовитости самок. Необходимо отметить, что артемия способна размножаться половым и партеногенетическим способами. В оз. Большое Яровое в 2009 г. соотношение самок и самцов было сдвинуто в пользу самок (табл. 3). В овисаках самок отмечены тонкоскорлуповые яйца, цисты, а также науплии, т.е. наблюдалось живорождение. Средняя плодовитость в июне 2009 г. составляла 47.17 ± 27.69 шт., в июле – 41.78 ± 22.43 шт., августе – 25.84 ± 24.19 шт., сентябре – 38.40 ± 17.58 шт. Из интервалов видно, что плодовитость колебалась в широких пределах.

Таблица 3. Средние значения продукционных характеристик рачка артемия оз. Большое Яровое Алтайского края, 2009 г.

Дата	Соотношение полов (самка:самец)	Процент самок с цистами (%ц), с яйцами (%я), с науплиями (%н)		
		%ц	%я	%н
15.04.	-	-	-	-
20.05.	-	-	-	-
23.06.	98.53:1.47	11.53	53.85	34.62
28.07.	95.96:4.04	4.00	96.00	-
20.08.	98.11:1.89	10.00	55.00	35.00
23.09.	100:0	84.00	16.00	-
15.10.	100:0	91.00	9.00	-

Качественный состав яйцевого мешка самок артемии, как видно из таблицы 3, различается по месяцам. Живорождение наблюдалось в летние месяцы. Процент самок с тонкоскорлуповыми яйцами к осени уменьшался, а с цистами – увеличивался. Подобная картина связана с наступлением неблагоприятных условий.

Благодаря стабильным условиям развития популяции, на оз. Большое Яровое проводится регулярный промысел цист. Описываемый водоем является одним из основных источников ценного биосырья, и относится к высшей категории экономической значимости (Веснина, 2002). Среднегодовой объем заготовки цист составляет 390.57 т (2000–2007 гг.). В 2008–2009 гг. промысел не производился, однако объем возможного вылова составлял 502–503 т. По предварительной оценке потенциальный объем заготовки биоресурса останется на среднегодовом уровне.

Список литературы

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 442 с.
 Веснина Л.В. *Artemia* sp. в озере Кулундинском // Биоразнообразии артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: Материалы междунар. конф. Москва, 17–19 июля 2002г. Тюмень, 2002. С.38–40.
 Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 285 с.
 Рачок артемия в озерах Западной Сибири: морфология, перспективы хозяйственного использования / Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1990. 81 с.

РОЛЬ БАЙКАЛЬСКОГО БОКОПЛАВА *MICRUROPUS POSSOLSKII* SOW. В ЭКОСИСТЕМЕ ВЕРХНЕЙ ОБИ

А.М. Визер

Филиал ФГУП «Госрыбцентр» ЗапСибНИИВБАК,
 630091, г. Новосибирск-91, ул. Писарева, 1, sibribniiproekt@mail.ru

Гидрофауна р. Оби и, прежде всего Новосибирского водохранилища, в результате целенаправленной и не преднамеренной акклиматизации пополнилась 5 видами беспозвоночных: байкальскими эндемичными амфиподами *Gmelinoides fasciatus* Stebb., *Micruropus possolskii* Sow., мизидами *Neomisis intermedia* Czern, раками *Astacus leptodactylus* L. и моллюсками *Viviparus viviparus* L.

Из этого перечня видов амфипода *M. possolskii* совместно с *G. fasciatus* вселялась в 44 водоема России, Казахстана и Средней Азии, но к началу 2000-х гг. натурализовалась только в бассейне Верхней Оби, что послужило основанием для исключения этого вида из списков акклиматизационного фонда (Задоевко, 1995; Биологические инвазии..., 2004).

Однако анализ сохранившихся проб посадочного материала из Посольского сора оз. Байкал для Новосибирского водохранилища за период с 1964 по 1980 гг. показали, что он во все эти годы фактически представлял монокультуру *G. fasciatus*. Доля *M. possolskii* не превышала 1.5–2%, поэтому вполне объяснима низкая эффективность от проведения акклиматизационных работ с этим видом.

В Новосибирском водохранилище *M. possolskii* впервые отмечается в гидробиологических сборах с 1980 г., значительно позднее *G. fasciatus*. Уступая *G. fasciatus* в скорости освоения водоема, *M. possolskii* в настоящее время вытеснил его на большинстве участков водохранилища и продвинулся вниз по течению р. Оби от плотины Новосибирской ГЭС на 300 км.

Натурализация ракообразных не оказала негативного влияния на численность и биомассу аборигенной бентофауны и завершилась в период 1980-х гг., когда в водоеме среднесезонная биомасса зообентоса достигала максимальных значений (5.9–8.9 г/м²).

Не оказали вселенцы влияния и на видовой состав бентических организмов. Аборигенные ракообразные *Asellus aquaticus* L. и *Gammarus lacustris* Sars встречались лишь в период наполнения водохранилища и практически выпали из фауны уже в 1960-х гг., еще до вселения гаммарид. В р. Оби ниже плоти-

ны ГЭС местные бокоплавывы и байкальские амфиподы обитают совместно в прибрежной литорали, что свидетельствует в пользу отсутствия между ними жестких конкурентных отношений.

Изначально байкальские амфиподы заняли свободные экологические ниши в границах ежегодно осушаемой верхней литорали с песчаными и слабозаиленными грунтами. За пределами временно осушаемой зоны в бентофауне до настоящего времени круглогодично преобладает аборигенный бентос.

С 1980-х гг. на биотопах верхней литорали водохранилища формируются гаммаридные и гаммаридно-хириноmidные сообщества, в которых 81.2–100% всего зообентоса создавалось вселенцами. Средняя биомасса гаммарид в этот период составляла 3.440 ± 0.433 г/м², причем доля *G. fasciatus* и *M. possolskii* имела близкие значения, соответственно 44.6 и 55.4%.

В период маловодных 1990-х гг. значение байкальских гаммарид в донной фауне литоральных биотопов снижается до 50.1–82.9%. Более чем в 2 раза – до 1.481 ± 0.411 г/м² – сокращаются и количественные показатели самих вселенцев. Большую стойкость к неблагоприятному гидрологическому режиму проявил *M. possolskii*, его значимость в составе гаммарид повысилась до 90.5%.

В настоящее время на мелководной акватории преобладают хириноmidные, хириноmidно-моллюсковые и моллюсковые сообщества, в которых доля байкальских амфипод по биомассе не превышает 9–42% (0.443 – 1.235 г/м²). Однако в моллюсковых сообществах, которые занимают более четверти площади водохранилища и создаются аутоакклиматизантом *V. viviparous*, только гаммариды являются постоянными представителями мягкого зообентоса.

M. possolskii более успешно адаптировался к ежегодной сработке водохранилища на ≥ 5 м и на него приходится в последние годы до 85–88% байкальских вселенцев. Этот вид более равномерно осваивает акваторию водохранилища, не избегает заиленных биотопов и своевременно мигрирует с обсыхающих площадей.

M. possolskii относится к зарывающимся формам и только в период размножения в больших количествах встречается в толще воды прибрежной зоны, поэтому его концентрация в бентостоеке из водохранилища не превышает 0.002 экз./м³. Однако с 1982 г. этот вселенец является постоянным компонентом донных сообществ р. Оби ниже плотины ГЭС, что не отмечено для рек в пределах естественного ареала. На байкальских гаммарид на речном участке Верхней Оби в настоящее время приходится 39.1% (0.099 ± 0.025 г/м²) биомассы зообентоса в прибрежной литорали. Повсеместно встречается лишь *G. fasciatus*, который составляет более 82% акклиматизантов. Распространение рачка *M. possolskii* ограничено прибрежными мелководьями с низкими скоростями течения воды и глубокими заливами с заиленными грунтами. Такие биотопы не характерны для русла Оби, что определяет низкую встречаемость (33.4%) и невысокие количественные показатели этого вида 0.031 ± 0.025 г/м². Более многочисленны в русле реки аборигенные бокоплавывы *G. lacustris*, их массовые скопления до 15.876 ± 8.011 г/м² приурочены к каменисто-галечниковым грунтам. Байкальские бокоплавывы появляются на этих биотопах только в период глубокой осенне-зимней межени.

Для *M. possolskii* даже в местах массовых скоплений не выявлено прямого отрицательного воздействия на аборигенную донную фауну. Рачок большую часть вегетационного периода концентрируется в прогреваемых до 30 °С верхних горизонтах литорали и даже выше уреза воды. По этой же причине он не играет заметной роли в питании рыб, хотя потребляется большинством представителей обской ихтиофауны. Лишь у ерша и молоди налима в течение всего года встречаемость этого вида в желудках составляет 27–60%, а его доля в пищевом комке достигает 9.1–20.8%. Основные промысловые рыбы р. Оби и Новосибирского водохранилища лещ и молодь судака потребляют рачка преимущественно во время вылета имаго хириноmid и в меженный период. Встречаемость *M. possolskii* в эти сроки у молоди судака может достигать 36%, а доля в питании составляет до 6.0–10.5%.

Таким образом, *M. possolskii*, по сравнению с *G. fasciatus* и аборигенными ракообразными, показал более высокую устойчивость к неблагоприятному гидрологическому режиму Новосибирского водохранилища. Вполне приемлемыми оказались для этого вида и условия крупной равнинной реки, поэтому следует ожидать его дальнейшего распространения в бассейне р. Оби.

Список литературы

- Задоев И.Н. Результаты и перспективы акклиматизации беспозвоночных в водоемах бывшего СССР // Результаты работ по акклиматизации водных организмов. СПб., 1995. С. 146–154.
- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / Под ред. А.Ф. Алимова и Н.Г. Богущкой. М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. 436 с.

ФАУНА ХИРОНОМИД (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) ПРУДА ШКОЛЬНОГО ГОРОДА КАЛИНИНГРАДА

Н.В. Винокурова, Т.А. Червоткина

Российский государственный университет им. И. Канта
236000, г. Калининград, ул. Невского, 4, aidaspost@mail.ru, tanyashev09@mail.ru

Прогрессирующее загрязнение природных водоемов промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми сточными водами оказывает негативное воздействие на водные экосистемы. Это приводит к деградации водной фауны, что отражается в уменьшении видового разнообразия бентоса. Хирономиды (Chironomidae) – распространённое семейство длинноусых двукрылых насекомых. Наиболее длительный период жизни они проводят в стадии личинки, являясь одним из основных компонентов макрозообентоса пресноводных экосистем. Наиболее чутко реагируя на изменения в окружающей среде, хирономиды являются удобным объектом для биоиндикации. Наличие политенных хромосом в слюнных железах хирономид также привлекает к ним особый интерес (Белянина, 1980). В Калининградском регионе данных по фауне хирономид крайне мало и они базируются в основном на морфологических показателях, что не позволяет считать их достоверными в полной мере (Щербина, 1986). Информация же о распространённых в области видах, основанная на комплексной морфо-кариологической диагностике, неполная и не позволяет формировать целостную картину (Винокурова, Петрова, 2006; Маркиянова, 2001, 2008; Петрова и др., 2007).

Объектом исследования послужили личинки хирономид пруда Школьного г. Калининграда. Количественный сбор проб проводился в литоральной зоне в апреле 2009 г. по стандартным гидробиологическим методикам с помощью металлической рамки (50×50 см). Собранные личинки взвешивались, измерялись и подсчитывались. Фиксация материала проводилась в спирто-уксусной смеси (3:1). Возраст и пол личинок определялись по стандартным пособиям (Объекты биологии развития, 1975). Кариологические препараты слюнных желез готовились по стандартной ацето-орсеиновой методике, морфологические препараты изготавливались в жидкости Фора-Берлезе (Панкратова, 1983). Видовая идентификация проводилась комплексным морфо-кариологическим способом. Всего были проанализированы 62 особи хирономид.

Видовое разнообразие и экологические особенности личинок хирономид определялись с использованием показателей: количество видов (n), численность (экз./м²), биомасса (г/м²), встречаемость (p_i , %), индекс доминирования Паляя-Ковнацки (D_i), индекс видового богатства Маргалефа (d), индекс видового разнообразия Шеннона по численности (H , бит/экз.), индекс Симпсона (C) и хирономидный индекс Балускиной (K) (Шитиков и др., 2005).

Пруд Школьный находится в черте г. Калининграда, площадь зеркальной поверхности составляет 0.056 км². Максимальная длина равна 0.26 км, максимальная ширина – 0.12 км. На северо-западе и юго-востоке в водоём впадают 2 канала. По берегам находятся жилые дома. В 300 метрах от южного берега пруда Школьного проходит автодорога. Грунты водоема представлены в основном тёмным густым илом с сильным запахом и растительными остатками. Глубина ила в пруду достаточно большая (до 30 см). Вероятно, большая доля органики и других загрязняющих веществ в пруд привносится вместе с выпадающими сюда каналами, несущими сточные воды от близ расположенных здесь жилых домов и предприятий. По берегам водоёма произрастает редкая древесная растительность, представленная ивой, ольхой и берёзой, а также травянистая и прибрежно-водная растительность (камыш озёрный, тростник обыкновенный, рогоз широколистственный). Большая антропогенная нагрузка на водоём в условиях городской территории, по-видимому, негативно сказывается на данной водной экосистеме.

Средние показатели численности и биомассы в популяциях хирономид в пруду были низкими и составили 13.43 экз/м² и 0.25 г/м² соответственно. В исследуемых популяциях в основном встречались достаточно крупные личинки VII фазы развития. Очевидно, что большинство личинок хирономид готовилось к вылету, это обусловлено сезонными особенностями сбора.

В исследуемом водоеме было обнаружено 9 видов хирономид из подсемейства Chironominae (см. табл. 1). Встречаемость у различных видов была неоднородной. Наибольшая встречаемость наблюдалась у *Glyptotendipes glaucus* (66.6%), а также у *Camptochironomus tentans* (50%). Чуть меньшая – у *G. paripes* (33.3 %) и *Chironomus plumosus* (33.3%). Индекс доминирования Паляя-Ковнацки также различался и составил для *G. glaucus* – 31.34, для *C. tentans* – 14.71 (эти виды оказались доминантами). Субдоминантом являлся *G. paripes* (3.92), виды *Ch. plumosus* и *Ch. nudatarsis* являлись субдоминантами I порядка с низким значением индекса доминирования.

Оценивая видовое разнообразие, важно отметить, что индекс Симпсона по численности составил 0.31, при этом индекс Шеннона по численности оказался равен 1.44, что свидетельствует о присутствии двух доминирующих видов в формировании общей численности хирономид водоема. Наличие доминант

в системе при низком уровне видовой разнообразия говорит о её неустойчивости. Индекс видовой богатства Маргалефа также оказался невысоким и составил 1.78 (см. табл. 2).

Таблица 1. Видовой состав хирономид пруда Школьного

№	Виды п/сем Chironominae	Количество встреченных особей
1	<i>Glyptotendipes glaucus</i>	20
2	<i>Glyptotendipes paripes</i>	4
3	<i>Endochironomus albipennis</i>	3
4	<i>Camptochironomus tentans</i>	19
5	<i>Chironomus nuditaris</i>	2
6	<i>Chironomus plumosus</i>	2
7	<i>Chironomus melanescens</i>	4
8	<i>Polypedilum tetracrenatum</i>	5
9	<i>Chironomus annularius</i>	3
Всего		62

Таблица 2. Количественные характеристики хирономид пр. Школьного

Показатель	Значение
Число видов (n)	9
Средняя биомасса, г/м ²	0.25
Средняя численность, экз/м ²	13.43
Индекс Шеннона (H), бит/экз	1.44
Индекс Симпсона (C)	0.31
Индекс Маргалефа (d)	1.78
Индекс Балушкиной (K)	6.50

Описывая экологическое состояние водоема по индексам видовой разнообразия, можно отметить, что значение индекса Шеннона по численности (1.44) характеризует воды данного пруда как «загрязненные». При этом индекс Балушкиной равен 6.5, что также позволяет оценить данный водоём как «загрязнённый» (см. табл. 2) (Шитиков и др., 2005).

Ранее проведенные исследования кариотипов личинок *Chironomus plumosus* пруда Школьный (Петрова и др., 2007) показали, что уровень инверсионного полиморфизма данного вида превышает среднее значение по Северо-Западному региону. При этом было также показано, что концентрация меди в донных отложениях превышает контрольные показатели. Эти данные также свидетельствуют о высоком уровне загрязненности водоема и подтверждают полученные ими результаты.

Таким образом, были впервые получены данные по видовому составу хирономид пруда Школьного города Калининграда. Всего в исследуемом водоеме было обнаружено 9 видов из подсемейства хирономид. Данные видовой разнообразия свидетельствуют о том, что воды пруда Школьного относятся к категории «загрязнённых». Было отмечено присутствие двух доминирующих видов в формировании общей численности хирономид водоема, что свидетельствует о неустойчивости данной водной экосистемы. Небольшое количество видов также говорит о высоком уровне загрязнённости изученного водоема. Полученные результаты могут в дальнейшем использоваться при составлении базы данных биомониторинга водоёмов региона с выявлением сезонной и годовой динамики популяций хирономид.

Список литературы

- Белянина С.И. Кариотипический состав популяций хирономиды *Endochironomus impar* Walk. из водоемов Ямала и Полярного Урала // Новые данные по кариосистематике двукрылых насекомых. Труды Зоол. ин-та АН СССР. Ленинград, 1980. Т. 95. С. 4–9.
- Винокурова Н.В., Петрова Н.А. Некоторые особенности кариотипа популяции *Camptochironomus tentans* северо-западного региона России // IX съезд гидробиологического общества РАН: Тезисы докладов: Тольятти, 2006, Т. 1. С. 3.
- Маркиянова М.Ф. К вопросу о видовом составе хирономид Вислинского залива // Теоретические и прикладные аспекты экологии и биологии: Межвуз. сб. ст. Калининград: Изд-во КГУ, 2001. С. 58–51.
- Маркиянова М.Ф. Кариотипические особенности природных популяций фитофильных *Glyptotendipes glaucus* mg. (Diptera, Chironomidae) Самбийского полуострова // Теоретические и прикладные аспекты экологии и биологии: Межвуз. сб. ст. / Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. С. 59–68
- Объекты биологии развития / Академия наук СССР. Гл. ред. Астауров Б.Л. М.: Наука, 1975. 579 с.
- Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironomidae Фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1983. 296 с.
- Петрова Н.А., Винокурова Н.В., Данилова М.В. [и др.] Сезонные изменения структуры кариотипа *Chironomus plumosus* (Diptera, Chironomidae) из биотопа г. Калининграда // Цитология. 2007. Т. 49, № 10. С. 901–905.
- Шитиков В.К., Розенберг Г. С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерия, решения : в 2 кн. Кн. 1; Ин-т экологии Волжс. бассейна. М.: Наука, 2005. 281 с.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА В МАЛЫХ ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

М.А. Гвоздев, Д.Р. Баженова

*Российский Государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48*

Прогнозирование биологического режима водоемов (биодукационных и сукцессионных процессов пресноводных экосистем и др.) предусматривает предварительную оценку изменений флоры и фауны, хода процессов продуцирования и деструкции органического вещества, с целью охраны природы от неблагоприятных последствий антропогенного воздействия.

Руководствуясь показателями популяционных параметров гидробионтов для аналогичных водоемов и условий, выдвигаются предполагаемые сроки, уровни развития и распределение важнейших групп гидробионтов в будущих водоемах (при планировании искусственных озер и прудов) или в водоемах, где экологические условия изменились. Нарушение продукционно-деструкционных процессов в водных экосистемах, выходящие за рамки закономерных межгодовых колебаний, изменяют естественный ход сукцессионных процессов в экосистеме.

Для индикации перечисленных выше процессов нами использованы популяционные параметры рачкового зоопланктона (видовое разнообразие, структурные характеристики, например, изменения соотношения между видами при неизменном видовом составе и др.).

Изучены сообщества зоопланктона более 60 водоемов Северо-Запада России (площадью от 0.5 га до 200 га) в фаунистическом и биоценотическом аспектах. При этом учитывались факторы: географические – почвенно-климатические зоны, окружающий ландшафт, лимно-фаунистические регионы; топологические – площадь, глубина, условия питания и проточность водоемов, морфометрия, развитие литорали, цветность и прозрачность воды, гидрохимические показатели; биоценотические – развитие фитопланктона и макрофитов, ихтиофауна, доминирующие и субдоминирующие виды зоопланктона, биопродукционные показатели рачкового зоопланктона.

Исследованные водоемы относятся к группе мелких тепловодных водоемов (заращаемость в среднем 20–25% водной площади, прозрачность до дна или 1.5 м). По характеру стока различали водоемы: лесные, луговые, сельско-городские, садово-парковые, пойменные.

Для руководящих видов проведен структурный и энергетический анализ: число видов, численность, средняя масса особей и сообщества, соотношение биомассы мирных и хищных, продукция и деструкция, рацион и др.

Результаты обработки материалов показали, что сообщества зоопланктона в разнотипных малых водоемах характеризуются разными экологическими параметрами и значениями структурно-продукционных коэффициентов.

Обнаружена зависимость между видовым разнообразием и энергетическими показателями.

Полученные статистические данные по распределению видов зоопланктона и сопряженности их с различными показателями условий среды и между собой свидетельствуют о реальном существовании в разнотипных водоемах разграниченных между собой группировок зоопланктона, формирование которых происходит под влиянием конкретных факторов среды. Имея сведения о динамике сукцессионных процессов в водоеме, при изменении условий существования гидробионтов можно прогнозировать экологическое состояние водоемов и характерное для них сообщество зоопланктона.

КАРДИОАКТИВНОСТЬ И ПОВЕДЕНИЕ МИДИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

А.В. Гудимов

*Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
Россия, 183010, г. Мурманск, Владимирская, 17, alexgud@mail.ru*

Принципиально новым подходом к биомониторингу стала регистрация функциональных параметров водных беспозвоночных в естественных условиях их обитания. Непрерывный мониторинг активности двусторчатых моллюсков, как в лабораторных, так и природных условиях открывает путь к исследова-

ниям их жизненных процессов, факторных зависимостей и механизмов адаптаций на новом, неизвестном прежде уровне.

Получение количественной информации о текущем функциональном состоянии организмов-биосенсоров в природной среде долгое время было методически и технически трудной задачей. Сегодня измерения параметров поведения (движений створок) и работы сердца моллюсков, как надежных показателей уровня их активности, стали возможны в открытых системах, без изоляции организма от окружающей среды.

Исследования поведенческих реакций мидий Баренцева, Белого, Балтийского и Черного морей проводились в естественных и аквариальных условиях (1985–2010 гг.), а параллельная регистрация параметров поведения и сердечных сокращений мидий (2006–2008 гг.) – в контролируемых условиях (*Mytilus edulis*) и в условиях протока природной морской воды (*Mytilus galloprovincialis*).

Одновременная запись движений створок (актографами разных типов) и сердечных сокращений (плетизмографом) баренцевоморских мидий производились при: 10 °С, 25‰, аэрации, фильтрации и циркуляции воды. Основным параметром поведения был средний уровень раскрытия створок (УРС, % от максимума), а кардиоактивности – ЧСС (частота сердечных сокращений, ударов/мин).

У *M. edulis* вместе с колебаниями УРС в течение суток (как в природе, так и в аквариуме) изменялась в широких пределах и ЧСС: от 0 до 20 уд/мин. Среднесуточная ЧСС, за вычетом периодов остановки сердца (ЧСС = 0), составляло от 12.3 до 13.4 уд/мин.

Измерения параметров поведения и сердечных сокращений мидий Черного моря проводили в условиях естественного протока аквариальной Карадагского заповедника при сезонной температуре воды 18 °С (октябрь). В течение суток ЧСС мидий изменялось от 0 до 22 уд/мин. Среднесуточная ЧСС карадагских мидий составила 15.6 уд/мин. При наименьшем УРС днем средняя ЧСС была выше, чем ночью и утром: 16.2–14.8–13.7 уд/мин, соответственно. Регистрация поведенческих реакций *M. galloprovincialis* непосредственно в прибрежной зоне Карадага показала ясно выраженный суточный ритм, связанный с освещением.

Сила связи УРС и ЧСС (линейная корреляция) у обоих видов изменялась в широких пределах, усиливаясь с увеличением амплитуды и скорости изменения УРС, особенно заметно при смене фаз активности и покоя.

В естественных условиях мидии никогда не держали створки полностью закрытыми, постоянно контролируя состояние окружающей среды. Во время длительной фазы покоя (УРС минимален, визуально створки кажутся закрытыми) сердечный ритм не был выражен и, помимо периодически возникающей брадикардии, заметные сердечные сокращения отсутствовали или их амплитуда была крайне мала. Впервые были обнаружены продолжительные остановки сердца в фазу активности мидий, т.е. при заметно открытых створках, что обусловлено условиями среды, в частности, длительным голоданием моллюсков. Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на общность основных трендов параметров поведения и кардиоактивности, текущие колебания физиологической активности мидий не связаны напрямую с уровнем раскрытия их створок. Поведенческие реакции являются интегральным, наиболее информативным и надежным биоиндикатором в непрерывном биомониторинге качества вод и отражают комплексную реакцию всего организма, а не одной его физиологической функции (кардиоактивности) на изменение условий среды.

ДОННАЯ МЕЙОФАУНА КАРСТОВЫХ ОЗЕР ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТАВ И УРОВЕНЬ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

В.А. Гусаков

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, Igusakov@mail.ru*

Малые озера – неотъемлемая часть природного ландшафта Центральной России. Особое место среди них занимают озера карстового происхождения, так как относятся к водоемам аazonального типа, гидрохимический режим которых определяется, главным образом, их происхождением. Достаточно хорошо изученные в геоморфологическом отношении, карстовые озера региона до сих пор слабо исследованы в гидробиологическом плане. В 2003–2005 гг. были впервые проведены комплексные гидробиологические наблюдения в группе озер данного типа на севере Владимирской области (Корнева и др., 2004). В том числе изучалось и сообщество мейобентоса. В статье описываются результаты, полученные по материалам первого года исследований.

Рассматриваемые озера располагаются в Балахинской низменности в районе левобережья р. Клязмы, где широко развит карст. Территория входит в состав Клязьминско-Лухского комплексного заказника регионального значения, что способствует минимальной антропогенной нагрузке на водосбо-

ры и акватории водоемов. Наблюдения проводились на 7 озерах (табл. 1), относящихся к категории малых, мягководных, слабоминерализованных (Корнева и др., 2004; Гусев, 2007). Во всех водоемах (кроме оз. Б. Поридово) имеются котловины с глубиной > 10–20 м (см. табл. 1), что, как правило, не свойственно малым озерам иного генезиса. Глубоководность, небольшие размеры и покрытые лесами берега, затрудняющие ветровое перемешивание воды, обуславливают димиктичность озер – с мая по октябрь в них обычно устанавливается термическая и кислородная стратификация. По ряду основных характеристик типология озер различается (Корнева и др., 2004; Гусев, 2007). По цветности воды большинство из них относится к олигогумозному классу, оз. Б. Гаравы – мезогумозному, оз. Б. Поридово – полигумозному. По величине рН выделяются две группы: нейтральные (оз. Юхор, Санхар, Кщара) и олигоаидные (остальные). По содержанию основных биогенных элементов в воде (общий фосфор и азот) оз. Юхор и Б. Поридово принадлежат к эвтрофному типу, оз. Б. Гаравы – к олиго-мезотрофному, прочие – к мезотрофному (см. табл. 1).

Материал (60 проб) собирали в начале июня, конце июля и середине сентября 2003 г. В каждом озере изучали прибрежные участки с глубиной 0.3–2.0 м и зону максимальных глубин (по одной станции в каждом биотопе). В озерах Юхор, Санхар и Кщара в центральных частях акватории дополнительно устанавливали еще по две станции. В первом они располагались на небольшой глубине (из-за особенностей морфометрии водоема) – ~ 1.0–2.0 м, в других – ~ 3.5–7.0 м. Сбор проб осуществляли микробентометром «С-1» (по 3 подъема в каждой точке), фиксацию – 4% формалином. Обработку материала проводили по стандартной методике (Методика..., 1975). Для промывания грунта использовали сито с ячейей 82 мкм.

Таблица 1. Основные морфометрические и средние (за май–октябрь 2003 г.) гидрологические и гидрохимические характеристики исследованных озер (по: Корнева и др., 2004; Гусев, 2007)

Показатель	Озеро						
	Юхор	Санхар	Кщара	Большое Поридово	Большие Гаравы	Малые Гаравы	Светленькое
Площадь, км ²	0.33	1.19	1.32	0.15	0.28	0.15	0.02
Максимальная глубина, м	13	22	14	4.5	12	25	15
Прозрачность, м	0.9	2.5	2.2	0.3	2.5	2.5	4.2
Цветность, град.	28	34	35	324	64	31	13
Взвеш. вещества, мг/л	13.49	0.49	2.74	3.20	2.72	1.12	1.97
рН	8.59	7.62	7.89	6.49	5.67	6.11	6.18
Жесткость, мгэquiv/л	1.93	0.86	1.08	0.71	0.21	0.19	0.16
Общий фосфор, мг/л	0.230	0.027	0.024	0.075	0.009	0.022	0.019
Общий азот, мг/л	1.483	0.620	0.513	1.420	0.182	0.317	0.540

В период наблюдений температура придонного слоя воды в прибрежье озер составляла ~13–15 °С в июне, ~ 24–26 °С в июле и ~ 14–15 °С в сентябре, в зонах максимальных глубин – ~ 4–6 °С, ~ 6–8 °С и ~ 5–9 °С соответственно. В центре сравнительно «мелководного» полигумозного оз. Б. Поридово температура равнялись по сезонам 11 °С, 16 °С и 14 °С, а на дополнительных станциях озер Юхор, Санхар и Кщара в зависимости от их глубины была в каждый из периодов близка к глубоководным или прибрежным значениям параметра, или имела промежуточную величину. Термоклин в большинстве озер летом наблюдался на глубине 4–6 м, в оз. Б. Поридово – 2 м (Корнева и др., 2004). Осенью он заглублялся на 2 м или происходило вертикальное выравнивание температуры (в оз. Б. Поридово и Кщара (исключая станцию с максимальной глубиной)). В гипolimниальных слоях летом наблюдался дефицит кислорода. У дна наиболее глубоководных станций его содержание опускалось до 0.2–6.1 мг/л. Минимум отмечен в оз. Юхор. Здесь, а также в оз. Санхар, пробы имели сильный запах сероводорода и состояли из черного ила. В остальных точках центральной зоны озер донные осадки были представлены серыми, зеленоватыми или торфянистыми илами, иногда с примесью песка и грубых растительных остатков (оз. Кщара) или с живыми и отмершими водными мхами (озера Б. Гаравы и Светленькое). В прибрежье всех водоемов грунт состоял из песка с примесью растительных остатков.

В исследованном материале обнаружены 234 вида и формы мейобентоса. Наибольшее количество представителей выявлено в оз. Санхар, наименьшее – в оз. Светленьком. Остальные водоемы характеризовались примерно равным таксономическим разнообразием сообщества (табл. 2). Более четверти всех отмеченных видов и форм составляли нематоды. Из других выделялись хирономиды, кладоцеры и аннелиды. Заметный вклад в общий список вносили также циклопы, остракоды, клещи. Преобладание указанных групп по видовому богатству наблюдалось, как правило, и в каждом конкретном озере. Такой состав в целом свойственен донной мейофауне лимнических водоемов центрального региона. Из особенностей отметим полное отсутствие остракод и моллюсков в большинстве олигоаидных озер, что,

несомненно, связано со спецификой химического состава их воды, в частности – низким содержанием кальция (1.9–2.2 мг/л) (Корнева и др., 2004).

Таблица 2. Количество видов и форм мейобентоса в исследованных озерах в 2003 г.

Таксон	Юхор	Санхар	Кщара	Б. Поридово	Б. Гаравы	М. Гаравы	Светленькое	Все озера
Nematoda	17	24	21	29	26	16	16	61
Annelida	10	16	11	11	12	7	7	27
Tardigrada	1	3	5	1	4	3	2	7
Acari	4	6	6	4	4	7	3	16
Cladocera	10	20	8	9	10	15	7	30
Cyclopoida	10	12	11	5	8	7	4	19
Harpacticoida	1	4	4	1	5	5	4	9
Ostracoda	11	11	5	5	-	-	-	18
Chironomidae	14	29	10	8	9	12	9	37
Varia	2	5	5	5	3	2	3	10
Итого:	80	130	86	78	81	74	55	234

Не установлено каких-либо закономерностей в изменении видового богатства сообщества в озерах от сезона к сезону. Однако в большинстве из них четко прослеживалось различие по разнообразию представителей в центральных участках акватории и побережье. Так, в озерах, где профундальные станции весь период наблюдений находились под термо- и оксиклином, число обнаруженных в данном биотопе за три сезона таксонов мейофауны варьировало от 3 (оз. Светленькое) до 18 (оз. Б. Гаравы), в то время как у берега – от 53 (оз. Светленькое) до 74 (оз. Б. Поридово). В озерах Санхар и Кщара, где в центре исследовались и зоны средних глубин, участки различались по показателю примерно в 2 раза (соответственно 55 и 30 видов и форм в профундали, 108 и 74 в побережье), а в оз. Юхор, где ряд станций в середине акватории имел совсем небольшую глубину, богатство сообщества в обеих зона было почти равным (49 и 53 таксона). Сопоставляя приведенные цифры со значениями из табл. 2, нетрудно заметить, что именно прибрежная фауна формирует основу таксономического разнообразия мейобентоса исследованных озер (кроме оз. Юхор). Как мы уже подчеркивали (Корнева и др., 2004), основная причина этого заключается, по-видимому, в типичных для стратифицированных водоемов отличиях между комплексами важнейших абио- и биотических факторов на небольшой глубине и в профундали. Лимит кислорода, пищи, низкие температуры, однообразие биотопов и т.п. ограничивают развитие многих представителей донной мейофауны в глубоководной зоне. Часто мейобентос в таких условиях состоит почти исключительно из покоящихся копепоидитов циклопов, что наблюдалось и в рассматриваемых озерах.

Как показала кластеризация на основе индекса Чекановского-Серенсена, по общему составу мейобентоса наибольшее сходство между собой (64–67%) имели олигоацидные озера М. Гаравы, Б. Гаравы и Светленькое. Нейтральные озера Юхор, Санхар и Кщара группировались на уровне 50–51% сходства, несколько обособленным от последних (47%) было олигоацидное высокоцветное оз. Б. Поридово. Все озера объединялись на 45% уровне сходства. Из этого можно заключить, что одним из важнейших факторов, определяющих таксономические различия донной мейофауны между конкретными озерами, служит, по-видимому, показатель рН. Промежуточное положение оз. Б. Поридово, отличающегося от других высокой цветностью воды, свидетельствует о возможном заметном влиянии на состав сообщества еще и степени гумификации.

Численность мейобентоса в озерах в период наблюдений колебалась в пределах 0.4–695 тыс. экз./м². Минимальные значения (< 3 тыс. экз./м²) все сезоны фиксировались на черном иле в карстовой воронке эвтрофного оз. Юхор, где почти полностью отсутствовал кислород. Здесь обнаружены лишь единичные копепоидиты циклопов и особи нематод. Максимальное количество организмов (> 500–600 тыс. экз./м²) отмечалось в прибрежной зоне озер Санхар, Кщара, Юхор, Б. Гаравы на песках с умеренным содержанием растительных остатков и детрита. Сходные параметры численности регистрировались в озерах разного типа, в разные периоды и, наоборот, могли существенно различаться в однотипных водоемах в одно и то же время. Очевидно, плотность организмов в первую очередь зависела от локальных особенностей станций, условия среды на которых не могли быть идентичными даже на одних и тех же биотопах похожих по типологии озер. В то же время, по средним величинам численности, как и по видовому богатству, в каждом озере прослеживалось отчетливое различие между прибрежными и центральными участками. Во второй зоне показатель был заметно ниже (табл. 3). Здесь, как правило, доминировали циклопы и нематоды. Рачки в среднем могли составлять до 70–80% (озера Кщара, Санхар) от общего количества организмов мейофауны. Главная роль принадлежала покоящимся копепоидитам р. *Cyclops*. Именно вследствие скопления диапаузирующих рачков численность сообщества на глубоководных (располагавшихся под термо- и оксиклином) станциях этих озер иногда была выше, чем в области сред-

них глубин и, даже, у берега. Относительное количество нематод в профундали было наибольшим (40–88%) в озерах М. Гаравы, Б. Гаравы, Светленькое, Б. Поридово. В оз. Юхор, где часть станций в центре акватории по глубине не сильно отличалась от прибрежной зоны, дополнительно к циклопам и круглым червям 31% численности мейофауны в среднем за три сезона составляли кладоцеры.

Таблица 3. Средняя численность ($N \pm SE$, тыс. экз./м²) и биомасса ($B \pm SE$, г/м²) мейобентоса в центральных (Ц) и прибрежных (П) участках акватории озер в 2003 г.

Озеро	Юхор	Санхар	Кщара	Б. Поридово	Б. Гаравы	М. Гаравы	Светленькое
$N \pm SE$: Ц	174.7± 58.5	151.3± 31.1	87.4±18.7	45.4± 7.5	165.5±10.8	72.3±24.7	16.4± 4.0
П	350.4±110.3	368.9±141.3	585.1±57.4	190.6±79.5	589.3±63.4	195.0±65.1	334.2±70.5
$B \pm SE$: Ц	2.9±1.0	3.7±0.9	1.6±0.2	0.3±0.1	2.1±0.2	1.7±0.2	0.4±0.1
П	3.1±0.6	4.8±0.9	2.3±0.3	3.1±1.5	3.7±1.1	1.9±0.8	2.5±0.7

В прибрежье всех озер доминирующими по численности группами мейобентоса были круглые и кольчатые черви, в некоторых – также кладоцеры, циклопы и гарпактициды. В эвтрофных озерах Юхор и Б. Поридово относительное количество нематод в среднем за три сезона составляло 63–74%, в прочих – 12–40%. Аннелиды, среди которых преобладали полихеты р. *Aeolosoma* и мелкие олигохеты р. *Chaetogaster*, напротив, в указанных озерах играли менее заметную роль (~13%), чем в остальных (17–56%). Ветвистоусые рачки значимое положение в рассматриваемом биотопе имели только в олигоацидных озерах Светленькое, Б. Гаравы, М. Гаравы (12–29% от всего мейобентоса), гарпактициды – в нейтральных озерах Санхар и Кщара (10–22%), циклопы – лишь в оз. Санхар (12%).

Биомасса сообщества в озерах изменялась в диапазоне 0.01–8.8 г/м² и в среднем также была, как правило, выше в прибрежье (см. табл. 3). Наименьшие значения, как и по численности, были зарегистрированы в карстовой воронке оз. Юхор, наибольшие – на глубоководной станции оз. Санхар, где отмечались значительные (> 300 тыс. экз./м²) скопления покоящихся циклопов. Cyclopoida (не только диапаузирующие личинки р. *Cyclops*, но и разновозрастные особи других видов) были основной доминирующей по биомассе группой мейобентоса на центральных участках акватории исследованных водоемов. В среднем за три сезона они составляли здесь от 38% (оз. Юхор) до 92% (оз. М. Гаравы) от интегральной величины. В ряде олигоацидных озер (Б. Гаравы, Светленькое, Б. Поридово) 17–53% общей биомассы профундального мейобентоса приходилось на круглых червей, а на мелководных станциях центральной части оз. Юхор дополнительно к циклопам 31% составляли кладоцеры, 21% – остракоды. В прибрежье озер основную часть сообщества по рассматриваемой величине обычно формировали кольчатые черви (до 28%; кроме оз. Б. Поридово, где показатель не превышал 10%), кладоцеры (до 38%; кроме оз. Кщара) и личинки хирономид (до 36%); в отдельных водоемах – также гарпактициды (13–23% в озерах Санхар и Кщара), круглые черви (28% в оз. Юхор) и молодь моллюсков (39% в оз. Б. Поридово).

Наиболее характерными (достигавшими высокой встречаемости и количественного развития) представителями донной мейофауны центральных глубоководных участков исследованных озер в 2003 г. были нематода *Paramononchus arcticus* Mulvey и копеподиты циклопов *Cyclops kolensis* Lilljeborg и *Cyclops* spp. (*strenuus*?). Именно они в основном определяли доминирование соответствующих таксономических групп по численности и биомассе за пределами мелководья. В прибрежье большинства озер выделялись нематода *Tripyla glomerans* Bastian, олигохета *Chaetogaster* sp. (*langi*?), личинки хирономид *Tanytarsus* gr. *gregarius*, а также (в ряде водоемов вне зависимости от их типа) – нематода *Neoactinolaimus duplicidentatus* (Andrassy), олигохета *Pristina aequisetata* Bourne, кладоцера *Monospilus dispar* Sars. В нейтральных озерах у берега обычными и сравнительно массовыми были круглые черви *Peritobrillus nothus* (Gagarin) и *Tobrillus tenuicaudatus* Gagarin, кладоцера *Alona affinis* (Leydig), гарпактицида *Bryocamptus vej dovskyi* (Mrazek), хирономида *Cladotanytarsus* gr. *mancus*; в олигоацидных (исключая полигуозное оз. Б. Поридово) – полихеты *Aeolosoma* spp., ветвистоусый рачок *Rhynchotalona falcata* (Sars), личинки *Microtendipes* gr. *pedellus*. В озерах Юхор и Б. Поридово, отличающихся от других своим трофическим статусом, в прибрежье среди доминантов более представлены были ветвистоусые рачки: в первом – *Alona quadrangularis* (Müller), *A. rectangula* Sars, *Chydorus sphaericus* (Muller), *Leydigia leydigi* (Schoedler), *Pleuroxus uncinatus* Baird, во втором – *Ilyocryptus agilis* Kurz и *Ilyocryptus sordidus* (Lievin). В оз. Юхор в значительном количестве присутствовал ракушковый рачок *Darwinula stevensoni* (Brady et Robertson) и редкий вид нематод *Ischiodorylaimus cognatus* Andrassy, а в оз. Б. Поридово – гарпактицида *Attheyella crassa* (Sars).

При сравнении, очевидно, что ядро главных представителей донной мейофауны исследованных озер карстового происхождения типично для водоемов лимнического типа Центральной России. Подавляющее большинство указанных в предыдущем абзаце организмов ранее неоднократно отмечалось в составе структурообразующих представителей мейобентоса озер и водохранилищ региона, например – в водохранилищах Верхней Волги и малых мелководных озерах заболоченной территории Вологодской обл.,

различающихся, как и рассматриваемые водоемы из Владимирской обл., по степени трофности, гумификации и закисления (Гусаков, 2000, 2007 и др.). Тем не менее, наличие в составе доминантов мейобентоса изученных карстовых озер некоторых видов свидетельствует и об определенном своеобразии данных водоемов как среды обитания нашего сообщества. Речь, прежде всего, идет о двух редких видах круглых червей – *Paramonochus arcticus* и *Ischiodorylaimus cognatus* (Гагарин, Гусаков, 2006; Gagarin, Gusakov, 2008). Первый ранее был известен только из дельты р. Маккензи (арктическая часть Канады) и одного из озер Забайкалья, второй – из канала в Венгрии. Находки указанных видов нематод в карстовых озерах, безусловно, расширяют представление о биологии данных видов. Их обитание и, тем более, доминирование в мейобентосе этих водоемов (значительно удаленных от других известных мест существования видов), и отсутствие в других озерах и водохранилищах довольно хорошо изученного центрального региона, указывает на наличие ряда специфических условий, способствующих успешному развитию *P. arcticus* и *I. cognatus* именно здесь. Для прояснения этого вопроса, как очевидно, необходимо дальнейшее изучение как самих озер, так и биологии данных видов нематод.

Таким образом, первые результаты исследования мейобентоса карстовых озер Центральной России показали, что состав сообщества в них (как в качественном отношении, так и по доминирующим в количественном плане группам и отдельным представителям) в общих чертах сходен с таковым других исследованных озер и водохранилищ региона. Среди доминантов имеются, однако, и специфические виды, свидетельствующие о своеобразии ряда условий существования мейобентоса в озерах. Данный вопрос требует дальнейшего изучения. Между разнотипными озерами исследованной группы различия в общем таксономическом составе донной мейофауны связаны, прежде всего, с показателем рН и, частично, с цветностью воды.

Уровень количественного развития мейобентоса в озерах в летне-осенний период определяется, главным образом, глубиной расположения термо- и оксиклинов. Видовое богатство, средняя численность и биомасса сообщества минимальны в зонах наибольших глубин, где все время сохраняется небольшая температура и пониженное содержание кислорода. В данных условиях донная мейофауна состоит почти исключительно из находящихся в диапаузе личинок планктонных циклопов и некоторых видов круглых червей. В зоне средних и малых глубин центральных участков акватории озер и, особенно, в прибрежье средние количественные показатели донной мейофауны обычно существенно выше. Высокой плотности здесь достигают почти все таксономические группы.

Автор глубоко признателен коллегам из ИБВВ РАН за совместный труд по сбору и дальнейшей обработке материала. Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ (№ 03-04-49334) и ФЦП «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами» (Госконтракт № 10002-251/ОБН-2/151-171/160503-116 (8)).

Список литературы

- Гагарин В.Г., Гусаков В.А. О видах свободноживущих нематод *Ischiodorylaimus cognatus* и *Eumonhystera tuporis* // Зоол. журн. 2006. Т. 85, № 6. С. 783–788.
- Гусаков В.А. Мейобентос озер Дарвинского государственного заповедника // Биол. внутр. вод. 2000. № 2. С. 94–105.
- Гусаков В.А. Мейобентос Рыбинского водохранилища. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 155 с.
- Гусев Е.С. Особенности структуры и функционирования фитопланктона стратифицированных озер карстового происхождения Центральной России (Владимирская область). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок. 24 с.
- Корнева Л.Г., Гусаков В.А., Гусев Е.С., Жгарева Н.Н., Крылов А.В., Павлов Д.Ф., Романенко А.В. Экологическая характеристика слабоминерализованных карстовых озер Центральной России (Владимирская область) // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2004. Вып. 3. С. 171–181.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Gagarin V.G., Gusakov V.A. Description of male and redescription of female of *Paramonochus arcticus* Mulvey, 1978 (Nematoda, Mononchida) // Int. J. Nemat. 2008. V. 18, № 1. P. 1–3.

ВАРИАЦИИ МОРФОЛОГИИ *PSEUDOCALANUS MINUTUS* В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт, 183010 Мурманск, ул. Владимирская, д. 17, vdvoretский@mmbi.info

В Баренцевом море в составе зоопланктона доминируют веслоногие ракообразные. *Calanus finmarchicus*, *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus* – наиболее массовые. Биологические особенности первых двух видов исследованы достаточно хорошо. Последний вид изучен хуже. В представленной работе проведен анализ основных морфометрических показателей *P. minutus*.

Пробы зоопланктона отобраны летом 2007 г. в Баренцевом море при помощи сети Джели. На каждой станции измеряли температуру и соленость водного слоя с использованием CTD-зонда SBE 19plus SEACAT. Разделение станций на группы проведено с использованием кластерного анализа, основанного на средних значениях температуры и солености воды в верхнем 100-метровом слое. Обработку проб

осуществляли в лабораторных условиях. Идентификацию проводили по морфологическим критериям и размерам яиц (у самок). Из каждой пробы отбирали 30–150 взрослых особей *P. minutus*. У каждой особи измеряли 1) общую длину тела (ДТ), 2) длину цефалоторакса (ДЦ) и 3) суммарную длину антеннул (ДА). Всего исследовано 1414 особей (338 самцов и 1076 самок). Связи абсолютных и относительных морфологических признаков и гидрологических факторов (средние величины в слое 100–0 м) анализировали при помощи корреляционного анализа.

Морфологические показатели *P. minutus* существенно варьировали в пределах Баренцева моря (табл. 1). Для обоих полов были отмечены тенденции повышения абсолютных показателей длины тела и цефалоторакса в направлении с юга на север. Наименьшая длина антеннул особей обоих полов отмечена в южной части акватории, наибольшая – в северной (табл. 1). Согласно данным корреляционного анализа практически все полученные значения морфологических показателей псевдокалянуса были отрицательно связаны как с температурой, так и соленостью воды. Подобная тенденция является общей для многих видов водных и наземных организмов, обитающих в градиенте факторов среды.

Таблица 1. Средние значения морфологических показателей *Pseudocalanus minutus* в разных районах Баренцева моря

Показатель	Район			
	Южный	Центральный	Восточный	Северный
	Ср±SD	Ср±SD	Ср±SD	Ср±SD
Самцы				
ДТ, мкм	1102±71	1045±32	1156±70	1257±26
ДЦ, мкм	812±35	797±26	857±70	946±27
ДА, мкм	1834±246	1734±57	1769±150	2401±53
Самки				
ДТ, мкм	1218±95	1252±81	1337±150	1618±181
ДЦ, мкм	909±57	938±77	964±88	1130±91
ДА, мкм	1868±170	1919±146	1920±188	2373±273

Таким образом, между популяциями рачков в пределах выделенных географических районов существуют морфологические различия. Отметим, что наиболее полно они выражены при сравнении северного и остальных районов. Таким образом, предварительно можно предполагать наличие в пределах исследованной акватории двух отграниченных друг от друга группировок рачков. На наш взгляд, морфологические вариации *P. minutus* в Баренцевом море являются отражением действия градиента гидрологических факторов, из которых наибольшее значение, по-видимому, имеет, температура воды.

Работа была поддержана грантом Президента Российской Федерации МК-4513.2009.4.

ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ СИМБИОТИЧЕСКИХ БОКОПЛАВОВ РОДА *ISCHYROCERUS* В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

А.Г. Дворецкий, В.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт, 183010, Мурманск, ул. Владимирская, д. 17, vdvoretskiy@mmbi.info

Исследование симбиотических ассоциаций позволяет изучать особенности биологии видов, которые в свободноживущем состоянии встречаются редко. В Баренцевом море одними из массовых симбионтов интродуцированного камчатского краба являются бокоплавы рода *Ischyrocerus*: *I. anguipes* и *I. commensalis*. Если по первому виду есть данные о протекании жизненных процессов, то второй вид исследован гораздо хуже. В данной работе мы сравнивали основные черты репродукции этих двух бокоплавов.

Материалом для работы послужили сборы ассоциированных организмов с поверхности тела камчатских крабов, выполненные в ходе береговых экспедиций в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море) летом 2004–2008 гг. Под экстенсивностью заселения понимали отношение количества хозяев, заселенных симбионтами к общему количеству исследованных хозяев; интенсивность заселения – количество особей симбионтов на каждом заселенном хозяине; средняя интенсивность – отношение общего количества симбионтов в пробах к количеству заселенных хозяев. Камеральная обработка амфипод включала: промер животного от переднего края головы до основания тельсона, взвешивание на торсионных весах, определение пола. У самок определяли стадию зрелости: 0 – без признаков развития овикулов, без яиц и марсупиальных пластин; 1 – рост марсупиальных пластин, без мерул; 2 – с икрой в марсупиуме; 3 – в марсупиуме молодь; 4 – марсупиальная сумка есть, молодь ее покинула.

Биологические характеристики амфипод обобщены в таблице 1.

Таблица 1. Биологические показатели бокоплавов *Ischyrocerus anguipes* и *I. commensalis*, собранных с камчатских крабов в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море) в летний период 2004–2008 гг.

Показатель	<i>Ischyrocerus anguipes</i>	<i>Ischyrocerus commensalis</i>
Экстенсивность заселения, %	15.3	30.6
Средняя интенсивность заселения, экз.	6.9	53.8
Вариации длины тела самок, мм	2.3–8.3	4.0–12.1
Массовая локализация	На карапаксе и конечностях	В жабрах и на ротовом аппарате
Средняя длина тела самок, мм	4.2	7.5
Соотношение полов	2:1	1.4:1
Доля самок с икрой, %	59.0	42.5
Вариации плодовитости, икр	4–80	12–73
Средняя плодовитость, икр	10.9	28.5
Размер 50% половозрелости самок, мм	3.4	6.5
Наиболее интенсивное размножение	В июле	В августе

Для обоих видов были установлены линейные зависимости индивидуальной плодовитости от длины тела самок. Средний диаметр икринок были ниже у *I. anguipes*. Для обоих видов характерна редкая встречаемость самок с молодью в марсупиуме (не более 3%). Важным отличием в биологии двух видов является то, что в летний период (август) в популяции *I. anguipes* присутствуют только рачки летнего поколения текущего года, тогда как особи *I. commensalis* представлены особями предыдущего и текущего годов.

Основные отличия в репродуктивной биологии двух симбиотических бокоплавов обусловлены разницей в их размерах. Также следует учитывать более тесные симбиотические связи *I. commensalis* с камчатским крабом по сравнению с *I. anguipes*, что связано, по всей видимости, отличиями в пищевых рационах бокоплавов.

АМФИПОДЫ ИЗ РАЙОНА НЕФТЕДОБЫЧИ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА (ОХОТСКОЕ МОРЕ)

Н.Л. Демченко

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, demnal82@gmail.com

Разноногие раки входят в пищевой рацион многих видов рыб, промысловых беспозвоночных и млекопитающих, в том числе серых китов. На отдельных участках шельфа амфиподы являются доминирующей по плотности поселения, а в некоторых случаях и по биомассе группой бентоса (Фадеев, 2003; Надточий и др., 2004; Мощенко и др., 2005). Видовому составу и количественному распределению амфипод на шельфе Восточного Сахалина отдельно посвящена лишь одна работа (Будникова, Безруков, 2003). Количественные характеристики и видовое разнообразие амфипод могут быть использованы для индикации состояния среды. В настоящее время усилился интерес к изучению биоты на шельфе северо-восточного Сахалина, вызванный интенсивным освоением нефтяных и газовых месторождений в этом районе (Лабай и др., 2008; Fadeeva, Maslennikov, 2009).

Целью данной работы является изучение состава и количественного распределения амфипод в районе нефтедобывающей платформы Моликпак (Пильтун-Астохское месторождение). Материалом послужили сборы амфипод, выполненные сотрудниками Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН на НИС «Профессор Гагаринский» в октябре 2004 г. в районе нефтедобывающей платформы Моликпак с глубины 23–33 м. Сборы были переданы для определения автору данного исследования. Пробы отбирали на четырех трансектах, расположенных перпендикулярно платформе. Станции находились на удалении 125, 250, 500, 1000 и 3000 м от платформы в направлении на север, юг, запад и восток. Количественные пробы отобраны дночерпателем Ван Вина с площадью захвата 0.2 м². На каждой станции брали 4 пробы. Всего было выполнено 25 станций. При промывке проб использовали нижнее сито с размером ячеек 0.5 мм. Амфипод фиксировали 4% формальдегидом, а затем переводили в 75% раствор спирта.

Таксономический состав. Идентификация материала позволила установить таксономический состав разноногих раков в районе нефтедобывающей платформы Моликпак. В районе исследования обнаружено 26 видов амфипод, относящихся к 16 родам и 9 семействам (табл. 1, 2). По числу видов наиболее представительными оказались следующие семейства: Oedicerotidae, Lysianassidae, Uristidae и Corophiidae. Лидирующее положение по числу видов занимает семейство Oedicerotidae, объединяющее 27% всех выявленных видов разноногих раков. Оно включает 5 родов и 7 видов. Роды *Bathymedon* и

Pacifoculodes содержат по 2 вида, остальные роды – по 1 виду. Семейство Lysianassidae занимает второе место по числу видов. Оно содержит 5 видов из 3 родов. Наиболее крупным является род *Orchomenella*, содержащий 3 вида. Остальные семейства менее разнообразно представлены (табл. 1).

Таблица 1. Таксономический состав амфипод из района исследования

Семейства	Число видов	Роды	Число видов
Anisogammaridae Bousfield, 1977	2	<i>Anisogammarus</i> Derzhavin, 1927 <i>Eogammarus</i> Birstein, 1933	1 1
Corophiidae Leach, 1814	3	<i>Protomedeia</i> Кгшyer, 1842	3
Haustoriidae Stebbing, 1906	2	<i>Eohaustorius</i> Barnard, 1957	2
Ischyroceridae Stebbing, 1899	1	<i>Ischyrocerus</i> Кгшyer, 1838	1
Lysianassidae Dana, 1849	5	<i>Orchomene</i> Boeck, 1871 <i>Orchomenella</i> Sars, 1890 <i>Psammonyx</i> Bousfield, 1973	1 3 1
Oedicerotidae Lilljeborg, 1865	7	<i>Acanthostephea</i> Boeck, 1871 <i>Bathymedon</i> Sars, 1895 <i>Pacifoculodes</i> Bousfield & Chevrier, 1996 <i>Synchelidium</i> Sars, 1895 <i>Westwoodilla</i> Bate, 1857	1 2 2 1 1
Phoxocephalidae Sars, 1891	2	<i>Grandifoxus</i> Barnard, 1979	2
Pleustidae Buchholz, 1874	1	<i>Pleusymtes</i> Barnard, 1969	1
Uristidae Hurley, 1963	3	<i>Anonyx</i> Кгшyer, 1838	3

Таблица 2. Частота встречаемости и биогеографическая характеристика амфипод из района нефтедобывающей платформы Моликпак

Таксон	Частота встречаемости, %	Биогеографический комплекс
<i>Acanthostephea behringiensis</i> (Lockington, 1877)	4	Б-А
<i>Anisogammarus pugettensis</i> (Dana, 1853)	48	Т.ШБ
<i>Anonyx lilljeborgi</i> Boeck, 1871	84	АБ
<i>Anonyx nugax</i> (Phipps, 1774)	88	Б-А
<i>Anonyx</i> sp.	8	—
<i>Bathymedon obtusifrons</i> (Hansen, 1883)	36	Б-А
<i>Bathymedon</i> sp.	52	—
<i>Eogammarus schmidtii</i> (Derzhavin, 1927)	24	Т.П.ВБ
<i>Eohaustorius</i> spp. (2 вида)	28	—
<i>Grandifoxus</i> spp. (2 вида)	32	—
<i>Ischyrocerus</i> sp.	44	—
<i>Orchomene gurjanovae</i> Budnikova, 1999	4	Т.П.ШБ
<i>Orchomenella japonica</i> Gurjanova, 1962	4	Т.П.ШБ
<i>Orchomenella minuta</i> (Кгшyer, 1846)	52	Б-АЦ
<i>Orchomenella pinguis</i> (Boeck, 1861)	12	Б-АЦ
<i>Pacifoculodes crassirostris</i> (Hansen, 1887)	24	АБ
<i>Pacifoculodes zernovi</i> (Gurjanova, 1936)	52	Т.П.ШБ
<i>Pleusymtes</i> sp.	64	—
<i>Protomedeia epimerata</i> Bulycheva, 1952	4	Т.П.ШБ
<i>Protomedeia fasciata</i> Кгшyer, 1842	52	Б-А
<i>Protomedeia</i> sp.	8	—
<i>Psammonyx kurilicus</i> (Gurjanova, 1962)	56	Т.П.ШБ
<i>Synchelidium gurjanovae</i> Kudrjaschov et Tzvetkova, 1975	4	Т.П.ШБ
<i>Westwoodilla</i> sp.	28	—

Биогеографический состав. Фауна амфипод в исследуемом районе представлена шестью биогеографическими комплексами видов: АБ – амфибореальный (13%); Б-А – бореально-арктический (25%); Б-АЦ – бореально-арктический циркумполярный в Арктике (13%); Т.П.ВБ – тихоокеанский приазиатский высокобореальный (6%); Т.П.ШБ – тихоокеанский приазиатский широкобореальный (37%); Т.ШБ – тихоокеанский широкобореальный (6%). Биогеографическая принадлежность каждого вида приведена в таблице 2.

Анализ биогеографического состава амфипод из исследуемого района позволил выделить три категории видов по отношению к температурному фактору:

1. бореально-арктические виды или умеренно-холодноводные (Б-А, Б-АЦ) с наиболее широкими экологическими возможностями;
2. широкобореальные виды или умеренноводные с широкими экологическими возможностями (АБ, Т.ШБ, Т.П.ШБ);

3. высокобореальные виды или умеренноводные с узкими экологическими возможностями (Т.П.ВБ).

Таким образом, фауна амфипод в исследуемом районе состоит из умеренноводных и умеренно-холодноводных видов. Важную роль в фауне амфипод играют тихоокеанские виды, на долю которых приходится 50% от общего числа видов, участвующих в биогеографическом анализе. Большинство обнаруженных тихоокеанских видов распространено только у азиатского побережья (44%).

Количественное обилие. Изучено распределение средней биомассы разноногих раков в районе платформы Моликпак. Скопления амфипод обнаружены на расстоянии 125 м от платформы на северной и восточной трансектах. Средняя биомасса амфипод в октябре 2004 г. составляла 23.90 ± 4.94 г/м². По биомассе доминировали четыре вида: *Anonyx nugax* (45% от общей биомассы амфипод), *Anisogammarus pugettensis* (32%), *Anonyx lilljeborgi* (9%) и *Eogammarus schmidti* (4%). Максимальная биомасса разноногих раков отмечена на гравийном грунте (49.49 ± 9.68 г/м²), а минимальная – на песчаном (7.71 ± 1.25 г/м²). Показано, что количественное распределение отдельных видов на разных грунтах различно. *Psammonyx kurilicus*, *Eogammarus schmidti* и виды родов *Eohaustorius* и *Grandifoxus* предпочитают песчаный хорошо сортированный тип грунта. Виды *Protomedeia fasciata*, *Pleusymtes* sp., *Ischyrocerus* sp. являются характерными для гравийного грунта. Доля видов амфипод, несвязанных с типом грунта, составляет 50%. Среди них три вида, которые доминируют или субдоминируют на всех грунтах – это *Anisogammarus pugettensis*, *Anonyx nugax* и *Anonyx lilljeborgi*.

Встречаемость. В анализируемой фауне амфипод по частоте встречаемости выделяются три группы видов: постоянные (> 50%), обычные (25–50%) и редкие (< 25%).

В районе нефтяной платформы Моликпак к постоянным относятся восемь видов амфипод (*Anonyx nugax*, *Anonyx lilljeborgi*, *Pleusymtes* sp., *Psammonyx kurilicus*, *Protomedeia fasciata*, *Pacifocolodes zernovi*, *Orchomenella minuta* и *Bathymedon* sp.). Обычных видов также восемь (*Anisogammarus pugettensis*, *Bathymedon obtusifrons*, *Eohaustorius* spp. (2 вида), *Grandifoxus* spp. (2 вида), *Ischyrocerus* sp., *Westwoodilla* sp.), а редких – десять (*Acanthostephea behringiensis*, *Anonyx* sp., *Eogammarus schmidti*, *Orchomene gurjanovae*, *Orchomenella japonica*, *Orchomenella pinguis*, *Pacifocolodes crassirostris*, *Protomedeia epimerata*, *Protomedeia* sp., *Synchelidium gurjanovae*).

Список литературы

- Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Состав и распределение амфипод (Amphipoda: Gammaridea, Caprellidea) на шельфе и верхней части склона Восточного Сахалина // Известия ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 197–220.
- Лабай В.С., Мотылькова И.В., Коновалова Н.В., Немчинова И.А., Мухаметова О.Н., Жуковский С.Б., Саматов А.Д. Краткая гидробиологическая характеристика прибрежных мелководий Охотского моря у северо-восточного Сахалина // Труды СахНИРО. 2008. Т.10. С. 3–34.
- Мощенко А.В., Коновалова Т.В., Белан Т.А., Христофорова Н.К. Изменение биотопических условий и вариации распределения бентоса вблизи платформы Моликпак (шельф северо-восточного Сахалина) // Известия ТИНРО. 2005. Т. 142. С. 223–245.
- Надточий В.А., Будникова Л.Л., Кобликов В.Н., Безруков Р.Г. Современные данные о составе и количественном распределении макробентоса охотоморского шельфа о. Сахалин // Известия ТИНРО. 2004. Т. 139. С. 317–339.
- Фадеев В.И. Исследования бентоса и кормовой базы в районах летнего нагула корейско-охотской популяции серого кита (*Eschrichtius robustus*) в 2001–2003 гг. // Реакция морской биоты на изменения природной среды и климата: Материалы комплексного регионального проекта ДВО РАН по программе Президиума РАН. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 213–232.
- Fadeeva N.P., Maslennikov S.I. The abundance and distribution of free-living marine nematodes of the Piltun-Astokhskoye oil and gas field (North-East Sakhalin) // Russian Journal of Nematology. 2009. Vol. 17, № 1. P. 31–42.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗООПЛАНКТОНА УСТЬЯ КУРЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Джалилов Анвар Гойджа оглы

Институт Зоологии Национальный Академии Наук Азербайджана,
Азербайджанская Республика, AZ1073, Баку, квартал 504, проезд 1128, anvar.jalilov@mail.ru

Каспийское море является уникальным замкнутым водоемом с разнообразной и эндемичной фауной и флорой. Каспийское море образовалось на месте древнего океана Тетис, который когда-то простирался от нынешнего Средиземного моря до берегов Индонезии. В кайнозойскую эру в пределах его границ произошло альпийское горообразование. Из-за поднятия земной коры Тетис распался, и на его месте образовался ряд изолированных водоемов, в том числе и Каспийское море. Изоляция Каспийского моря от мирового океана является его главной особенностью. Северный Каспий охватывает около 25% общей площади Каспийского моря, в то время как Средний и Южный Каспий по размеру примерно одинаковые – по 37% каждый. Однако глубины воды и, соответственно, объемы воды, содержащиеся в этих трех частях, сильно различаются. Во всем Каспии содержится приблизительно 79000 км³ воды, при этом Се-

верный, Средний и Южный Каспий содержат соответственно 0.5%, 33.9% и 65.6% общего объема моря. Соответствующие средние глубины воды распределяются следующим образом: 4, 181 и 350 м. Средняя соленость Каспийского моря составляет приблизительно 12.9‰. В открытом море в Среднем и Южном Каспии сезонные и пространственные различия в солености составляют менее чем 1% и находятся в пределах от 12.5 до 13.4‰. Вблизи устьев рек на западном побережье соленость понижается до 12‰.

Охрана биоресурсов Каспийского моря в настоящее время является наиболее актуальной проблемой. Оценка воздействия морской нефтедобычи на биологические ресурсы требует анализа негативного влияния нефтегазовой индустрии на экосистемы Каспийского моря. Известно что, нефтяные промыслы, нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы сосредоточены в основном у Азербайджанского побережья Каспия, поэтому здесь в некоторых местах уничтожены биологические сообщества планктона и бентоса, что в свою очередь привело к потере рыбохозяйственного значения загрязненных районов Каспия (Касымов, Аскеров, 2001).

В морских экосистемах существуют специфические зоны, отличающиеся разнообразием факторов формирования качества водной среды: открытые океанические (поверхностные и глубинные), литоральные, прибрежные отмели, эстуарии и лиманы. Принято считать, что эстуарии рек выполняют своеобразную функцию биологических фильтров в системе река – море. В зоне смешения морской и пресной воды происходят масштабные процессы перемещения водных масс, миграция и седиментация взвешенных веществ, природного и антропогенного происхождения (Лицицин, 1994).

Антропогенное воздействие способствует нарушению физических и химических параметров морской среды и формированию высоких, не свойственных природе концентраций, многих веществ в локальных участках прибрежных морских районов. В результате антропогенного загрязнения в морские воды поступают токсичные вещества (углеводороды, соединения тяжелых металлов и др.) фенолы и детергенты, радионуклиды, органическое вещество (Галышева, 2007).

Пробы зоопланктона собраны в 2006 г. во время летнего рейса НИС «Алиф Гаджиев». Съёмка проводилась на глубинах 10, 25, 50, 75 и 100 м разрезов – Северо-восточная часть – Устье Куры и Южно-восточная часть – Устье Куры. Пробы собирали и обрабатывали по общепринятой в гидробиологии методике (Яшнов, 1939; Богоров, 1957). Основная цель заключается в оценке состояния биологических сообществ, присутствующих в зонах, где ведутся промысловые операции. Двумя важными аспектами этого является структура сообщества и биомасса. Оценка структуры сообщества производится на основании определения количества и типов присутствующих видов, а также количества особей каждого присутствующего вида. Оценка биомассы производится посредством измерения общего веса особей каждого вида или группы видов. Изменения в структуре сообществ разнообразие иногда могут предоставить полезные данные по экологическим тенденциям и воздействием загрязнения.

На разрезах Северо-восточная часть – Устье Куры и Южно-восточная часть – Устье Куры отмечается сложное фронтальное взаимодействие различных водных масс. Особенности циркуляции вод этого района определяется режимом стока р. Куры. В зону Северо-восточная часть – Устье Куры проникают воды реки, хотя резких фронтальных разделов вод здесь не прослеживается. Причем, из-за сложной гидрологической структуры района смешение форм заметно не только у поверхности, но и промежуточных, и в глубинных водах. Этот гидрологическая картина характерна и для следующего разреза, Южно-восточная часть – Устье Куры.

На разрезе Северо-восточная часть – Устье Куры суммарная численность *Mnemiopsis leidy* изменялась в пределах 495–3950 экз./м³. Максимального развития популяция достигала на станциях 1 и 2, а минимального на ст. 5 (табл. 1). Основную долю в популяции составляли особи размером 5–20 мм. При дальнейшем продвижении на юг на разрезе Южно-восточная часть – Устье Куры наблюдалось значительное возрастание численности и кардинальное изменение размерной структуры популяции *M. leidy*. В планктоне появляются взрослые гребневики размером до 45 мм. Несмотря на это, ведущую роль в общей численности здесь продолжала играть молодёжь, концентрация которой на ст. 1 достигала 1500 экз./м³. Летом 2006 г. в Южном Каспии обнаружена более развитая и активно размножающаяся популяция гребневика *M. leidy* (Джалилов, 2007).

Наблюденная здесь гидрологическая картина усиливает роль Rotifera. На ст. 1 разреза отмечены *Keratella cochlearis*, *Trichocerca caspica caspica*, *Asplanchna priodonta priodonta*. Последняя из них продолжает присутствовать и на станциях 2 и 3 (табл. 1). Средняя биомасса Cladocera составила 3.51 мг/м³, а средняя численность 143 экз./м³. На станциях 1 и 2 отмечены эврибатные виды – *Polyphemus exiguus* и *Pleopis polyphemoides*, а также мелководные – *Evadne anonyx typica*, *Podonevadne trigona typica*. На глубоководных станциях разреза вместе с эврибатными видами продолжают присутствовать и *Ev. anonyx typica*. Это явление объясняется сложной гидрологической структурой разреза.

В таблице 1 также представлены значения суммарной плотности Copepoda на разрезе Северо-восточная часть – Устье Куры. Доминирующим видом в зоопланктоне всего разреза является *Acartia*

clausi. Максимальная биомасса *A. clausi* отмечена на ст. 1. С увеличением глубины его количество постепенно уменьшается до крайне малых величин (0.52 мг/м³ на ст. 5). Максимальная численность и биомасса науплии Соперода наблюдается на ст. 1 разреза. Таким образом, численность и биомасса отряда Соперода закономерно уменьшается, начиная со ст. 1 разреза.

Таблица 1. Распределение зоопланктона на разрезе Северо-восточная часть – Устье Куры Азербайджанского сектора Каспийского моря летом 2006 г. (экз./м³ / мг/ м³)

Таксон	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Среднее
Rotifera						
<i>Keratella cochlearis</i>	<u>100</u> 0.10					<u>20</u> 0.02
<i>Trichocerca caspica caspica</i>	<u>100</u> 0.10					<u>20</u> 0.02
<i>Asplanchna priodonta priodonta</i>	<u>300</u> 0.30	<u>40</u> 0.04	<u>20</u> 0.02			<u>72</u> 0.07
Всего	<u>500</u> 0.50	<u>40</u> 0.04	<u>20</u> 0.02			<u>112</u> 0.11
Cladocera						
<i>Polyphemus exiguus</i>	<u>100</u> 0.70		<u>20</u> 0.14	<u>13</u> 0.09		<u>27</u> 0.19
<i>Cercopagis anonyx</i>				<u>7</u> 1.05		<u>1</u> 0.21
<i>C. micronyx</i>					<u>3</u> 0.45	<u>1</u> 0.09
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	<u>150</u> 4.50	<u>40</u> 1.20	<u>40</u> 1.20	<u>54</u> 1.62	<u>5</u> 0.15	<u>58</u> 1.73
<i>Evadne anonyx typica</i>		<u>40</u> 0.80	<u>10</u> 0.20	<u>74</u> 2.76	<u>8</u> 0.60	<u>26</u> 0.87
<i>Podonevadne trigona typical</i>	<u>150</u> 2.10					<u>30</u> 0.42
Всего	<u>400</u> 7.30	<u>80</u> 2.00	<u>70</u> 1.54	<u>148</u> 5.52	<u>16</u> 1.20	<u>143</u> 3.51
Copepoda						
<i>Acartia clause</i>	<u>850</u> 55.25	<u>240</u> 15.60	<u>90</u> 5.85	<u>87</u> 5.66	<u>8</u> 0.52	<u>255</u> 16.58
Nauplii Copepoda	<u>550</u> 3.85	<u>20</u> 0.14	<u>10</u> 0.07	<u>20</u> 0.14		<u>120</u> 0.84
Всего	<u>1400</u> 59,10	<u>260</u> 15.74	<u>100</u> 5.92	<u>107</u> 5.80	<u>8</u> 0.52	<u>375</u> 17.42
Прочие						
Stenophora						
Личинки <i>Mnemiopsis</i>	<u>150</u> —	<u>40</u> —	<u>50</u> —	<u>40</u> —	<u>15</u> —	<u>59</u> —
Личинки <i>Annelida</i>		<u>40</u> —				<u>8</u> —
Cirripedia						
Личинки <i>Balanus</i>	<u>150</u> 1.50	<u>200</u> 2.00	<u>80</u> 0.80	<u>47</u> 0.47	<u>8</u> 0.08	<u>97</u> 0.97
Ostracoda						
<i>Cyprideis litoralis</i>				<u>20</u> —	<u>3</u> —	<u>5</u> —
Isopoda						
<i>Jaera sarsi caspica</i>				<u>13</u> —		<u>3</u> —
Всего	<u>300</u> 1.50	<u>280</u> 2.00	<u>130</u> 0.80	<u>120</u> 0.47	<u>26</u> 0.08	<u>171</u> 0.97
Общая	<u>2600</u> 68.04	<u>660</u> 19.78	<u>320</u> 8.28	<u>375</u> 11.79	<u>50</u> 1.80	<u>801</u> 22.01

Из прочих компонентов мезопланктона преобладают личинки *Balanus* и *Mnemiopsis*. Они присутствуют на всех станциях разреза. Здесь же отмечены *Jaera sarsi caspica* из отр. Isopoda. Личинки *Annelida*

присутствуют только на ст. 2. Надо отметить, что все выявленные закономерности распределения зоопланктона носят статический характер и проявляются только на больших выборках.

В разрезе Юго-восточная часть – Устье Куры гидрологическая картина схожа с разрезом Северовосточная часть – Устье Куры. Поэтому здесь наблюдается увеличение численности и биомассы коловраток. Среди них доминируют *Keratella cochlearis* (1800 экз./м³; 1.80 мг/м³). Этот вид находился только на ст. 1 разреза. Здесь также отмечена высокая численность и биомасса *Asplanchna priodonta priodonta* (500 экз./м³, 0.50 мг/м³ соответственно) (табл. 2). На глубоководных станциях биомасса *A. priodonta* постепенно уменьшалась, и на ст. 5 она совсем исчезла. Эндемик Каспия *Trichocerca caspica caspica* отмечена только на ст. 4.

Группа Cladocera образовывала максимальную биомассу и численность на ст. 1 разреза. Здесь также огромную роль играли виды рода *Cercopagis*: наблюдалась вспышка численности и биомассы *Cercopagis anonyx* и *C. prolongata*, хотя они обычно населяют глубоководные части моря. Это явление или произошло случайно или тут действительно есть некая закономерность, связанная со сложной гидрологической картиной разреза. *Evadne anonyx typica*, *Ev. anonyx producta*, *Podonevadne trigona typica*, *P. trigona pusilla* населяют мелководные станции, а *Pleopis polyphemoides* отмечен на всех станциях разреза.

Группа Copepoda представлена одним видом – *Acartia clausi*. Основная часть популяции была сосредоточена на станциях 1 и 2 разреза. На ст. 4 его количество снижалось до минимума, но на ст. 5 количество вновь возрастает. Биомасса науплиі Copepoda изменяется в пределах 0.17–6.75 мг/м³, а численность 34–1350 экз./м³.

Таблица 2. Распределение зоопланктона на разрезе Юго-восточной часть Устье Куры Азербайджанского сектора Каспийского моря летом 2006 г. (экз./м³ / мг/м³)

Таксоны	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Среднее
Rotifera						
<i>Keratella cochlearis</i>	<u>1800</u> 1.80		<u>10</u> 0.01	<u>7</u> 0.01		<u>363</u> 0.36
<i>Trichocerca caspica caspica</i>				<u>14</u> 0.01		<u>3</u> 0.01
<i>Asplanchna priodonta priodonta</i>	<u>500</u> 0.50	<u>60</u> 0.06	<u>20</u> 0.02	<u>27</u> 0.03		<u>121</u> 0.12
Всего	<u>2300</u> 2.30	<u>60</u> 0.06	<u>30</u> 0.03	<u>48</u> 0.05		<u>487</u> 0.49
Cladocera						
<i>Polyphemus exiguus</i>		<u>60</u> 0.42	<u>10</u> 0.07	<u>14</u> 0.10	<u>10</u> 0.07	<u>19</u> 0.13
<i>Cercopagis anonyx</i>	<u>50</u> 12.50					<u>10</u> 2.50
<i>C. prolongata</i>	<u>100</u> 25.00					<u>20</u> 5.00
<i>Pleopis polyphemoides</i>	<u>100</u> 3.00	<u>40</u> 1.20	<u>50</u> 1.50	<u>7</u> 0.21	<u>25</u> 0.75	<u>44</u> 1.33
<i>Evadne anonyx typica</i>		<u>20</u> 0.40				<u>4</u> 0.08
<i>Ev. anonyx producta</i>		<u>20</u> 0.40				<u>4</u> 0.08
<i>Podonevadne trigona typical</i>			<u>20</u> 0.28			<u>4</u> 0.06
<i>P. trigona pusilla</i>	<u>50</u> 0.70					<u>10</u> 0.14
Всего	<u>300</u> 41.20	<u>140</u> 2.42	<u>80</u> 1.85	<u>21</u> 0.31	<u>35</u> 0.82	<u>115</u> 9.32
Copepoda						
<i>Acartia clausi</i>	<u>1350</u> 87.75	<u>520</u> 34.84	<u>360</u> 24.12	<u>134</u> 8.98	<u>445</u> 29.82	<u>562</u> 37.10
Nauplii Copepoda	<u>1350</u> 6.75	<u>160</u> 0.80	<u>130</u> 0.65	<u>34</u> 0.17	<u>135</u> 0.66	<u>362</u> 1.81
Всего	<u>2700</u> 94.50	<u>680</u> 35.64	<u>490</u> 24.77	<u>168</u> 9.15	<u>580</u> 30.48	<u>924</u> 38.91
Прочие						
Stenophora						
Личинки <i>Mnemiopsis</i>			<u>60</u> —	<u>121</u> —	<u>205</u> —	<u>77</u> —

Таксоны	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Среднее
Личинки <i>Annelida</i>		<u>40</u> —	<u>80</u> —		<u>10</u> —	<u>26</u> —
Cirripedia						
Личинки <i>Balanus</i>	<u>50</u> 0.50		<u>50</u> 0.50			<u>20</u> 0.20
Ostracoda						
<i>Cyprideis litoralis</i>			<u>10</u> —			<u>2</u> —
Isopoda						
<i>Jaera sarsi caspica</i>			<u>20</u> —			<u>4</u> —
Личинки Mollusca		<u>60</u> 0.30		<u>7</u> 0.04		<u>13</u> 0.07
Всего	<u>50</u> 0.50	<u>100</u> 0.30	<u>220</u> 0.50	<u>128</u> 0.04	<u>215</u> —	<u>143</u> 0.27
Общая	<u>5350</u> 138.5	<u>980</u> 38.42	<u>820</u> 27.08	<u>365</u> 9.55	<u>830</u> 31.30	<u>1169</u> 48.99

Средняя численность прочих организмов в планктоне составляет 143 экз./м³. Их распределение по станциям не постоянно, носит произвольный характер. Личинки *Mnemiopsis* отмечены на станциях 4 и 5, а личинки *Annelida* – на станциях 2, 3 и 5. Личинки *Balanus* встречаются на станциях 1 и 3, а личинки Mollusca – на станциях 2 и 4 разреза. Из прочих организмов на ст. 4 в небольшом количестве отмечались *Cyprideis litoralis* и *Jaera sarsi caspica*.

Общая численность зоопланктона на разрезе Юго-восточная часть – Устье Куры изменяется в пределах 365–5350 экз./м³, биомасса – 9.55–138.5 мг/м³. Максимум численности и биомассы находится на мелководной ст. 1, с увеличением глубины количество зоопланктона постепенно уменьшается, но на глубоководной ст. 5 оно значительно возрастает. Это связано со сложной гидрологической картиной разреза. Средняя численность зоопланктона на разрезе Юго-Восточная часть – Устье Куры составляет 1160 экз./м³, средняя биомасса – 48.99 мг/м³, что примерно вдвое больше, чем на разрезе Северо-восточная часть – Устье Куры.

В зоопланктоне Устье Куры Каспийского моря доминирующую роль играют виды-вселенцы, а распространенность местных видов гораздо более низкая. Существуют очевидные признаки прошлого загрязнения береговой и прибрежной зон промышленными производствами и, более того, концентрации углеводородов в этом районе Каспийского моря не уменьшается. Доминантные виды-вселенцы, как правило, большего размера, чем местные виды и, возможно, что неместные для Каспийского моря виды толерантны к антропогенному загрязнению.

Список литературы

- Богоров В.Г. Стандартизации морских планктонных исследований // Тр. Ин-та Океанологии АН СССР, 1957. 24. С. 200–207.
- Гальшева Ю.А. Биологические изменения в прибрежных морских районах с развитой инфраструктурой в результате органического загрязнения // Межд. Научно-практическая конф. «Морская экология 2007» (МОРЭК – 2007). 2–5 октября 2007 г, Владивосток, Россия. Т. I. С. 9–13.
- Джалилов А.Г. Численность и размерный состав популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* Азербайджанского сектора Каспийского моря // Межд. Научно-практическая конф. «Морская экология 2007» (МОРЭК – 2007). 2–5 октября 2007 г, Владивосток, Россия. Т. I. С. 186–190.
- Касымов А.Г., Аскеров Ф.С. Биоразнообразие: Нефть и биологические ресурсы Каспийского моря // Баку: Изд-во «Print Studio», 2001. 326 с.
- Лицицин А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 34, № 5. С. 735–747.
- Яшнов В.А. Инструкция по сбору и обработке планктона Ленинград, 1939. 41 с.

К ИЗУЧЕНИЮ ВОДНЫХ АДЕРФАГА (COLEOPTERA) ОЗЕРНО-РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЭНГОЗЕРА (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)

В.Г. Дядичко

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
65125, Украина, г. Одесса, ул. Пушкинская 37, wasilij_d@mail.ru

Введение. В российской Карелии водные жуки подотряда Aderphaga имеют долгую историю изучения, начало которой было положено в конце XIX-го – начале XX-го века работами А.К. Гюнтера (Gunter, 1896), Дж. Сальберга (Sahlberg, 1866, 1881, 1894), Б. Поппиуса (Poppius, 1899, 1905) и Г.Г. Якобсона

(1905–1915). В XX-м веке исследования этой группы жуков были продолжены Х. Линдбергом (Lindberg, 1928), Ф.А. Зайцевым (1953) и С.В. Гердом (1946, 1965), а на современном этапе – П.Н. Петровым (2006). В обобщенном виде сведения о видовом составе водных Aderphaga российской Карелии и Кольского п-ова (без уточнения данных о распространении видов в пределах этих регионов) приведены в монографии А.Н. Нильссона и М. Хольмена (Nilsson, Holmen, 1995) и в каталоге Х. Сильфверберга (Silfverberg, 2004). Анализ этих литературных источников показал, что видовой состав водных Aderphaga Карелии в целом изучен довольно полно, зарегистрировано около 160 видов. В тоже время, вопрос о распространении и экологии видов водных Aderphaga на территории республики, в особенности, ее северной части, по-прежнему остается открытым, многие водные системы слабо или совсем не изучены в этом отношении. Настоящая работа вносит некоторый вклад в решение этого вопроса, поскольку посвящена оз. Энгозеро и ассоциированным с ним водным объектам, в которых исследования водных Aderphaga ранее не проводились.

Материал и методы исследований. Материал для настоящей работы собран автором во время экспедиционных выездов в августе 2008 и 2009 гг. Кроме того, при подготовке работы использованы любезно предоставленные М.А. Грандовой материалы, собранные ей на р. Калга в августе 2009 г. Сборами была охвачена озерно-речная система Пуломы от оз. Кулежда до впадения в Энгозеро, само Энгозеро и вытекающие из него реки – Калга (от истоков до устья) и Воньга (от истоков до железнодорожного моста близ дер. Воньга. Кроме рек и озер были изучены впадающие в них родники и расположенные на берегах болота и малые стоячие водоемы.

Материал собран методом кошения гидробиологическим сачком Бальфура-Брауна со стороной 30 см и при помощи безприманочных ловушек типа верши. Всего собрано около 1000 экз. имаго и личинок водных Aderphaga. Материал хранится в коллекции автора.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проделанной работы в перечисленных выше водных объектах зарегистрирован 41 вид водных Aderphaga, принадлежащих к трем семействам: Haliplidae – 1 вид, Dytiscidae – 37, Gyridae – 3 вида (табл. 1).

Как видно из таблицы, в исследованных озерах зарегистрировано 24 вида водных Aderphaga. В составе прибрежной зоны изученных озер можно выделить несколько типов местообитаний водных жуков, которые различаются по абиотическим и биотическим параметрам среды и вследствие этого населены разными видами водных Aderphaga. Первый тип местообитаний – открытое прибойное побережье без растительности. Дно каменистое, каменисто-песчаное или песчаное, макрофиты отсутствуют. Из-за активного перемешивания при волнении вода здесь плохо прогревается. Для таких участков характерен бедный видовой состав водных Aderphaga, всего 6 видов: *H. quinquelineatus*, *O. alpinus*, *N. depressus*, *P. maculatus*, *A. arcticus*, *G. aeratus*. Первые 5 видов встречались только в узкоприбрежной зоне, на глубинах до 0.5 м, а плейстонный вид *G. aeratus* часто встречался и на удалении от берега, над глубинами до нескольких метров и образовывал скопления из многих десятков и сотен особей. Следующий тип местообитаний в озерах – заливы без растительности или с очень редкой растительностью (0–1 степень зарастания по С.К. Рындевичу (2004)). Вследствие своей защищенности от действия волн, вода здесь прогревается намного лучше, а на дне появляются отдельные участки слегка заиленного песка. Видовой состав водных Aderphaga становится значительно богаче – по сравнению с предыдущим типом местообитаний – 11 видов, к 6 вышеперечисленным добавляются *H. inaequalis*, *H. versicolor*, *G. minutus* и *G. marinus*. Еще один тип местообитаний водных жуков в исследованных озерах – хорошо защищенные от прибою заливы с обильной растительностью (2–4 зарастания по С.К. Рындевичу (2004)). Вода здесь прогревается лучше всего, дно, как правило, покрыто слоем детрита, берега часто заболочены. Показательно, что в подобных заливах не встречались *H. novemlineatus* и *O. alpinus* – виды, предпочитающие холодноводные, обычно проточные, олиготрофные водные объекты или их участки (Nilsson, Holmen, 1995). Всего в заливах этого типа отмечено 22 вида водных Aderphaga, в том числе *H. fulvus*, *H. erythrocephalus*, *H. palustris*, *H. striola*, *H. incognitus*, *H. tristis*, *H. umbrosus*, *H. rufifrons*, *P. lineatus*, *N. assimilis*, *A. congener*, *I. guttiger* и *I. aenescens*, которые не встречались у открытого прибойного побережья и в слабозаросших заливах.

Только в озерах отмечены *H. novemlineatus* и *O. alpinus*. Оба вида встречались у открытых берегов Энгозера и в небольших мелководных заливах без растительности, на песчаном или каменисто-песчаном грунте. А.Н. Нильссон и М. Хольмен (Nilsson, Holmen, 1995) отмечают, что крупные олиготрофные озера и реки относятся к типичным биотопам этих видов в Фенноскандии.

В протоках между озерами отмечен наиболее богатый видовой состав водных Aderphaga – 29 видов. Вероятно, это связано с высоким разнообразием биотопов в водных объектах этого типа: различные участки проток сильно отличались между собой по глубине, характеру грунта и растительности, температуре, скорости течения и другим параметрам среды, в результате чего виды с самыми разными экологическими требованиями могут найти здесь подходящие условия. Только в протоках отмечены *R. notaticollis*

и *C. striatus*. Первый вид редок в европейской части ареала, в том числе и в Фенноскандии (Nilsson, Holmen, 1995), в связи с чем его нахождение представляет определенный самостоятельный интерес.

Таблица 1. Видовой состав и биотопическое распределение водных Aderphaga озерно-речной системы Энгозера

Таксоны		Водные объекты						
		Оз	Прот	Рус	ПСВ	Бол	Род	ЛМВ
HALIPLIDAE								
1	<i>Haliphus fulvus</i> (Fabricius, 1801)	+	+			+		
DYTISCIDAE								
2	<i>Hygrotus inaequalis</i> (Fabricius, 1777)	+	+					
3	<i>Hygrotus quinquelineatus</i> (Zetterstedt, 1828)	+	+	+		+		
4	<i>Hygrotus versicolor</i> (Schaller, 1783)	+	+			+		
5	<i>Hygrotus novemlineatus</i> (Stephens, 1829)	+						
6	<i>Hydroporus erythrocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+			+	+	+
7	<i>Hydroporus palustris</i> (Linnaeus, 1761)	+	+		+	+	+	+
8	<i>Hydroporus striola</i> (Gyllenhal, 1826)	+	+	+	+	+	+	+
9	<i>Hydroporus incognitus</i> Sharp, 1869	+	+			+	+	+
10	<i>Hydroporus tristis</i> (Paykull, 1798)	+				+	+	+
11	<i>Hydroporus umbrosus</i> (Gyllenhal, 1808)	+	+			+	+	+
12	<i>Hydroporus neglectus</i> Schaum, 1845							+
13	<i>Hydroporus obscurus</i> Sturm, 1835					+		+
14	<i>Hydroporus rufifrons</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+		+	+		
15	<i>Hydroporus melanarius</i> Sturm, 1835					+	+	+
16	<i>Hydroporus geniculatus</i> Thomson, 1856					+	+	+
17	<i>Porhydrus lineatus</i> (Fabricius, 1775)	+	+	+		+		
18	<i>Oreodytes alpinus</i> (Paykull, 1798)	+						
19	<i>Nebrioporus assimilis</i> (Paykull, 1798)	+				+		
20	<i>Nebrioporus depressus</i> (Fabricius, 1775)	+	+	+				
21	<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+		+	
22	<i>Agabus sturmii</i> (Gyllenhal, 1808)		+		+	+	+	+
23	<i>Agabus arcticus</i> (Paykull, 1798)	+	+		+	+	+	
24	<i>Agabus serricornis</i> (Paykull, 1799)				+			
25	<i>Agabus lapponicus</i> (Thomson, 1867)		+		+	+		+
26	<i>Agabus congener</i> (Thunberg, 1794)	+	+		+	+		+
27	<i>Agabus clypealis</i> (Thomson, 1867)				+			
28	<i>Agabus confinis</i> (Gyllenhal, 1808)		+			+		
29	<i>Agabus affinis</i> (Paykull, 1798)							+
30	<i>Ilybius fenestratus</i> (Fabricius, 1781)		+	+				
31	<i>Ilybius fuliginosus</i> (Fabricius, 1792)		+			+		
32	<i>Ilybius guttiger</i> (Gyllenhal, 1808)	+	+		+	+		+
33	<i>Ilybius quadriguttatus</i> (Lacordaire, 1835)		+			+		
34	<i>Ilybius aenescens</i> Thomson, 1870	+	+	+	+	+	+	+
35	<i>Ilybius erichsoni</i> (Gemminger et Harold, 1868)					+		+
36	<i>Rhantus notaticollis</i> (Aubé, 1837)		+					
37	<i>Rhantus suturellus</i> (Harris, 1828)		+	+		+		
38	<i>Colymbetes striatus</i> (Linnaeus, 1758)		+					
GYRINIDAE								
39	<i>Gyrinus minutus</i> Fabricius 1798	+	+					
40	<i>Gyrinus marinus</i> Gyllenhal, 1808	+	+	+				
41	<i>Gyrinus aeratus</i> Stephens, 1835	+	+	+		+		
Всего видов		24	29	10	12	27	12	17

Примечание. Обозначения водных объектов: Оз – озера, Прот – протоки между озерами, Рус – русловые биотопы рек, ПСВ – прирусловые стоячие водоемы, Бол – болота, Род – родники, ЛМВ – лесные малые водоемы.

В русловых биотопах рек Калга и Воньга отмечено 10 видов водных Aderphaga. Вероятно, эти биотопы в действительности населены значительно богаче, однако в период сбора материала многие виды проходили наземную стадию жизненного цикла (куколку) и поэтому отсутствовали в пробах. Последнее подтверждается тем, что большинство собранных видов были представлены недавно вышедшими из куколок особями с мягкими недоокрашенными покровами. Аналогичная ситуация наблюдалась и в других биотопах, но в связи с более низкой (по сравнению с прибрежной зоной озер и проток) температурой воды в реках, развитие личинок водных Aderphaga идет здесь медленнее, поэтому на момент проведения исследований молодые имаго многих видов, вероятно, еще не успели покинуть почву, как это имело место в более прогреваемых местообитаниях.

В прирусловых стоячих водоемах отмечено 12 видов водных Aderphaga. Только здесь зарегистрированы *A. serricornis* и *A. clypealis*. Обе находки заслуживают внимания, поскольку первый вид, по данным П.Н. Петрова (2006) более характерен для зоны тундры, чем тайги, к тому же был собран в нетипичном для него биотопе – затемненном стоячем водоеме без растительности с глинисто-каменисто-песчаным

дном и отвесными берегами, хотя по данным А.Н. Нильссона и М. Хольмена (Nilsson, Holmen, 1995) он предпочитает открытые водоемы с богатой растительностью. *A. clypealis* – редкий и малоизученный вид, каждая находка которого представляет самостоятельную ценность. А.Н. Нильссон и М. Хольмен (Nilsson, Holmen, 1995) отмечают, что в Фенноскандии этот вид населяет открытое, сезонно-затопляемое побережье болот, небольших ручьев и родников. П.Н. Петров (2006) приводит его для наскальных водоемов Белого моря. Наша находка сделана в том же водоеме, где был найден *A. serricornis* и, т.о., дополняет сведения по экологии *A. clypealis* в Карелии.

В исследованных болотах зарегистрировано 27 видов водных Aderphaga. Среди изученных болот четко выделяются 2 типа – верховые сфагновые и прибрежные с преобладанием осок и пушицы и большим или меньшим количеством сфагнома и других мхов. В болотах первого типа отмечено 10 видов водных Aderphaga: *H. erythrocephalus*, *H. palustris*, *H. striola*, *H. incognitus*, *H. tristis*, *H. umbrosus*, *H. obscurus*, *I. guttiger*, *I. aenescens*, *G. aeratus*. Практически все эти виды, за исключением последнего, принадлежат к числу специализированных обитателей болот или высокопластичных лимнофильных видов. *G. aeratus* отмечен в довольно крупной (около 30 м диаметром) мочажине на верховом болоте недалеко от оз. Овечье. В болотах второго типа *G. aeratus* не отмечен, а к оставшимся 9 видам здесь добавляются еще 17: *H. fulvus*, *H. quinquelineatus*, *H. versicolor*, *H. rufifrons*, *H. melanarius*, *H. geniculatus*, *P. lineatus*, *N. assimilis*, *A. sturmii*, *A. arcticus*, *A. lapponicus*, *A. congener*, *A. confinis*, *I. fuliginosus*, *I. quadriguttatus*, *I. erichsoni*, *R. suturellus*. Среди них *H. melanarius*, *H. geniculatus*, *A. lapponicus*, *A. congener* и *I. erichsoni* отмечены только на залесенных участках болот. В малых лесных водоемах зарегистрировано 17 видов водных Aderphaga, только здесь отмечен *H. neglectus* – типичный обитатель водных объектов этого типа.

В родниках отмечено 12 видов водных Aderphaga. Как и в болотах, здесь не выявлены виды, отсутствующие в других биотопах.

В целом, полученные данные о видовом составе водных Aderphaga рассматриваемой озерно-речной системы носят явно предварительный характер, при проведении дальнейших исследований можно ожидать дополнений как к общему списку видов, так и к спискам для отдельных биотопов.

Заключение. Таким образом, в озерно-речной системе Энгозера зарегистрирован 41 вид водных Aderphaga, принадлежащих к трем семействам: Haliplidae – 1 вид, Dytiscidae – 37, Gyridae – 3 вида. Большинство зарегистрированных видов – широко распространенные в умеренном поясе Европы или типичные представители таежной фауны водных Aderphaga, лишь *A. serricornis* более характерен для зоны тундры.

Наиболее разнообразным оказалось население проток между озерами (29 видов жуков из рассматриваемых семейств), за ними следуют болота (27 видов), прибрежные мелководья озер (24 вида), малые лесные водоемы (17 видов), родники и малые прирусловые водоемы (по 12 видов). Наиболее бедный видовой состав отмечен в русловых биотопах рек – 10 видов. Относительно малое число зарегистрированных видов может быть связано с тем, что во время сбора материала многие виды жуков проходили наземную стадию жизненного цикла и поэтому не попадали в пробы. Отсюда следует, что полученные данные носят предварительный характер, в ходе проведения дальнейших исследований можно ожидать существенных дополнений к списку видов водных Aderphaga и новых сведений по их экологии.

Благодарности. Автор искренне благодарит М.А. Грандову (Украинский научный центр экологии моря, г. Одесса) за помощь в проведении полевых исследований и предоставление собранного ей материала, П.Н. Петрова (Московская гимназия на Юго-Западе, г. Москва) и А.А. Прокина (Воронежский государственный университет, г. Воронеж) за помощь в подборе литературы и ценные консультации при подготовке работы.

Список литературы

- Герд С.В. Водяные жуки (Coleoptera) озер Карелии // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.-Л.: Наука, 1965. С. 221–229.
- Герд С.В. Обзор гидробиологических исследований озер Карелии // Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ. 1946. Т. 2. С. 27–139
- Зайцев Ф. А. Плавунцовые и вертячки. – М.-Л. : АН СССР, 1953. 377 с. – (Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Т. 4)
- Петров П.Н. Новые данные о беспозвоночных окрестностей пос. Дальние Зеленцы (Мурманская область) и архипелага Кемь-Луды (республика Карелия) // Материалы Беломорской экспедиции Московской Гимназии на Юго-Западе. Вып. 6 [Электронный ресурс]. – 2006. Режим доступа: <http://herba.msu.ru/shipunov/belomor/2006/zoolog/ent.htm>
- Рындевич С.К. Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limnichidae, Dyroridae, Elmidae). В 2-х частях. – Минск: УП «Технопринт», 2004. Ч. 1. 272 с.
- Якобсон Г.Г. Жуки России и Западной Европы. Санкт-Петербург: Девриена, 1905–1915. 1024 с
- Günther A. Collectio Coleopterorum ab A. Günther in. Olonensi gubernio comparata // Изв. СПб. биол. лаб. 1896. Т. 1, вып. 2. С. 1–20.

- Lindberg H. Die Insektenfauna einigeer Felsentempel im Ladoga See nebst Bemerkungen zur Verbreitungsgeschichte einigeer Deronectes-Arten // Memoranda Societas Fauna et Flora Fennica. 1928. Vol. 4. P. 101-108.
- Nilsson A. N. The aquatic Adepaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. 2. Dytiscidae // Fauna Entomologica Scandinavica. 1995. Vol. 32. 188 p.
- Poppius B. Forkteckningofver ryska Karelens Coleoptera // Acta Societas pro Fauna et Flora Fennica. 1899. Vol. 18, № 1.
- Poppius B. Kola halföns och Enare Lappmarks Coleoptera // Festschrift für Palmén, Helsingfors. 1905. Vol. 12. P. 1 – 200.
- Sahlberg J. Entomologiska anteckningar fran en resa I sydostra Karelen sommeren 1866. Notis Sällsk // Fauna et flora fennica. 1866. Vol. IX.
- Sahlberg J. Enumeratio coleopterorum amphibiorum Fenniae Notis Sällsk // Fauna et flora fennica. – 1881. Vol. XIV.
- Sahlberg J. Catalogus coleopterorum faunae fennicae geographicus // Acta Societas pro Fauna et Flora Fennica. 1894. Vol. 19. P. 1-132.
- Silfverberg, H. Enumeratio nova Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae // Sahlbergia. 2004. Vol. 9. P. 1–111.

ТАКТИКА И СТРАТЕГИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ АДАПТАЦИЙ CALANOIDA (CRUSTACEA, COPEPODA) К УСЛОВИЯМ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Н.А. Евдокимов

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
Россия, 410600, Саратов, ул. Советская, 60, nikolayevdokimov@yandex.ru

Пресноводные виды Calanoida в большинстве континентальных водоемов определяют структуру планктонного сообщества и продуктивность водных экосистем в целом. Временные водоемы в силу особенностей биотопов населены специализированными видами, основные адаптации которых сводятся к способности переживать крайне динамичные изменения факторов среды и период пересыхания водоема. Одним из значимых факторов среды для Calanoida временных водоемов выступает температурный режим. Исследование функциональных особенностей экосистем временных водоемов невозможно без учета влияния температуры воды на продукционные процессы популяций массовых планктонных видов. Значительное количество данных по влиянию температуры на важнейшие биологические и физиологические показатели накоплены по морским и озерным видам Calanoida (Методы определения..., 1968). Температура воды определяет скорость их роста, естественную смертность, предельные размеры и продолжительность жизни. Наша статья посвящена рассмотрению важнейших закономерностей адаптации видов Calanoida к температурным условиям временных водоемов.

Сбор материала проводили в 1997–1999 и 2001–2003 гг. на территории Саратовской области. При выборе водоемов и методик исследования руководствовались рекомендациями и принципами, изложенными в работах Ф.Д. Мордухай-Болтовского (1956), С.Д. Муравейского (1960), Н.В. Вехова (1989 а, б). Всего собрано и обработано 154 качественных и 577 количественных проб.

При характеристике закономерностей температурных адаптаций Calanoida использовали следующие показатели: стадия жизненного цикла (τ), средняя длина тела на стадии τ (L_τ), условный физиологический ноль (t_0), нижний температурный порог (t_{\min}), верхний температурный порог (t_{\max}), средняя температура воды, при которой происходило науплиальное развитие (t_n), продолжительность развития стадии жизненного цикла (T), сумма эффективных температур ($K = T \cdot (t - t_0)$). Расчет условного физиологического нуля производили графически как точку пересечения прямой, аппроксимирующей данные по скорости роста, с абсциссой, на которую нанесена шкала температур (Иванова, 1985).

Среди Calanoida временных водоемов Саратовской области массово встречались *Hemidiaptomus hungaricus* Kiefer, 1933, *Diaptomus mirus* Lilljeborg, 1889, *Hemidiaptomus rylovi* Charin 1928, *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil, 1898), *Arctodiaptomus* sp. Другие виды (*Neolovenula alluaudi* (Guerne et Richard, 1890), *Acanthodiaptomus denticornis* (Wierzejski, 1887), *Eurytemora affinis* (Pope, 1880), *Eudiaptomus transylvanicus* (Daday, 1890), *Arctodiaptomus dentifer* (Smirnov, 1928)) во временных водоемах были представлены единичными особями.

Анализ фенологических данных каланоидных рачков временных водоемов Саратовской области позволяет выделить три группы видов со сходной сезонной динамикой: весеннюю, весенне-летнюю и летнюю. Группу весенних видов образуют моноциклические *H. rylovi*, *H. hungaricus* и *D. mirus*. Температура активации диапаузирующих яиц, которая одновременно является и нижним температурным порогом (t_{\min}), у весенних видов имеет наименьшие значения. Выход науплиусов из покоящихся яиц происходит в подледных и открытых водоемах при температуре воды 0–0.5 °С. Оптимальная температура от 10 до 15 °С. Верхний температурный порог (t_{\max}) максимальный у *H. rylovi* (табл. 1), поэтому данный вид, встречающийся в длительно существующих водоемах в июне–июле, можно отнести к весенне-летней группировке. *H. rylovi* отличается также высоким значением температурной валентности 25 °С.

Переходную весенне-летнюю составляют полициклические *E. affinis*, *E. transylvanicus*, *E. vulgaris* и *Arctodiaptomus* sp. Группа летних видов включает *A. denticornis* и *N. alluaudi*. Температура активации

покоящихся яиц (t_{\min}) видов весенне-летней и летних групп находится в пределах от 4 до 10 °С (табл. 1), оптимальная температура около 20–25 °С. Максимальной температурной валентностью (30 °С) из этой группы видов характеризуется *Arctodiaptomus* sp.

Таблица 1. Важнейшие показатели температурных адаптаций различных видов Calanoida

Название вида	t_o , °С	t_{\min} , °С	t_{\max} , °С	K, градусодни			L ₁₂	
				N	C _{I-V}	C _{VI}	♀♀	♂♂
<i>H. rylovi</i>	–4*	0	25	150–265	380–433	600–1000	3.5–6.3	3.3–5.5
<i>H. hungaricus</i>	–4	0	22	164–212	194–284	293–600	2.2–4.4	2.0–3.5
<i>D. mirus</i>	–4*	0	20	140–170	180–220	250–500	1.9–3.6	1.8–3.1
<i>Arctodiaptomus</i> sp.	0*	4–6	35	–	–	–	1.4–2.3	1.0–1.8
<i>E. vulgaris</i>	6	8–10	30	120	220	–	1.6–2.0	1.3–1.7
<i>E. affinis</i>	1*	5*	20*	–	–	–	1.63	1.36
<i>A. dentifer</i>	12*	16	30	–	–	–	1.4	1.1
<i>A. denticornis</i>	4**	10**	25	218–319**	397**	–	1.8–2.0	1.4–1.8
<i>N. alluaudi</i>	11*	15*	30	–	–	–	1.9	1.6

Примечание. *Экстраполяция данных, **цит. по: Иванова, 1985

Широкий спектр температур, характерный для водоемов юго-востока Европы способствует развитию популяций с разнотипными температурными предпочтениями. Так в лиманах, связанных с оросительными системами, где температура в течение сезона изменяется от 0 до 35 °С, развиваются все выше перечисленные виды Calanoida, кроме типичных прудовых *A. denticornis* и *N. alluaudi*. Таким образом, максимальные и минимальные значения температур во временных водоемах выступают одним из важнейших активирующих и ограничивающих факторов при формировании популяций Calanoida.

В пределах температурного оптимума у пойкилотермных организмов действует правило «суммы градусодней», которое также выступает одним из важнейших проявлений температурных адаптивных стратегий. Расчет суммы градусодней начинают с выявления условного физиологического нуля, для *H. hungaricus* его величина составила –4–4.5 °С. У других 3 массовых видов значение условного физиологического нуля установили путем экстраполяции. Для *D. mirus* и *H. rylovi*, учитывая синхронность развития с популяциями *H. hungaricus*, установили сходные значения (табл. 1). Принимая к сведению, что условный физиологический ноль отличается от температурного минимума, как правило, на 4–5 °С, при подсчетах по *E. vulgaris* пользовались расчетным значением 6 °С.

Исходя из значений условного физиологического нуля *H. hungaricus*, *D. mirus*, *H. rylovi*, *E. vulgaris* были рассчитаны суммы эффективных температур (табл. 1), близкие к полученным ранее М.Б. Ивановой (1985) для ряда видов Calanoida. При сравнительном анализе данных были выделены две группы видов. Первая группа видов (*D. mirus*, *E. vulgaris*) с относительно низкими значениями суммы градусодней: 108–160 для науплиусов и 200–240 для копепоидитов. Вторая группа видов (*H. rylovi*, *H. hungaricus*, *A. denticornis*) с высокими значениями суммы градусодней: 180–319 для науплиусов и 397–400 для копепоидитов.

Сумма эффективных температур, с одной стороны, и особенность температурного режима водоема, с другой, определяют продолжительность прохождения стадий жизненного цикла (у моноциклических и полициклических видов) и число генераций за сезон (у полициклических видов). Так в мелководной быстро прогревающейся луже продолжительность жизненного цикла *H. rylovi* составляет 40–45 сут., а в лимане, переходящем в копаный пруд 100–120 сут.

Значительное количество данных, накопленных по *H. hungaricus* позволило нам установить количественную зависимость продолжительности прохождения стадий развития (T) от температуры воды (t) для науплиусов (N), копепоидитов (C_{I-V}) и взрослых рачков (C_{VI}). Так при температуре воды 0–1 °С в условиях подснежных водоемах продолжительность развития науплиусов составляет 35 сут., максимальная продолжительность науплиального развития в условиях временных водоемов 50 сут. В открытых мелководных временных водоемах развитие науплиусов происходит при температуре воды от 5 до 10 °С в течении 10–15 сут. Для науплиусов *H. hungaricus* зависимость (T_N) от (t) описывается кривой, близкой по виду к гиперболе Блунка (Шилов, 2001) и выражается уравнением: $T_N = 45.21 t^{-0.5541}$ ($R^2 = 0.88$). Данный тип кривой однозначно подтверждает факт формирования активных адаптивных реакций в период науплиального развития, так как подобная пластичность не наблюдается на стадиях копепоидитов и половозрелых особей.

Развитие копепоидитов происходит при температуре 1–15 °С, в мелководных лужах в течение около 10 сут., а в длительно существующих временных водоемах – до 20–25 сут. Уравнение зависимости:

$$T_{C_{I-V}} = 3076.2 t^{-2.08} (R^2 = 0.77).$$

Продолжительность жизни половозрелых рачков зависит, кроме температуры, еще и от длительности существования водоема. В мелководных лужах они могут жить 3–7 сут., погибая после единствен-

ной кладки яиц. В длительно существующих временных водоемах и копаных прудах репродуктивный период продолжается от 15 до 25 сут. Температура воды в процессе размножения – 15–22 °С. Зависимость (T_{CVI}) от (t) для половозрелых особей имеет практически вид прямой, уравнение:

$$T_{CVI} = 243.04 t^{-0.87} (R^2 = 0.55).$$

Сходство с прямой графика зависимости в диапазоне температур 16–21 °С свидетельствует о том, что в этот период прекращается формирование активных физиологических адаптаций. Изменение температурного режима компенсируется пассивными поведенческими реакциями.

Выявленная нами количественная зависимость продолжительности развития науплиусов, копеподитов, и половозрелых рачков *H. hungaricus* от температуры воды хорошо согласуются с ранее полученными результатами М.Б. Ивановой (1975) для озерных видов Calanoida.

Для *H. rylovi*, *H. hungaricus*, *D. mirus*, *E. vulgaris* и *Arctodiaptomus* sp. была установлена количественная зависимость средней длины тела (L_{12}) от средней температуры воды, при которой происходит развитие науплиусов (t_n). Уравнение экспоненциальной зависимости имеет вид:

$$L_{12} = a \exp(b t_n), \text{ где } a \text{ и } b \text{ константы (табл. 2).}$$

Таблица 2. Коэффициенты регрессии для уравнений зависимости средней длины тела половозрелых рачков Calanoida от средней температуры воды, при которой происходит развитие науплиусов

Название вида	Пол	Коэффициенты		r	p
		A	b		
<i>H. rylovi</i>	♂	5.54	-0.03	-0.74	0.001
		4.91	-0.02	-0.68	0.004
<i>H. hungaricus</i>	♂	3.92	-0.06	-0.91	0.0001
		3.40	-0.05	-0.95	0.00001
<i>D. mirus</i>	♂	3.51	-0.05	-0.91	0.00002
		3.05	-0.04	-0.84	0.001
<i>E. vulgaris</i>	♂	2.54	-0.03	-0.90	0.00003
		2.15	-0.03	-0.80	0.001
<i>Arctodiaptomus</i> sp.	♂	2.32	-0.03	-0.94	0.000002
		1.83	-0.02	-0.81	0.001

Данная зависимость наиболее свойственна для Copepoda (Методы определения... 1968), и объясняет приуроченность каждого вида к водоемам с конкретным температурным режимом, определяющим конечные размеры половозрелых особей. Формирующий активные адаптивные реакции рачков температурный режим, задает тенденцию темпам роста и скорости развития. Таким образом, на науплиальных стадиях развития представителей сообщества Calanoida временных водоемов, по словам И.А. Шилова (2001) происходит стабилизация отдельных функциональных систем и организма в целом по отношению к наиболее общим параметрам биотопа.

Закономерность изменения длины тела рачков в течение жизненного цикла, с увеличением номера стадии развития, характеризует размерную структуру популяции. Для популяций Calanoida была использована экспоненциальная зависимость, описываемая уравнением: $L_\tau = a \exp b \tau$, где τ – порядковый номер стадии жизненного цикла от 1 (науплиус I) до 12 (половозрелая самка). В отличие от уравнения, описывающего эту же зависимость и определенного ранее Н.П.Макаровой (1974): $L_\tau = q L_{12} \exp r \tau$, где q и r – константы, в нашем уравнении a и b являются переменными. Причем их значение находится в линейной зависимости от величины $L_{12} \text{♀}$: $a = \text{const}_1 + k_1 L_{12} \text{♀}$; $b = \text{const}_2 + k_2 L_{12} \text{♀}$ (табл. 3).

Таблица 3. Параметры уравнений для расчета переменных a и b из уравнения зависимости L_τ от L_{12} ($L_\tau = a \exp b \tau$) для различных видов Calanoida

Название вида	A				b			
	const ₁	k ₁	R	p	const ₂	k ₂	r	p
<i>H. rylovi</i>	0.47	-0.04	-0.43	0.16	0.10	0.03	0.72	0.01
<i>H. hungaricus</i>	0.25	-0.02	-0.82	0.01	0.13	0.03	0.99	0.00
<i>D. mirus</i>	0.60	-0.14	-0.71	0.01	-0.0004	0.08	0.84	0.00
<i>E. vulgaris</i>	0.20	-0.06	-0.73	0.16	0.06	0.10	0.95	0.02
<i>Arctodiaptomus</i> sp.	0.16	-0.03	-0.44	0.16	0.11	0.07	0.83	0.00

Коэффициенты уравнения $L_\tau = q \exp r \tau$ были рассчитаны Н.П. Макаровой для постоянных водоемов. Предлагаемые нами изменения коэффициентов связаны со значительными вариациями показателей размерной структуры популяций обусловленных спецификой влияния температурного режима на развитие рачков во временных водоемах. Так значение эмпирической величины $q = a/L_{12}$, по нашим данным, находится в диапазоне 0.0357–0.1410, тогда как q в уравнении Н.П. Макаровой равно 0.0655. Значения пе-

ременной b , характеризующей закономерности роста, из-за различий температурного режима, лежат в диапазоне 0.144–0.283, а в уравнении Н.П. Макаровой $r = 0.227$.

В соответствии с вышеописанной зависимостью средней длины от температуры в период науплиального развития, переменные a и b могут быть определены не только через среднюю длину (L_{12}), но и среднюю температуру во время науплиального развития (t_n). Достоверные значения для данных зависимостей получены только для *H. hungaricus* и *D. mirus* (табл. 4).

Так, располагая значениями температуры в период науплиального развития можно рассчитать среднюю длину тела рачков любой стадии жизненного цикла. И, наоборот, по средней длине рачка любой стадии, можно получить представления о температурном режиме развития науплиусов.

Проанализированные выше закономерности адаптивных механизмов Calanoida временных водоемов относятся к жизненному циклу в целом, имеют стратегический характер. Далее будут рассмотрены закономерности адаптивных реакций, свойственные отдельным стадиям развития или представляющие собой пассивные реакции на изменение температурного режима.

Таблица 4. Параметры уравнений для расчета переменных a и b из уравнения зависимости L_t от t_n ($L_t = a \exp b t$) для различных видов Calanoida

Название вида	A				b			
	const ₁	k ₁	R	p	const ₂	k ₂	r	p
<i>H. hungaricus</i>	0.184	0.003	0.69	0.04	0.26	-0.007	-0.93	0.0003
<i>D. mirus</i>	0.111	0.021	0.73	0.01	0.27	-0.0114	-0.81	0.001

Виды различных групп сезонной структуры сообщества Calanoida несхожи по степени синхронности выхода основной массы рачков из состояния диапаузы. Весенние виды характеризуются максимальной синхронностью выхода, в составе возрастной структуры одновременно присутствуют 3–4 стадии. Для весенне–летних видов свойственна относительная растянутость сроков выхода науплиусов. Единомоментно в составе возрастной структуры весенних генераций имеются 6–8 стадий. Сроки выхода науплиусов летнего вида *A. denticornis* растянуты с последней декады апреля до середины июля.

Возрастная структура популяций Calanoida в некоторой степени детерминирована температурным режимом. Так смена оттепелей заморозками определяет ступенчатое, неравномерное поступление талых вод в водоемы. Поэтому видов весенней группировки могут наблюдаться «волны» появления науплиусов I, выходящих из яиц на вновь заливаемых территориях на фоне продолжающегося развития ранее вышедших особей. В результате науплиусы I–III в ходе развития могут иметь 1–2 пика плотности популяции и встречаются в популяциях в течение марта – начала апреля одновременно с науплиусами IV–VI.

Пассивные адаптивные реакции на изменение температурного режима наиболее наглядно проявляются в динамике пространственной структуры популяций. Так науплиусы *H. hungaricus* концентрируются на наиболее прогреваемых мелководных участках водоема, свободных от растительности. В пределах биотопа они относительно равномерно распределены по всему объему воды от поверхности до дна. Копеподиты размещаются преимущественно в теплых верхних слоях воды на участках с глубиной 0.5–1.5 м, а при похолодании – в придонных слоях воды. Обнаружены также закономерности суточной динамики пространственного распределения самок *H. hungaricus* с яйцевыми мешками, которые в утренние часы (4–6 ч) концентрируются на зарастающих участках прибрежной зоны, а в дневные часы они обитают в центральной части водоема, свободной от растительности.

Таким образом, на уровне возрастной и пространственной структуры популяций происходит адаптивный ответ на кратковременные изменения температурного режима. В процессе онтогенеза степень реактивности пассивных адаптаций повышается, половозрелые особи наиболее реактивные при отклонении условий среды от средних характеристик. Более точная «подгонка» активных адаптивных механизмов Calanoida к общим чертам температурного режима водоема происходит на уровне отдельных особей в период науплиального развития.

Список литературы

- Вехов Н.В. Методические рекомендации по изучению биологии Anostraca (Crustacea, Branchiopoda) в мелких водоемах // Гидробиол. ж. 1989 а. №5. С. 74–78.
- Вехов Н.В. Проблемы классификации местообитаний жаброногих ракообразных фауны СССР, предлагаемых к занесению в Красную Книгу // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. Уфа: Башкирское книжное издательство, 1989 б. С. 12–13.
- Иванова М.Б. Влияние температуры на длительность эмбрионального и постэмбрионального развития пресноводных планктонных Copepoda (Diaptomidae, Cyclopidae) // Гидробиол. ж. 1975. Т. 11. № 3. С. 116–123.
- Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1985. 222 с.
- Макарова Н.П. Закономерности линейного роста веслоногих ракообразных // Гидробиол. ж. 1974. Т. 10. № 3. С. 84–89.
- Методы определения продукции водных животных. Под ред. Г.Г. Винберга. Минск: Вышэйш. школа, 1968. 246 с.

- Мордухай-Болтовской Ф.Д. О методике количественного учета фауны во временных водоемах и в периодически затопляемых зонах водохранилищ // Тр. биол. ст. «Борок». 1956. № 2. С. 393–405.
- Муравейский С.Д. Термика верхних слоев воды и термика малых озер // Реки и озера. М.: Географгиз, 1960. С. 144–148.
- Шилов И.А. Экология. М.: Высш. шк., 2001. 512 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ОЗЕРАХ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ БАРАБИНСКО-КУЛУНДИНСКОЙ ОЗЕРНОЙ ПРОВИНЦИИ (ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Н.И. Ермолаева

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Новосибирск, Морской просп., 2, hope@iwer.nsc.ru

Имеющиеся уже классификации и типизации озер Юга Западной Сибири (Баглаева, 1974; Поползин, 1967, 1987; Савченко, 1997) базируются на классических гидрологических и гидрохимических подходах, в которых чаще используют следующие классификационные признаки: размерные характеристики, происхождение котловин, степень проточности, расслоение водных масс, термический режим, уровень минерализации, химические свойства воды и пр., которые не отражают сущности происходящих в их экосистемах процессов и их направленности. Типизация озер по общесистемным признакам должна опираться на интегральные характеристики их экосистем, которые наиболее четко отражает состав и структура сообществ.

В 2004–2007 гг. оценены видовой состав гидробионтов и структура экосистем озер различной минерализации и лимногенеза (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые морфологические и гидрохимические характеристики исследованных озер 2007 г.

Название озера	GPS-Координаты	Максимальная глубина, м		Площадь озера, км ²	Минерализация мг/л		t °C		pH
		июль	октябрь		июль	октябрь	июль	октябрь	
Горькое	N 54°36'52.8" E 75°53'55.2"	0.3	0.2	4.3	42300	51080	21.5	12.5	9.00
Фатеево	N 54°36'09.7" E 75°55'29.0"	0.6	0.4	4.9	8890	19530	18.8	11.0	8.1
Круто-береговое	N 54°35'00.7" E 75°55'09.4"	0.3	0.2	1.3	242000	259200	21.4	11.0	7.8
Левое	N 54°34'48.8"	0.2	0.0	1.5	75200	-	22.7	-	9.2
Польяновское	E 75°55'47.3"	1.2	1.1	2.1	1967	2040	22.5	7.1	8.9
Дуня	N 54°30'54.4" E 75°58'23.6"	0.6	0.4	2.0	3630	4120	22.5	8.0	8.8
Сумы	N 54°25'19.4" E 75°41'40.1"	1.2	1.1	1.4	834	857	23.1	5.9	8.9
Каменное	N 54°41'18.6" E 76°12'38.5"	0.5	0.2	7.5	7130	10290	21	8.5	10.8
Абушкан	N 54°37'56.3" E 76°50'45.2"	1.3	0.8	18.7	84350	92100	23.7	9.0	7.8
Чebakлы	N 54°36'35.1" E 78°13'15.0"	0.9	0.9	6.3	1554	1743	25.2	6.8	8.4
Фадиха	N 54°34'05.7" E 78°08'55.8"	1.0	0.9	4.4	3840	4010	22.4	6.1	8.4
Широкая	N 54°34'05.2" E 78°17'55.6"	0.6	0.6	2.2	1834	1890	23.1	6.6	7.8
Курья									
Котленок									

Съемки, проведенные с одновременным отбором гидрохимических проб и комплекса гидробионтов (фито- и зоопланктона, зообентоса, макрофитов), позволили получить предварительные данные по уровню трофности, продукции озерных экосистем. В настоящей публикации рассматриваются закономерности распределения зоопланктона в озерах с различным уровнем минерализации.

Морфометрические характеристики озер юга Западной Сибири – средняя глубина, площадь поверхности озера и прозрачность относятся к разряду переменных. Средняя глубина и площадь поверхности озер существенно изменяются в разные годы и в течение вегетационного сезона в зависимости от средних температур и количества осадков. Как следствие изменяющихся морфометрических характеристик гидрохимические характеристики воды гипергалинных озер – соленость и концентрация кислорода в воде также относятся к разряду переменных. Соленость озер существенно изменяется в разные годы и в течение вегетационного сезона. Концентрация кислорода изменяется в течение суток.

По морфометрии котловины и характеру водного питания обследованные озера можно разделить на 2 типа: водоемы с плоскими блюдцеобразными, округлыми котловинами, часто с обрывистыми берегами и песчаными грунтами, во втором типе котловины неправильной формы, для них характерна изрезанная береговая линия, местами заболоченная. Большинство озер мелководны. Всего обнаружено 232 вида и подвида зоопланктона. К настоящему моменту в литературных источниках для различных водоемов Новосибирской области описано нахождение 82 видов Rotifera, 47 видов Cladocera, 33 видов Copepoda, 1 вид Branchiopoda. Таким образом, 69 видов и подвигов обнаружено для исследованного региона впервые или уточнено местонахождение и распространение.

Проведен анализ видового и доминантного состава зоопланктона озер с учетом венецианской системы минерализации.

В **пресных** озерах (минерализация до 0.5 г/л) в пробах отмечено 17–49 видов зоопланктона, в среднем 27 видов в пробе. Основу зоопланктонного сообщества составляют *Asplanchna priodonta* Gosse, *A. herricki* Guerne, *Euchlanis dilatata* Ehrb., *Keratella quadrata quadrata* (Müller), *K. cochlearis* (Gosse), *Lecane luna luna* (Müller), *Bosmina longirostris* (Müller), *Ceriodaphnia quadrangula* (Müller), *C. affinis* Lill., *Chydorus sphaericus* (Müller), *Ch. ovalis* Kurz, *Ch. globosus* Baird, *Diaphanosoma brachyurum* (Lievins), *Daphnia longispina* Müller, *Mesocyclops leuckarti* Claus, *Eudiaptomus graciloides* Lill.

Только в пресных озерах встречаются *Trichocerca (Diurella) bidens* (Lucks), *Postclausa minor* (Rousset), *Pleuroxus trigonellus* (Müller), *Pleuroxus striatus* Schoedler, *Peracantha truncata* (Müller), *Limnospira frontosa* Sars, *Heterocope appendiculata* Sars, *Ectocyclops phaleratus* (Koch), *Eucyclops serrulatus proximus* Lill., *Cyclops scutifer* Sars и широко распространены *Trichotria truncata* (Whitelegge), *Trichocerca cylindrica* (Imhof.), *Polyarthra major* Burekhardt, *Mytilina ventralis* (Ehrenb.), *Filinia major* (Golditz), *Brachionus leydigii leydigii* Cohn, *Alonella nana* (Baird), *Acroperus harpae* (Baird), *Macrocyclops albidus* (Jurine), *Graptoleberis testudinaria* (Fischer).

В **олигогалинных** озерах с минерализацией 0.5–4.0 г/л в пробах отмечено 13–37 видов зоопланктона, в среднем 20 видов в пробе. Доминируют такие виды, как *Asplanchna priodonta*, *A. herricki*, *Brachionus angularis* Gosse, *B. quadridentatus quadridentatus* Hermann, *B. quadridentatus melheni* Bar. at Dad., *B. leydigii leydigii*, *B. variabilis* Hempel, *Euchlanis dilatata* Ehrb., *E. incisa* Carlin, *E. lyra lyra* Hudson, *Filinia terminalis* Plate, *F. major*, *Keratella cochlearis*, *K. c. tecta* (Gosse), *K. quadrata quadrata*, *Lecane luna luna*, *Testudinella patina patina* (Herm.), *Alona affinis* Leydig, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. affinis*, *Chydorus sphaericus*, *Ch. ovalis*, *Daphnia longispina*, *D. pulex* (De Geer), *Leptodora kindtii* (Focke), *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus graciloides*.

Только в олигогалинных водоемах встречаются *Horsfieldia sibirica* Borutzky, *Hemidiaptomus amblyodon* (Marenzeller), *Arctodiaptomus dudichi* Kiefer, *Myrocyclops dengizicus*, *Mesocyclops dubowskii* (Londe), *Eucyclops macrurus* (Sars.), *E. macruroides* (Lill.), *Cyclops vicinus* Uljan., *C. furcifer* Claus, *C. colensis* Lill., *Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus), *A. bisetosus* (Rehberg), *A. gigas* (Claus), *Simocephalus expinosus* (Koch), *Pleuroxus uncinatus* Baird., *P. adunctus* (Jurine), *Oxyurella tenuicaudis* (Sars), *Monospilus dispar* Sars, *Macrotrich hirsuticornis* Norman, *Kurzia latissima* (Kurz), *Eurycerus lamellatus* (Müller), *Dunchevedia crassa* King, *Bythotrephes longimanus* Leydig, *Bosminopsis deitersi* Richard, *Alonopsis elongata* (Sars.), *Asplanchna sieboldi* (Leydig), *A. silvestris* Daday, *Asplanchnopus hyalinus* Har., *Brachionus angularis bidens* Plate, *B. calyciflorus calyciflorus* Pallas, *B. cal. var. spinosus* Wierz., *B. cal. var. anuraeiformis* Brehm, *B. diversicornis homoceros* (Wierz.), *B. quadridentatus brevispinus* Ehrenb., *Cephalodella auriculata* (Müller), *Chromogaster ovalis* (Berg.), *Collotheca mutabilis* (Hudson), *Conochilus unicornis* Rousset, *Euchlanis deflexa deflexa* Gosse, *E. incisa* Carlin, *Eudactylota eudactylota* Gosse, *Keratella cochlearis robusta* (Lauterborn), *K. irregularis* (Lauterborn), *K. quadrata longispina* (Thiebaud), *K. quadrata dispersa* Carlin, *K. valga valga* (Ehrenb.), *K. valga monospina* (Klausener), *Lecane hamata* (Stokes), *L. flexilis* (Gosse), *L. (Monostila) quadridentata* (Ehrb.), *L. (Monostila) thalera* (Harr. at Myers), *L. bulla bulla* (Gosse), *Lepadella patella oblonga* (Ehrenb.), *Limnias ceratophylli* Schrank, *Lophocharis oxysternon* Gosse, *Mytilina mucronata* (Müller), *M. mucronata spinigera* (Ehrb.), *M. ventralis brevispinus* Ehrenb., *M. videns* (Levander), *Pleurotrocha petromyson* Ehrb., *Polyarthra euriptera* Wierz., *Synchaeta grandis* Lack., *Squatinella rostrum rostrum* (Schmarda), *Trichocerca multicrinis* Kellikott, *T. similis* (Wierz.), *Trichotria pocillum pocillum* (Müller).

В мезогалинных озерах с минерализацией 5.0–18.0 г/л в пробах отмечено 4–20 видов зоопланктона, в среднем 10 видов. Доминируют такие виды, как *Asplanchna herricki*, *B. quadridentatus cluniorbicularis* Skorikov, *B. plicatilis plicatilis* Müller, *B. plicatilis asplanchnoides* Char., *B. urceus urceus* Linn., *B. variabilis*, *Hexarthra mira* (Hudson), *H. fennica* Levander, *Notholca acuminata acuminata* (Ehrb.), *Alona intermedia* Sars, *A. rectangula* Sars, *Daphnia carinata* King, *D. magna* Straus, *Moina microphthalma* Sars, *M. rectirostris* (Leydig), *Acanthocyclops viridis* (Sars), *Paracyclops fimbriatus* (Fisch.), *Arctodiaptomus salinus* (Daday), *Neurodiaptomus incongruens* (Poppe), *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch.

Только в мезогалинных озерах встречаются *Canthocaptus staphylinus* (Jurine), *Mesocyclops crassus* (Fisch.), *Evadne trigona typica* Sars.

Полигалинных озер с минерализацией 18–30 г/л в наших исследованиях нет.

Из эугалинных с минерализацией 30–40 г/л в наших исследованиях представлено оз. Горькое в окрестностях с. Полянково. В зоопланктоне представлены *Brachionus plicatilis asplanchnoides*, *B. urceus urceus*, *Moina rectirostris*, *Arctodiaptomus salinus*, *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch.

В гипергалинных озерах с минерализацией более 40 г/л основу зоопланктона составляет *Artemia* sp.. Вместе с артемией в озерах обнаружены *Arctodiaptomus salinus* и *Brachionus plicatilis plicatilis* при минерализации не выше 80 г/л, *Cletocamptus retrogressus* массово встречается в пробах при минерализации не выше 135 г/л. Диапазон встречаемости *Artemia* sp. составил 69.4–288.3 г/л.

Видовое разнообразие зоопланктона в целом начинает устойчиво снижаться при минерализации выше 3.0 г/л. Минерализацию выше 7.8 г/л выдерживают всего 2–3 вида коловраток, и 3–4 вида кладоцер, а при минерализации выше 80 г/л они полностью выпадают из зоопланктонного сообщества. Видовое разнообразие копепоид в целом невелико по всем озерам, в одном озере встречено не более 10 видов. При минерализации выше 12.0 г/л встречаются только *Arctodiaptomus salinus* и *Cletocamptus retrogressus* при этом *A. salinus* не встречается при минерализации выше 72 г/л, а *C. retrogressus* – при минерализации выше 134.7 г/л. Диапазон встречаемости *Artemia* sp. составил 69.4–288.3 г/л.

Несмотря на снижение видового разнообразия, с ростом минерализации наблюдается рост биомассы копепоид. Численность и биомасса кладоцер устойчиво снижается при значениях минерализации, превышающих 42.3 г/л. У коловраток зависимость численности и биомассы от минерализации проследить сложнее, поскольку эти показатели зависят в большей степени от ряда других факторов, в частности, от морфологии и прозрачности водоема, однако наблюдается устойчивая тенденция роста биомассы коловраток с ростом минерализации. При значениях минерализации выше 42.3 г/л показатели численности и биомассы Rotifera резко снижаются. Смена количественных характеристик зоопланктона определяется в пресных водоемах, главным образом, количественными характеристиками кладоцер. В соленых озерах смена количественных характеристик зоопланктона с ростом минерализации происходит за счет смены количества коловраток и копепоид.

Проведено исследование зависимости строения тела *Artemia* sp. от уровня минерализации воды. Артемии, живущие при разной солености, заметно отличаются друг от друга по строению заднего конца тела. У рачков, существующих при очень высокой солености (200–270 г/л), ветви фурки совсем не выражены или если они есть, то очень маленькие, не отчлененные от тельсона и вооруженные всего 1–3 щетинками. Рачки из водоемов несколько меньшей солености (120–170 г/л) имеют более сильно развитую и богатую щетинками фурку, и только у рачков из сравнительно слабо осолоненных водоемов (70–120 г/л) фурка отчленена от тельсона и вооружена многочисленными щетинками. Кроме того, параллельно уменьшению солености изменяется соотношение длины грудного и брюшного отделов тела и степень развития задних антенн. Артемии при различной солевой концентрации достигают половозрелости на разных стадиях развития – при более высокой солености на более ранних стадиях, чем при пониженной. Формы артемии, развивающиеся при пониженной солености, приобретают поверхностное сходство с *Branchipus*. В озерах с минерализацией в пределах 1.3–75.2 г/л обнаружен другой жаброногий рачок – *Brachipus stagnalis*, активно размножающийся в июне–начале июля, пока минерализация в озерах не превышает критических для данного вида величин.

Общей тенденцией при увеличении уровня минерализации водоемов Барабинско-Кулундинской озерной провинции является снижение видового богатства зоопланктона. При этом обычно часть таксонов гидробионтов элиминирует, а оставшиеся эвригалинные таксоны приспосабливаются к новым условиям среды.

В течение сезона открытой воды в большинстве исследованных озер уровень минерализации возрастает, вследствие процессов испарения. И происходит закономерная смена видового состава зоопланктона, которая в данном случае зависит не только от сезонных сроков развития того или иного вида и от температуры. При сезонном росте минерализации наблюдается смена олигогалинного комплекса зоопланктона на мезогалинный, а эугалинный сменяется на полигалинный. В полигалинных озерах к осени, при возрастании минерализации свыше 280 г/л, представители зоопланктона не

встречаются. Часть озер пересыхает полностью, образуя солончаки, весной, при заполнении ложа озера водой, зоопланктон развивается из перезимовавших яиц. При этом веслоногие рачки в таких эфемерных озерах не встречаются – только Cladocera, Rotifera, Branchiopoda.

Список литературы

- Баглаева Н.И. Типология озер Кулунды (комплексная физико-географическая характеристика). Автореф. дисс...к.г.н. Л., 1974. 21 с.
- Поползин А.Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск: Зап-Сиб. кн. изд., 1967. 350 с.
- Поползин А.Г. Генетические типы озер юга Западной Сибири и их использование в хозяйстве // Природные ресурсы озер Западной Сибири, прилегающих горных территорий и их рациональное использование: Межвуз. сб. науч. тр. Новосибирск, 1987. С. 24–30.
- Савченко Н.В. Озёра южных равнин Западной Сибири. Новосибирск, 1997. Ч. 1, Ч. 2. 183 с.

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARIFORMES, HYDRACHNIDIA) В ПРИБРЕЖЬЕ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ

О.Д. Жаворонкова

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
152742, Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., olya@ibiw.yaroslavl.ru*

Озеро Глубокое находится на территории заказника в Московской области. Оно занимает площадь 59 га, при наибольшей длине – 1200 м, наибольшей ширине – 850 м и максимальной глубине – 32 м. С севера к основному плесу прилегает небольшой залив с наибольшей глубиной немного превышающей 5 м (Щербаков, 1967). Озеро окружено заболоченным лесом, удалено от источников загрязнений и прямого антропогенного пресса, если не принимать во внимание некоторого воздействия на побережье водоема расположенной на берегу Гидробиологической станции.

Первые сборы водяных клещей оз. Глубокого были проведены А.Д. Удальцовым. Всего для оз. Глубокого было указано 24 вида из 11 семейств (Удальцов, 1907). В сборах гидрахнидий, проведенных в 2008 г. обнаружено 44 вида водяных клещей из 11 семейств (Жаворонкова, 2009). По обобщенным данным, включая материал, представленный А.Д. Удальцовым (1907), фауна водяных клещей озера к настоящему времени насчитывает 52 вида из 14 семейств, что составляет примерно 10.4% всех зарегистрированных для России и сопредельных территорий гидрахнидий.

Согласно классификации прибрежной фауны, приведенной Л.Н. Зимбалева (1966), водяные клещи входят в группу прибрежно-фитофильных форм. Распространение водяных клещей в постоянных непроточных водоемах лимитируется глубиной, и определяется присутствием подходящих микросред обитания (заросли макрофитов, циновки плавающих водорослей, илистое или песчаное дно), наличием определенных видов добычи для хищных стадий и потенциальных хозяев для паразитных личинок. Скопления водяных клещей имеют тенденцию наслаиваться вертикально, и их фауна на различных глубинах имеет разный состав. Плотность и видовое разнообразие снижаются от побережья до профундальной зоны (Pieczynski, 1976; Davids et al., 1981; Di Sabatino et al., 2002).

Большинство видов водяных клещей, обитающих в непроточных водоемах терпимы к широкому диапазону температурных и химических режимов, исключая некоторые стенотермные формы (Di Sabatino et al., 2002). Водяные клещи могут быть обнаружены в открытых областях озера, в зоне профундали (высоко мобильные виды, представители семейств Hygrobatidae, Pionidae, Limnesiidae, Unionicolidae), но максимального обилия они достигают у дна на мелководье, в зоне литорали среди растительности. Число разнообразных сообществ зарослей макрофитов оз. Глубокого, при трех основных типах ассоциаций, чрезвычайно велико (Щербаков, 1967). Заросли макрофитов образуют вдоль берега редко прерываемую полосу шириной около 20–40 м (Смирнов, 2005). Большинство грунтов озера содержит в разных процентных соотношениях песок и ил, состоящий из детрита, остатков макрофитов, или сильно измельченных частиц торфа (Щербаков, 1967). Обширные заросли высшей водной растительности и заиленные песчаные прибрежные субстраты обеспечивают благоприятные среды обитания для водяных клещей в оз. Глубоком.

Исследование побережья оз. Глубокого позволило выявить 3 основных комплекса водяных клещей, связанных с определенными средами обитания. Некоторые виды находятся, главным образом, на достаточно больших глубинах, даже в открытых участках, в то время как другие предпочитают придонные области или заросли макрофитов как среду обитания. Однако строгого ограничения исключительно предпочитаемыми средами обитания не наблюдается.

У дна, на открытых заиленных грунтах, лишенных растительности или заросших не плотно, обитают представители семейств Oxidae, Mideopsidae, Aturidae и Argenuidae. Виды данных семейств неуклюжие пловцы и большую часть времени ползают по субстрату и растениям. Объектами питания представите-

лей семейств Oxidae и Mideopsidae служат личинки хирономид. Водяные клещи этих семейств проникают в домики личинок хирономид, неподвижно выжидают удобный момент и прикрепляются к передним или задним подталкивателям или к вентральным отросткам 8 брюшного сегмента личинки. Охота может длиться до часа. Клещ вонзает хелицеры в вырост тела личинки хирономиды, одновременно его педипальпы сверху двигаются навстречу хелицерам, образуя складку на покрове жертвы. В жертву впрыскивается пищеварительный секрет и парализующий яд. Личинка теряет активность, обездвигивается и образовавшаяся пищевая суспензия высасывается клещом с помощью глоточного насоса. Арренуриды, обитающие у дна питаются, в основном, остракодами. Они захватывают педипальпами антенны жертвы и подводят добычу к предротовой отверстии, затем хелицеры проникают в антенну и жертва высасывается через антенну практически досуха. Виды, относящиеся к первой группе, как правило, ограничены придонными водными средами, однако мидеопсиды и оксиды способны подниматься в более высокие водные слои (до 0.5 м) в поисках пищи – свободно живущих личинок хирономид.

Заросшие мелководные зоны (до 1 м) оккупируют виды семейств Hydryphantidae, Eylaidae, Hydrachnidae, Arrenuridae, многие виды рода *Piona* (сем. Pionidae) и *Hydrodroma despiciens* (Müller, 1776) (сем. Hydrodromidae), питающиеся кладками водных и околотовных насекомых а также ракообразными. Формы, составляющие вторую группу, обычно, хорошие пловцы, и их зона поиска добычи гораздо шире, чем у клещей 1-й группы. Хотя эти виды так же связаны с субстратом, но они способны оставлять придонную зону в поисках пищи, исследуя водный столб значительно выше дна. Так, арренуриды, обнаруженные здесь, питаются, высасывая дафний, пиониды используют в пищу ракообразных.

К третьей категории принадлежат хорошо плавающие высшие водяные клещи. На глубинах до 2 м среди макрофитов обитают виды семейств Pionidae, Limnesiidae, Unionicolidae. По данным А.Д. Удальцова (1907), олиготрофные виды *Piona nodata* (Müller, 1781) и *Unionicola crassipes* (Müller, 1776) изредка встречаются в планктоне оз. Глубокого. Специальные исследования распределения видов семейства Pionidae (Davids et al., 1981) показали, что *Piona longipalpis* Krendowsky, 1878 и *P. rotundoides* (Thor, 1898) предпочитают находиться в зарослях элодеи на глубине нескольких метров, а вид *Piona conglobata*, (Koch, 1836) как правило, обитает в зарослях на мелководье. Хорошо плавающие формы активно нападают на ракообразных, но могут использовать достаточно широкий круг жертв.

Дифференцированные среды обитания, разнообразие специализаций при добывании пищи хищными дейтонимфами и взрослыми клещами, селективность жертв, различия поведения паразитных личинок и адаптации всего жизненного цикла в каждом конкретном случае объясняют сосуществование многих видов водяных клещей в зоне прибрежья озера Глубокого.

Список литературы

- Жаворонкова О.Д. Новые данные по водяным клещам (Acariformes, Hydrachnidia) озера Глубокого с замечаниями по морфологии и экологии некоторых видов // Труды Гидробиол. ст. на Глубоком озере. М.: Тов. научных изд. КМК. 2009. Т. 10. С. 118–147.
- Зимбалевская Л.Н. Экологические группировки фауны зарослей Днепра // Гидроб. ж. 1966. Т. 2, № 5. С. 34–41.
- Смирнов Н.Н. Фауна беспозвоночных уреза воды озера Глубокого в 2004 г. // Труды Гидробиол. ст. на Глубоком озере. М.: Тов. научных изд. КМК. 2005. Т. 7. С. 146–150.
- Удальцов А.Д. К фауне и биологии гидракарин Московской губернии // Тр. Гидробиол. Ст. на Глубоком озере / Ред. Зограф Н.Ю., Воронков Н.В. М.: Универс. типография, 1907. Т. 2. С. 216–274.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое. Гидробиологический очерк. М.: Наука, 1967. 380с.
- Davids C., Heijnis C.F., Weekenstroo J.E. Habitat differentiation and feeding strategies in water mites in lake Maarsseveen I // Hydrobiol. Bull. Amsterdam: A.D.Z. 1981. Vol. 15, № 1/2. P. 87–91.
- Di Sabatino A., Smit H., Gerecke R., Goldschmidt T., Matsumoto N., Cicolani B. Global diversity of water mites (Acari, Hydrachnidia; Arachnida) in freshwater // Hydrobiologia. 2008. Vol. 595. P. 303–315.
- Pieczynski E. Ecology of water mites (Hydracarina) in lakes // Polish Ecol. Stud. 1976. Т. 2, № 3. P. 5–54.

ФАУНА И ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОНОГЕНЕЙ РЫБ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА (БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ), РЕК ПРЕГОЛИ И ПРОХЛАДНОЙ

С.К. Заостровцева, Е.Б. Евдокимова

ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
236000, г. Калининград, Советский пр-кт, 1, zaostrov@klgtu.ru

Исследования паразитофауны рыб в водоеме является составной частью его экологической характеристики. Состав фауны паразитов рыб Вислинского залива и впадающих в него рек Преголи и Прохладной проводились в 1989–2005 гг. (Заостровцева, 2009).

Залив расположен в густонаселенном регионе с интенсивно развитой промышленностью, сельским хозяйством, судоходством и подвержен сильному антропогенному загрязнению, которое усугубляется отсутствием систем эффективной очистки сточных вод в Калининградской области (Кропинова, 1997). Существенной особенностью Вислинской лагуны служит высокая мутность воды, обусловленная, с одной стороны, естественными причинами (мелководностью, волнением, речным стоком), а с другой – интенсивным антропогенным эвтрофированием.

Река Преголя протекает в средней части области, судоходна, сильно загрязнена промышленными, хозяйственно-бытовыми, сельскохозяйственными сбросами, нефтепродуктами.

Река Прохладная относится к группе малых рек, протекает в стороне от крупных населенных пунктов. Концентрация биогенных веществ в целом определяется естественным ходом фотосинтеза.

Всего обследовано 1247 экз. рыб 12 видов. Использовался метод полного паразитологического анализа рыб (Быховская-Павловская, 1985), при работе с моногенами – методика А.В. Гусева (1983). Определены интенсивность инвазии (ИИ) и экстенсивность инвазии (ЭИ).

Моногений в рыбах Вислинского залива обнаружено 16 видов, из них 8 видов рода *Dactylogyrus*, 3 – из рода *Paradiplozoon*, 2 – из рода *Diplozoon* и по 1 виду родов *Gyrodactylus*, *Tetraonchus* и *Ancyrocephalus*. Наиболее заражены моногенами карповые рыбы. У леща и плотвы их семь видов, у густеры и красноперки по пять видов, укляя, карась и пескарь имеют по одному виду (табл. 1). Видовой состав дактилогирид в отдельные годы очень обеднен. На леще и плотве, как правило, отмечается 2–3 вида дактилогирусов. Наиболее постоянными видами, чаще всего обнаруживаемыми у них, являются *Dactylogyrus sphyrna* и *D. extensus*, а у плотвы – *D. wunderi*. Эти виды показывают значительную экстенсивность инвазии. Остальные виды этого рода встречаются периодически с очень низкими показателями инвазии. Моногении рода *Dactylogyrus* специфичны к карповым рыбам и могут встречаться на нескольких видах или родах этого семейства (Гусев, 1973). У рыб других семейств эти моногении не встречены.

Таблица 1. Фауна моногений в рыбах Вислинского залива, реках Преголи и Прохладной

Паразит	Хозяин	Водный объект					
		Вислинский залив		р. Преголя		р. Прохладная	
		ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.
<i>Dactylogyrus sphyrna</i> Linstow, 1878	Лещ	50.6	1-12	-	-	41.7	1-3
	Плотва	12.7	1-3	-	-	10.2	1-4
	Густера	27.7	1-3	31.5	1-4	24.2	1-2
	Укляя	20.1	1-2	33.3	1-2	25.0	1-2
<i>D. extensus</i> Mueller et Van Cleave, 1932	Красноперка	16.6	1-2	-	-	-	-
	Лещ	22.6	3-9	-	-	-	-
	Плотва	21.8	1-14	27.2	1-5	-	-
<i>D. falcatus</i> (Wedl, 1857)	Густера	22.2	1-2	-	-	-	-
	Лещ	14.0	1-7	9.5	1-3	-	-
<i>D. wunderi</i> Bychowsky, 1931	Густера	-	-	-	-	6.1	1-3
	Лещ	7.3	1-3	14.2	1-2	5.8	1
	Плотва	20.0	1-2	-	-	-	-
<i>D. zandti</i> Bychowsky, 1933	Карась	58.3	1-5	-	-	-	-
	Лещ	8.6	1-3	9.5	1	-	-
	Лещ	6.0	1-2	-	-	-	-
<i>Dactylogyrus nanus</i> Dogiel et Bychowsky, 1934	Плотва	12.7	1-2	-	-	-	-
	Красноперка	22.2	1-2	20.0	1-2	20.0	1-2
<i>D. fallax</i> Wagener, 1857	Плотва	-	-	-	-	15.1	1-3
	Густера	-	-	21.1	1-2	27.2	1-3
<i>D. difformis</i> Wagener, 1857	Красноперка	22.2	1-2	26.6	1-2	26.6	1-2

Паразит	Хозяин	Водный объект					
		Вислинский залив		р. Преголя		р. Прохладная	
		ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.
<i>D. similis</i> Wegener, 1910	Густера	-	-	-	-	21.2	1-2
<i>D. alatus f. typica</i> Linstow, 1878	Густера	-	-	-	-	9.1	1-2
<i>D. crucifer</i> Wagener, 1857	Плотва	-	-	-	-	43.7	1-6
<i>D. cornu</i> Linstow, 1878	Густера	-	-	-	-	6.1	1-2
<i>D. auriculatus</i> (Nordmann, 1832)	Лещ	-	-	14.2	1-2	-	-
<i>Tetraonchus monenteron</i> (Wagener, 1857)	Щука	75.0	1-3	25.0	1-2	-	-
<i>Ancyrocephalus paradoxus</i> Creplin, 1839	Судак	37.5	1-3	-	-	-	-
<i>Gyrodactylus carassii</i> Malmberg, 1957	Плотва	-	-	-	-	10.2	1-2
	Уклея	-	-	-	-	18.7	1-2
<i>G. gobii</i> Schulman, 1953	Пескарь	33.3	1-6	-	-	-	-
<i>G. magnificus</i> Malmberg, 1957	Гольян	-	-	-	-	2/3	2
<i>G. lotae</i> Gussev, 1953	Налим	-	-	-	-	28.6	1-3
<i>Paradiplozoon bliccae</i> (Reichenbach-Klinke, 1961)	Красноперка	-	-	-	-	33.3	1-3
	Лещ	-	-	100	1-5	58.8	1-4
	Густера	66.6	1-4	68.4	1-4	27.2	1-2
<i>P. homoion homoion</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	Красноперка	94.4	1-3	-	-	100	1-2
	Плотва	38.2	1-4	51.5	1-3	47.0	1-2
	Лещ	98.0	1-2	90.0	1-2	70.6	1-2
	Густера	94.1	1-5	84.2	1-3	48.4	1-2
<i>P. rutili</i> (Glaser, 1967)	Плотва	9.1	1-3	36.3	1-3	-	-
<i>Diplozoon scardini</i> Komarova, 1966	Красноперка	33.3	1-3	-	-	-	-
<i>D. paradoxum</i> Nordmann, 1832	Плотва	14.6	2-8	42.4	1-4	44.1	1-2
	Лещ	-	-	100	1-3	88.2	1-2
	Густера	50.0	1-2	-	-	24.2	1-2
	Окунь	48.6	1-4	47.8	1-3	50.0	1-4
	Угорь	86.7	4-50	-	-	-	-
Итого видов: 24		16		13		15	

Рыбы залива значительно заражены моногенами родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon*. Они встречаются на большинстве исследованных рыб с экстенсивностью, достигающей до 98% у леща и 94.4% у густеры и красноперки. Виды моногеней родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon* проявляют специфичность к карповым рыбам, но, по мнению И.А. Хотеновского, они еще молоды по происхождению и могут встречаться на других рыбах (Хотеновский, 1985). Так *Diplozoon paradoxum* был обнаружен нами у окуня и угря. Причем угорь заражен на 86.7% с интенсивностью инвазии до 50 экз. паразита на хозяине.

На судаке и щуке обнаружены специфичные для них виды *Ancyrocephalus paradoxus* и *Tetraonchus monenteron*.

Из рода *Gyrodactylus* обнаружен единственный вид – специфичный паразит пескаря *G. gobii*. За все время исследований в заливе других представителей этого рода не обнаружено.

Все найденные виды моногеней – пресноводного происхождения. Колебания видового состава дактилогирусов, практически отсутствие гиродактилулов и повышенная численность парадиплозонов и диплозоеид позволяют предположить, что на жизнедеятельность моногеней оказывает непосредственное воздействие качество воды в заливе.

Поскольку Вислинский залив – водоем солоноватоводный нельзя не учитывать влияние солености на паразитов рыб. По мнению В.А. Догеля (1958) повышение солености воды в первую очередь сказывается на эктопаразитах, замедляя их развитие и приводя к гибели. Именно колебания солености в разные годы негативно сказывались на видовом составе дактилогирид, особенно гиродактилид. Эти моногенеи, реагируя на изменения солености воды, не могут не реагировать на попадание в залив бытовых и промышленных стоков.

По мнению Е.А. Богдановой (1995) моногенеи родов *Gyrodactylus* и *Dactylogyrus* относятся к группе ихтиопаразитов не устойчивых или слабоустойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды. Низкие показатели зараженности рыб этими паразитами свидетельствуют об ухудшении среды обитания рыб и соответственно их паразитов, что связано с попаданием в водоем токсических отходов промышленных предприятий и коммунально-бытовых стоков.

Некоторую устойчивость к повышению солености воды и, возможно, к промышленным и бытовым стокам проявляют лишь моногеней родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon*. Поэтому они и инвазируют рыбу с наибольшими экстенсивностью и интенсивностью, постоянно присутствуя на рыбах залива, заражая даже угря и окуня. Учитывая высокую интенсивность инвазии угря можно предположить, что придонные слои воды и донные отложения загрязнены сильнее, чем поверхностные.

По мнению ряда авторов *Diplozoon paradoxum* может быть использован в качестве индикатора загрязнения водоемов (Жохов, 1987; Куперман, 1992; Богданова, 1993, 1995).

Обращает на себя внимание низкая интенсивность инвазии большинством видов моногеней. По всей вероятности это связано с наличием в водах залива токсичных для этих организмов веществ, а также с повышенной мутностью воды. Взвешенные в воде частицы, оседая на ресничном аппарате онкомирацидиев замедляют движение и снижают их возможности при поиске хозяина (Евдокимова, 2009).

Моногеней на рыбах р. Преголи обнаружено 13 видов, из них восемь видов рода *Dactylogyrus*, три вида рода *Paradiplozoon* и по одному виду из родов *Diplozoon* и *Tetraonchus* (табл. 1). Виды рода *Dactylogyrus* паразитируют на карповых рыбах с низкими показателями экстенсивности, интенсивности инвазии, находятся в угнетенном состоянии. Дактилогириды при неблагоприятных условиях среды снижают свою численность. Напротив, виды родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon* показывают высокую экстенсивность инвазии. Так у леща она достигает 100.0%, у густеры – 84.2%. Несколько меньше зараженность этими паразитами у плотвы: от 36.6% (*P. rutili*) до 51.5% (*P. homoion homoion*).

Моногеней в рыбах р. Прохладной обнаружено 15 видов. Присутствуют 9 видов рода *Dactylogyrus*. Из них четыре вида: *Dactylogyrus similis*, *D. alatus f. typica*, *D. cornu* и *D. crucifer* найдены на жабрах густеры (3 вида) и плотвы (1 вид) только в Прохладной. В рыбах Вислинского залива и р. Преголи эти виды не встречаются.

Род *Gyrodactylus* в реке насчитывает три вида: *G. lotae*, специфичный паразит налима, *G. magnificus*, найденный на плавниках гольяна и *G. carassii*, обнаруженный у уклей и плотвы. Все три вида оксифильны и обитают на рыбе в водоемах с чистой водой. Встречены только на рыбах р. Прохладной.

Паразитирующие на рыбах реки два вида рода *Paradiplozoon* (*P. blicca* и *P. homoion homoion*) и *Diplozoon paradoxum* широко встречаются в рыбах Вислинского залива и р. Преголи. В р. Прохладной они заражают кроме карповых, окуня. При высокой экстенсивности инвазии интенсивность невелика.

По фауне моногеней можно считать р. Прохладную достаточно чистой, мало затронутой процессами эвтрофикации.

В изучаемых водоемах нами обнаружено 24 вида моногеней. Из них 13 видов дактилогирид, 4 вида гиродактилид, 3 вида парадиплозоид, два вида диплозоид и по одному виду анцироцефалид и тетраонхид.

Распределены по комплексам 24 вида или 100.0% всех моногеней. Критерием их распределения мы приняли ареал, принадлежность к хозяевам, экологические факторы. В фауне моногеней представлены три фаунистических комплекса: бореально-равнинный, бореально-предгорный и арктический пресноводный (табл. 2).

Бореально-равнинный фаунистический комплекс оказался наиболее богатым по количеству видов – 22. Основную его часть (59.1%) составляют представители рода *Dactylogyrus* (13 видов). Это объясняется специфичностью рода к карповым рыбам, которые составляют большинство в ихтиофауне данных водоемов. Со времени появления в водоемах Прибалтики карповых рыб с ними пришла и фауна моногеней.

Такой же специфичной к карповым рыбам группой моногеней являются диплозоиды и парадиплозоиды (*Diplozoon* и *Paradiplozoon*). Основная масса палеарктических диплозоид представлена в Средиземноморской подобласти. Обеднение фауны этих моногеней идет с запада на восток (Хотеновский, 1985).

В бореально-равнинном фаунистическом комплексе моногеней в исследуемых водоемах представлены только двумя экологическими группами: палеарктической (8 видов) и понто-каспийской (14 видов). Это можно объяснить тем, что в большинстве это паразиты карповых рыб и их расселение шло вместе с хозяевами от Понто-Каспийского бассейна и долины Дуная.

Наибольшее количество видов моногеней бореально-равнинного фаунистического комплекса было обнаружено на рыбах Вислинского залива (16 видов). Несколько меньше представителей этого комплекса найдено в рыбах рек Прохладной и Преголи (по 13 видов).

Бореально-предгорный фаунистический комплекс представлен единственным видом *Gyrodactylus magnificus*, единично встречающимся на гольяне р. Прохладной.

Один вид относится к арктическому пресноводному фаунистическому комплексу. Это *Gyrodactylus lotae*, найденный в р. Прохладной, узкоспецифичный паразит налима.

Таблица 2. Распределение моногеней рыб рек Прохладной, Преголи и Вислинского залива по фаунистическим комплексам

Фаунистический комплекс	Экологическая группа	Вид паразита	Водный объект		
			р.Прохладная	р.Преголя	Вислинский залив
Бореально-равнинный	Палеарктическая	<i>Dactylogyrus sphyrna</i>	+	+	+
		<i>D.nanus</i>	-	-	+
		<i>D.crucifer</i>	+	-	-
		<i>D.extensus</i>	-	+	+
		<i>Tetraonchus monenteron</i>	-	+	+
		<i>Ancyrocephalus paradoxus</i>	-	-	+
		<i>Gyrodactylus carassii</i>	+	-	-
		<i>Diplozoon paradoxum</i>	+	+	+
	Понто-каспийская	<i>Dactylogyrus similis</i>	+	-	-
		<i>D.alatus f.typica</i>	+	-	-
		<i>D.fallax</i>	+	+	+
		<i>D.falcatus</i>	+	+	+
		<i>D.auriculatus</i>	-	+	-
		<i>D.difformis</i>	+	+	+
		<i>D.cornu</i>	+	-	-
		<i>D.wunderi</i>	+	+	+
		<i>D.zandti</i>	-	+	+
		<i>Gyrodactylus gobii</i>	-	-	+
		<i>Paradiplozoon bliccae</i>	+	+	+
		<i>P.homoion homoion</i>	+	+	+
<i>P.rutili</i>	-	+	+		
<i>D.scardini</i>	-	-	+		
Бореально-предгорный	<i>Gyrodactylus magnificus</i>	+	-	-	
Арктический пресноводный	<i>Gyrodactylus lotae</i>	+	-	-	
Итого видов: 24			15	13	16

Состав фауны моногеней в исследуемых водоемах достаточно однообразен и представлен в основном бореально-равнинным фаунистическим комплексом. В нем присутствуют только две экологические группы: палеарктическая и понто-каспийская. В распределении паразитов по обеим группам прослеживается небольшое преобладание понто-каспийской экологической группы. В реке Прохладной помимо бореально-равнинного фаунистического комплекса присутствуют по одному представителю из бореально-предгорного и арктического пресноводного фаунистических комплексов.

В рыбах Вислинского залива встречены моногеней только бореально-равнинного фаунистического комплекса. Причем палеарктическая экологическая группа имеет шесть видов моногеней и понто-каспийская экологическая группа – 10 видов.

Моногеней рыб залива и обеих рек имеют пресноводное происхождение, поэтому снижение их численности на рыбах залива зависят от колебания солености воды. Повышенная инвазия рыб в заливе представителями родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon* может свидетельствовать о загрязнении воды отходами промышленных предприятий и коммунально-бытовыми стоками, к которым диплозоиды проявляют некоторую устойчивость, в то время как другие виды моногеней к ним очень чувствительны.

Список литературы

- Богданова Е.А. Паразиты рыб как биоиндикаторы токсикологической ситуации в водоеме / Е.А. Богданова. Л.: Изд. ГОСНИОРХ, 1993. С. 23.
- Богданова Е.А. Паразитофауна и заболевания рыб крупных озер Северо-Запада России в период антропогенного преобразования их экосистем / Е.А. Богданова. СПб., 1995. С. 138.
- Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. Л., 1985. 123 с.
- Гусев А.В. Методика сбора и обработки материалов по моногеней, паразитирующим у рыб / А.В. Гусев. Л., 1983. 47с.
- Догель В.А. Паразитофауна и окружающая среда. Некоторые вопросы экологии паразитов пресноводных рыб / В.А. Догель // Основные проблемы паразитологии рыб. Л.: Изд. ЛГУ, 1958. С. 9–55.

- Евдокимова Е.Б. Значение паразитологических исследований в оценке состояния водоемов (на примере Вислинского залива Балтийского моря) // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 130.
- Жохов А.Е. Влияние химического загрязнения воды на гельминтологическую ситуацию в водоемах: автореф. дисс... канд. биол. наук: 03.00.19. Паразитология / МГУ им. Ломоносова; А.Е. Жохов. М., 1987. 20 с.
- Заостровцева С.К. Анализ паразитофауны рыб Вислинского залива (Балтийское море) // Биология внутр. вод. 2009. №4. С. 87–92.
- Кропинова Е.Г. Зонирование территории Калининградской области для целей охраны природы / Е.Г. Кропинова // Экологические проблемы Калининградской области: сб. научн. тр. / Калинингр. ун-т. Калининград, 1997. 110 с.
- Куперман Б.И. Паразиты рыб, как биоиндикаторы загрязнения водоемов / Б.И. Куперман // Паразитология. С-Пб.: Наука, 1992. Т. 26, вып. 6. С. 479–482.
- Хотеновский И.А. Моногенеи подотряд Ostromacrinea Khotenovsky. Фауна СССР / И.А. Хотеновский. Л., 1985. 263 с.

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ *BUCCINUM HYDROPHANUM* БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Д.В. Захаров

Одним из наиболее массовых видов сем. Buccinidae является *Buccinum hydrophanum* Hancock, 1846, однако подробного описания его распределения в Баренцевом море проведено не было. В связи с чем была поставлена цель – проанализировать особенности распределения и некоторые аспекты структурной организации популяции *B. hydrophanum* в Баренцевом море.

Материалом для наших исследований послужили сборы из четырех научно-исследовательских рейсов: научно-исследовательских судов ПИНРО «Ф. Нансен» в 2005 и 2006 гг., «Смоленск» – 2006 г. и «Вильнюс» – 2007 г. Район исследования охватывает северо-западную, северную и юго-восточную часть Баренцева моря. Бентос отбирался из уловов учетного донного трала «Campelen-1800», с площадью облова 20 тыс. м² за стандартное 15 минутное траление. Моллюски определялись до вида, для каждого экземпляра устанавливалась высота раковины, вес моллюска и его пол. Всего было проанализировано 334 пробы, 5571 экз. моллюсков, из них 831 определен как *B. hydrophanum*.

Особь *B. hydrophanum* в районе исследования были встречены на 112 (24.5%) станциях. Наиболее часто моллюски встречались в северной части моря, где была обнаружена наибольшая масса улова 2093.69 г/15 мин. траления. В юго-восточной части исследуемой акватории вид встречался крайне редко, и не образовывал высоких значений биомасс, здесь же была обнаружена станция с наименьшим значением улова данного вида 0.972 г/15 мин. траления. В среднем по району масса улова составила 27.11 ± 7.32 г/15 мин. траления. Максимальная численность данного вида, совпадает с максимумом биомассы, и обнаружена в северной части Новоземельского мелководья и составила 270 экз./15 мин. траления.

Высота раковины у проанализированных особей колебалась от 14.36 до 76.3 мм. Средний размер особи составляет 34.8 ± 0.5 мм. Анализ размерно-частотного распределения показал, что основу поселений данного вида составляют особи модальной группы от 20 до 35 мм. По данным Голикова (1980) к данной размерной группе относятся половозрелые моллюски от 0.5 до 1.5 лет жизни. Размерно-весовая зависимость моллюсков по нашим данным описывается степенной функцией $y = 0.0002X^{2.7536}$ при $R^2 = 0.9568$.

В материале преобладают самки, на их долю приходится 64% от общего количества особей. Существенных различий в соотношении размера и веса между моллюсками противоположных полов не найдено. Особенности в распределении самцов и самок в районе исследования не обнаружено.

Таким образом, было выявлено, что *B. hydrophanum* чаще всего встречался в северной части Баренцева моря. Наибольший улов данного вида тралом «Campelen-1800» может составить около 2 кг. Основу уловов составляют половозрелые самки возрастом до двух лет и высотой раковины от 20 до 35 мм.

МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ В ЭПИБИОЗЕ РАКОВИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* (BIVALVIA) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Л.В. Зверева, О.Г. Борзых

Институт биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, zvereva_lv@mail.ru

Впервые проведено микологическое обследование тихоокеанской (гигантской) устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (Bivalvia) в заливе Петра Великого Японского моря. Изучен таксономический состав мицелиальных грибов в обрастании створок раковины *Crassostrea gigas*.

Тихоокеанская устрица является ценным ресурсным видом двустворчатых моллюсков, объектом промысла и культивирования в Приморье (Регулев, 2009).

Внимание исследователей к изучению микроскопических грибов, развивающихся на створках раковины устриц, связано с тем, что устрицы подвержены болезни раковины, вызываемой паразитическим грибом *Ostracoblabe implexa* (McGladdery et al., 1993) как в природных популяциях, так и при искусственном выращивании моллюсков. В Черном море отмечена раковинная болезнь устриц во всех устричных банках, поражающая до 80% особей (Губанов, 1988; Пиркова, Дёменко, 2008).

Цель данного исследования – изучить таксономический состав мицелиальных грибов, развивающихся на створках раковины тихоокеанской устрицы.

Материалы и методы

Моллюски были собраны водолазным методом в открытых водах залива Петра Великого у острова Рикорда на глубине 3–4 м в апреле 2010 г.

Раздробленные створки промывали в стерильной морской воде в 3-х кратной повторности, затем вымачивали в течение 2 часов в стерильной морской воде с добавлением антибиотиков – пенициллина и стрептомицина (500 тыс. ед./л и 0.5 г/л, соответственно) с целью подавления сопутствующей бактериальной флоры. Затем кусочки раковины отмывали от раствора антибиотиков и помещали на поверхность агаризованной питательной среды. Использовали 2 питательные среды: сусло-агаровую и среду Чапека с пептоном (Литвинов, Дудка, 1975; Артемчук, 1981).

Выросшие колонии микроскопических грибов идентифицировали с помощью ключей-определителей (Thom, Raper, 1949; Ellis, 1971; Ainsworth et al., 1973; Егорова, 1986; Integration of Modern Taxonomic..., 2000; Пивкин, Зверева, 2000; и др.).

Результаты и обсуждение

На створках раковины *Crassostrea gigas* было обнаружено 11 видов мицелиальных грибов, 7 видов идентифицировано (таблица). Данные виды являются анаморфными микромицетами (*Anamorphic fungi*) семейств Dematiaceae (3 вида: *Alternaria alternata*, *A. litorea*, *A. tenuissima*), Moniliaceae (2 вида: *Penicillium digitatum* var. *californicum*, *Trichoderma aureoviride*), Tuberculariaceae (2 вида: *Fusarium oxisporum* var. *orthoceras*, *F. lateritium*) (таблица). Виды, отмеченные нами как *Mycelia Sterilia* (4 вида), формировали лишь мицелий без образования спораношений, однако по морфологии колоний отличались друг от друга (таблица).

Таблица. Таксономический состав мицелиальных грибов в эпибиозе раковины тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в заливе Петра Великого Японского моря

Таксон гриба	Раковина <i>Crassostrea gigas</i>	
	Сусло-агаровая среда	Среда Чапека с пептоном
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	+	-
<i>A. litorea</i> (Pivkin et Zvereva) Ging.	+	-
<i>A. tenuissima</i> (Kunze ex Pers.) Wiltshire	-	+
<i>Fusarium oxisporum</i> var. <i>orthoceras</i> (App. Et Wr.) Bilai	+	+
<i>F. lateritium</i> Nees	+	-
<i>Penicillium digitatum</i> Sacc. var. <i>californicum</i> Thom.	-	+
<i>Trichoderma aureoviride</i> Rifai	+	-
<i>Mycelia Sterilia</i> 1	-	+
<i>Mycelia Sterilia</i> 2	-	+
<i>Mycelia Sterilia</i> 3	-	+
<i>Mycelia Sterilia</i> 4	-	+
Итого:	11	7

Видовое обилие мицелиальных грибов, обнаруженное на створках раковины тихоокеанской устрицы, невелико вследствие биологии данного вида, поселяющегося на твердых грунтах: скалистом, галечно-валунном и т.д. Состав мицелиальных грибов – ассоциантов гидробионтов коррелирует с таковым морских грунтов в местах обитания животных (Пивкин, 2000; Зверева, Высоцкая, 2007; Zvereva, 2007). В свою очередь, согласно данным Пивкина с соавторами (Пивкин и др., 2005), видовое обилие мицелиальных грибов грунтов зависит от их гранулометрического состава и содержания органического вещества: наибольшее количество видов грибов обнаружено в илистых и илисто-песчаных грунтах, наименьшее – на каменистых грунтах.

Обнаруженные на створках раковины устрицы мицелиальные грибы относятся к группе условно-патогенных микроорганизмов и способны вызывать микозы и микотоксикозы макроорганизмов, в частности виды рода *Penicillium*, *Trichoderma* (Sallenave-Namont et al., 2000), виды рода *Fusarium*, которые вызывают инфекционные заболевания молоди ракообразных (Sindermann, Lightner, 1988).

Выводы

1. Впервые проведено микологическое обследование раковин тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в заливе Петра Великого Японского моря. Обнаружено 11 видов мицелиальных анаморфных грибов, 7 видов идентифицировано, 4 вида представлены стерильным мицелием.
2. Выявленные виды относятся к группе условно-патогенных и токсикогенных грибов.

Исследования морских мицелиальных грибов поддержаны грантами Президиума РАН и ДВО РАН «Микробная биосфера» ДВО-1 № 09-И-П15-04, ДВО-3 № 09-III-A-06-201, ДВО-1 «Мониторинг биоразнообразия залива Петра Великого Японского моря» № 09-И-П23-01, ДВО-1 № 09-И-П15-03, ФЦП «Мировой океан» № 01.420.1.2.0003, 2008-2012.

Список литературы

- Артемчук Н.Я. Микофлора морей СССР. М.: Наука. 1981. 192 с.
- Губанов В.В. Пораженность устриц раковинной болезнью на марихозяйствах и естественных банках в различных районах Черного моря // III Всесоюзная конференция по морской биологии: Тез. Докл. Севастополь, окт. 1988. Киев, 1988. Ч. II. С. 58–59.
- Егорова Л.Н. Почвенные грибы Дальнего Востока. Гифомицеты. Л.: Наука. 1986. 191 с.
- Зверева Л.В., Высоцкая М.А. Биоразнообразие мицелиальных грибов залива Петра Великого (Японское море) и его динамика под действием природных и антропогенных факторов // В кн.: Реакция морской биоты на изменения природной среды и климата. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 104–129.
- Литвинов М.А., Дудка И.А. Методы исследования микроскопических грибов пресных и соленых (морских) водоемов. Л.: Наука, 1975. 151 с.
- Пивкин М.В., Зверева Л.В. Грибы родов *Alternaria* и *Ulocladium* в акватории залива Петра Великого (Японское море) // Микология и фитопатология. 2000. Т. 34, вып. 6. С. 38–44.
- Пивкин М.В., Худякова Ю.В., Кузнецова Т.А., Сметанина О.Ф., Полохин О.В. Грибы аквапочв прибрежных акваторий Японского моря в южной части Приморского края // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39. Вып. 6. С. 50–61.
- Пиркова А.В., Дёменко Д.П. Случай раковинной болезни у гигантской устрицы *Crassostrea gigas* (Bivalvia), культивируемой в Черном море // Биология моря. 2008. Т. 34. № 5. С. 351–359.
- Регулев В.Н. Выращивание тихоокеанской устрицы на юге Приморского края. 2009 // <http://fishretail.ru/blog?authorId=5178>
- Ainsworth G.C., Sparrow F.K., Sussman A.S. The fungi. V. 4A.: A taxonomic review with keys: *Ascomycetes* and *Fungi Imperfecti*. New York: Academic Press, 1973. 621 p.
- Ellis M.B. Dematiaceous hyphomycetes. Kew. Surrey. England. 1971. 608 pp.
- Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification. Edited by Samson R.A., J.I. Pitt. Harwood Academic Publishers. 2000. 510 pp.
- McGladdery S.E., Deinnan R.E., Stephenson M.F. Oyster parasites, pest and diseases. Shell Disease (*Ostracoblabe implexa*) // A Manual of parasites, pest and diseases of Canadian Atlantic bivalves. 1993. P. 59–61.
- Pivkin M.V. Filamentous Fungi Associated with Holothurians from the Sea of Japan, off the Primorye Coast of Russia // Biol. Bull. 2000. V. 198. P. 101–109.
- Sallenave-Namont C., Pouchus Y.F., Robiou du Pont T., Lassus P., Verbist J.F. Toxigenic saprophytic fungi in marine shellfish farming areas // Mycopathologia. 2000. V. 149. P. 21–25.
- Sindermann C.J., Lightner D.V. Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. Elsevier Science Publishers: Amsterdam – New-York – London. 1988. 431 pp.
- Thom C., Raper K.B. A manual of the *Penicillia*. Baltimore. 1949. 875 pp.
- Zvereva L.V. Biodiversity of filamentous fungi in Peter the Great Bay of the Sea of Japan and its dynamics under the effect of natural and anthropogenic factors // Biodiversity of the Marginal Seas of the Northwestern Pacific Ocean. Proceedings of the Workshop, Institute of Oceanology CAS, Qingdao, China, November 21–23, 2007. Asia – Pacific Network for Global Change Research (“APN 2007”). Qingdao. 2007. P. 41–44.

КОМПЛЕКСЫ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ – АССОЦИАНТОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* И ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ *MYTILUS TROSSULUS* В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Л.В. Зверева, О.Г. Борзых

Институт биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, zvereva_lv@mail.ru

Проведено микологическое обследование двустворчатых моллюсков приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) и тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Gould) из различных районов залива Петра Великого Японского моря. Данные виды моллюсков являются ценными ресурсными видами гидробионтов, объектами промысла и широкомасштабного культивирования во многих странах, и в том числе, в прибрежных водах Дальнего Востока России (Ivin et al., 2006).

Цель работы – изучить таксономический состав мицелиальных грибов – ассоциантов двустворчатых моллюсков приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* и тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* из различных по степени антропогенного воздействия районов залива Петра Великого Японского моря.

Местом отбора моллюсков для исследований были выбраны акватории Амурского залива, подверженные промышленно-бытовым стокам г. Владивостока, и относительно чистые акватории залива Восток (Огородникова, 2001).

Результаты и обсуждение

Установлен таксономический состав мицелиальных грибов – ассоциантов двустворчатого моллюска *Mizuhopecten yessoensis*. Из внутренних органов приморского гребешка из относительно чистых биотопов залива Восток выделены изоляты 18 видов мицелиальных грибов из 7 родов, из них 17 видов анаморфных микромицетов из родов *Penicillium* (5 видов), *Cladosporium* (5), *Aspergillus* (3), *Trichoderma* (1), *Alternaria* (2), *Aureobasidium* (1), 1 – зигомицет из рода *Rhizopus* (таблица).

Таблица. Сравнительная характеристика комплексов мицелиальных грибов – ассоциантов двустворчатых моллюсков *Mizuhopecten yessoensis* и *Mytilus trossulus* из различных районов залива Петра Великого Японского моря

Роды грибов	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>		<i>Mytilus trossulus</i>	
	Амурский залив	Залив Восток	Амурский залив	Залив Восток
	Кол-во видов	Кол-во видов	Кол-во видов	Кол-во видов
Ascomycota				
<i>Arachnotheca</i>	1	-	-	-
<i>Chaetomium</i>	1	-	2	1
Anamorphic fungi				
<i>Acremonium</i>	4	-	1	-
<i>Alternaria</i>	-	2	1	-
<i>Aspergillus</i>	5	3	4	3
<i>Aureobasidium</i>	-	1	-	-
<i>Beauveria</i>	1	-	-	-
<i>Blastobotrys</i>	1	-	-	-
<i>Chrysosporium</i>	1	-	-	-
<i>Cladosporium</i>	1	5	2	3
<i>Geomyces</i>	1	-	1	-
<i>Monilia</i>	1	-	-	-
<i>Myriotheceium</i>	1	-	-	-
<i>Oidiodendron</i>	1	-	1	-
<i>Penicillium</i>	5	5	6	7
<i>Periconia</i>	1	-	-	-
<i>Phialophorophoma</i>	1	-	-	-
<i>Scopulariopsis</i>	2	-	1	-
<i>Trichoderma</i>	-	1	1	1
Zygomycota				
<i>Pilaira</i>	1	-	-	-
<i>Rhizopus</i>	-	1	-	1
Итого:	21	29	20	16

Комплекс мицелиальных грибов – ассоциантов приморского гребешка из биотопов Амурского залива составляет 29 видов грибов из 17 родов, из них виды анаморфных микромицетов из родов *Penicillium* (5 видов), *Aspergillus* (5), *Acremonium* (4 вида), *Scopulariopsis* (2), каждый из остальных 10 родов анаморфных грибов представлен 1 видом, а также обнаружены 2 вида сумчатых грибов из родов *Arachnotheca* и *Chaetomium* и один зигомицет из рода *Pilaira* (таблица).

Установлен таксономический состав мицелиальных грибов – ассоциантов двустворчатого моллюска *Mytilus trossulus*. Из внутренних органов тихоокеанской мидии из относительно чистых биотопов залива Восток выделены изоляты 16 видов мицелиальных грибов из 6 родов, из них 14 видов анаморфных микромицетов из родов *Penicillium* (7 видов), *Cladosporium* (3), *Aspergillus* (3), *Trichoderma* (1), 1 сумчатый гриб из рода *Chaetomium*, 1 – зигомицет из рода *Rhizopus* (таблица).

Комплекс мицелиальных грибов – ассоциантов тихоокеанской мидии из биотопов Амурского залива составляет 20 видов из 10 родов, из них 18 видов анаморфных микромицетов из родов *Penicillium* (6 видов), *Aspergillus* (4), *Cladosporium* (2), остальные 6 родов анаморфных грибов представлены по 1 виду, а также 2 вида сумчатых грибов из рода *Chaetomium* (таблица).

Обнаруженные в обследованных двустворчатых моллюсках мицелиальные грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Chaetomium* и др. относятся к группе условно-патогенных и токсикогенных микроорганизмов, способных вызывать микозы и микотоксикозы гидробионтов. Проведенные нами ми-

колого-токсикологические исследования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* с использованием метода иммуно-ферментного анализа (ИФА) показали, что во внутренних органах моллюсков накапливаются микотоксины – афлатоксины, продуцируемые мицелиальным грибом *Aspergillus flavus* Link (Зверева и др., 2009).

Миколого-токсикологические исследования мускула *Mytilus edulis* показывают, что присутствие токсигенных грибов в моллюсках представляет реальный риск отравления при употреблении зараженных морепродуктов (Sallenave-Namont et al., 2000; Grovel et al., 2003).

Микобиотический мониторинг моллюсков из различных районов залива Петра Великого Японского моря показал, что видовое обилие условно – патогенных и токсинообразующих мицелиальных грибов, в первую очередь грибов рода *Aspergillus*, во внутренних органах двустворчатых моллюсков возрастает в загрязненных прибрежных водах (Зверева, Высоцкая, 2005, 2007; Зверева, 2007; Zvereva, 2007, 2008; Зверева, Ушева, 2009).

Исследования морских мицелиальных грибов поддержаны грантами Президиума РАН и ДВО РАН «Микробная биосфера» ДВО-1 № 09-И-П15-04, ДВО-3 № 09-III-A-06-201, ДВО-1 «Мониторинг биоразнообразия залива Петра Великого Японского моря» № 09-И-П23-01, ДВО-1 № 09-И-П15-03, ФЦП «Мировой океан» № 01.420.1.2.0003, 2008-2012.

Список литературы

- Зверева Л.В. Условно-патогенные и токсигенные мицелиальные грибы – ассоцианты двустворчатых моллюсков // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов – 2: Расширенные материалы Международной научно-практической конференции, Борок, 17–20 июля 2007 г. М.: Россельхозакадемия. 2007. С. 34–36.
- Зверева Л.В., Высоцкая М.А. Мицелиальные грибы – ассоцианты двустворчатых моллюсков из загрязненных биотопов Уссурийского залива // Биология моря. 2005. Т. 31. № 6. С. 443–446.
- Зверева Л.В., Высоцкая М.А. Биоразнообразие мицелиальных грибов залива Петра Великого (Японское море) и его динамика под действием природных и антропогенных факторов // В кн.: Реакция морской биоты на изменения природной среды и климата. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 104–129.
- Зверева Л.В., Стоник И.В., Орлова Т.Ю., Чикаловец И.В. Миколого-токсикологические исследования двустворчатых моллюсков // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2009. Т. 114. Вып. 3. Прил. 1. Ч. 1. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. 2009. С. 322–324.
- Зверева Л.В., Ушева Л.Н. Миколого-гистопатологические исследования двустворчатых моллюсков // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2009. Т. 114. Вып. 3. Прил. 1. Ч. 1. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. 2009. С. 325–329.
- Огородникова А.А. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2001. 193 с.
- Grovel O., Y.F. Pouchus, J.-F. Verbist. Accumulation of gliotoxin, a cytotoxic mycotoxin from *Aspergillus fumigatus*, in blue mussel (*Mytilus edulis*) // Toxicon. 2003. № 42. P. 297–300.
- Ivin V.V., Kalashnikov V.Z., Maslennikov S.I., Tarasov V.G. Scallop Fisheries and Aquaculture of Northwestern Pacific, Russian Federation // In: Scallop: Biology, Ecology and Aquaculture. (Ed. S.E. Shumway and G.J. Parsons). Elsevier Science Publishers: Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford – Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sidney – Tokyo. 2006. P. 1163–1224.
- Sallenave-Namont C., Pouchus Y.F., Robiou du Pont T., Lassus P., Verbist J.F. Toxigenic saprophytic fungi in marine shellfish farming areas // Mycopathologia. 2000. V. 149. P. 21–25.
- Zvereva L.V. Biodiversity of filamentous fungi in Peter the Great Bay of the Sea of Japan and its dynamics under the effect of natural and anthropogenic factors // Biodiversity of the Marginal Seas of the Northwestern Pacific Ocean: Proceedings of the Workshop, Institute of Oceanology CAS, Qingdao, China, November 21-23, 2007. Qingdao: IOCAS, 2007. P. 41–44.
- Zvereva L.V. Mycobiota associated with commercially valuable species of seaweeds and invertebrates in the Russian waters of the Sea of Japan // Marine Biodiversity and Bioresources of the North-Eastern Asia. Marine and Environmental Research Institute, Cheju National University, Jeju, Korea. 2008. P. 210–213.

МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ – ОПОРТУНИСТЫ ПРИ ПАТОЛОГИЯХ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ *MYTILUS TROSSULUS* (BIVALVIA) ИЗ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Л.В. Зверева, Л.Н. Ушева

Институт биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, zvereva_lv@mail.ru

Проводятся миколого-гистопатологические исследования двустворчатых моллюсков, в том числе тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Gould) с признаками патологии внутренних органов (Зверева, Ушева, 2009). Данный вид моллюсков является ценным объектом промысла и широкомасштабного культивирования во многих странах, и в том числе, в прибрежных водах Дальнего Востока России (Ivin et al., 2006).

Цель исследования – изучение таксономического состава мицелиальных грибов – оппортунистов, выделенных из патологически измененных внутренних органов тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus*.

Задачи исследования.

1. Выявить патологии внутренних органов обследованных двустворчатых моллюсков.
2. Выделить в чистую культуру мицелиальные грибы из моллюсков с патологиями внутренних органов.
3. Определить таксономический состав мицелиальных грибов.
4. Установить характер распределения условно-патогенных и токсикогенных мицелиальных грибов во внутренних органах двустворчатых моллюсков.

Материал и методы

Моллюски были собраны в заливе Восток (залив Петра Великого Японского моря) в акватории, подверженной стоку со свинофермы пос. Авангард в августе 2004 г.

Микологические методы обследования. Участки раковин и отпрепарированные внутренние органы с различными патологиями: жабры, мантия, пищеварительная железа, мускул, гонады в течение двух часов вымачивали в растворе антибиотиков (пенициллина и стрептомицина в концентрации 500 тыс. ед./л и 0.5 г/л) для подавления роста бактерий, затем промывали в стерильной морской воде. Использовали четыре питательные среды: сусло – агаровую среду (15 г/л), среду Чапека (готовая смесь 25 г/л), среду Тубаки (глюкоза – 30 г/л, пептон – 1.0 г/л, дрожжевой экстракт – 0.5 г/л, MgSO₄ – 0.24 г/л, FeSO₄ × 7H₂O – 0.01 г/л, K₂HPO₄ – 1.0 г/л), универсальную питательную среду Сабуро (Артемчук, 1981; Методы ..., 1982). Все питательные среды готовили на профильтрованной морской воде. Инокулированные питательные среды инкубировали при температуре 20 °С. Выросшие в жидких питательных средах колонии пересеивали на агаризованные среды аналогичного состава и идентифицировали. Идентификацию грибов проводили с помощью классических микологических определителей и ключей (Билай, Коваль, 1988; Егорова, 1986; Ainsworth et al., 1973; Integration of Modern Taxonomic..., 2000 и др.)

Штаммы мицелиальных грибов хранятся в Коллекции культур морских грибов Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН.

Гистопатологические методы обследования. В исследованиях использованы классические методы гистологического анализа органов и тканей беспозвоночных (Лилли, 1969; Пирс, 1962).

Материал для гистопатологического анализа был зафиксирован в 10%-м формалине, разведенном морской водой, в течение 1–2 суток. Затем участки тканей моллюсков и штаммов грибов были залиты в парафин с использованием рутинной техники. Парафиновые срезы 5–6 мкм толщиной были окрашены: на общую морфологию тканей – гематоксилином и эозином, азаном по Гейденгайну и трехцветным методом по Маллори.

Результаты и обсуждение

У мидии *Mytilus trossulus* обнаружены деформации раковины и гистопатологические изменения в органах: гемодинамические расстройства кровеносной системы (дилатация сосудов, избыточное кровенаполнение и тромбоз сосудов жабр), воспалительные реакции (образование гранулем), пролиферативные нарушения эпителиальных покровов жабр (гиперплазия и образование крупных сростков между жаберными филаментами).

Из обследованных моллюсков выделены колонии 17 видов мицелиальных грибов (таблица). Данные грибы являются эврибионтными, факультативно морскими (вторичноводными), широко распространенными как в наземных, так и в морских местообитаниях.

Большинство обнаруженных видов относится к группе условно – патогенных грибов (оппортунистов) родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Rhizopus*. Широко известна способность этих видов образовывать микотоксины и вызывать микозы и микотоксикозы животных из наземных и морских местообитаний: *A. flavus* вызывает хронический афлатоксикоз культивируемой в США, Великобритании, Италии радужной форели с опухолевидным пора-

жением печени (гепатомами), *A. flavus* и *A. parasiticus* вызывают афлатоксикоз культивируемых ракообразных, приводящий к некрозу пищеварительной железы (Sindermann, Lightner, 1988). Грибы, принадлежащие к роду *Cladosporium*, изолировали из гиперплазированного эпителия жабр у трески; гифомицет *Hormoconis (Cladosporium) resinae* вызывает изъязвление мышц камбалы (Strongman et al., 1997). *A. fumigatus* продуцирует глиотоксин, накапливающийся в мягких тканях культивируемого во Франции двустворчатого моллюска *Mytilus edulis* (Grovel et al., 2003). Грибы рода *Chaetomium* продуцируют гемолитические токсины и антибиотические метаболиты (Pivkin, 2000).

Таблица. Таксономический состав и распределение мицелиальных грибов на поверхности раковины и во внутренних органах *Mytilus trossulus*

Виды грибов	<i>Mytilus trossulus</i>					
	1*	2	3	4	5	6
<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) W.Gams		+	+	+	+	
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	+					
<i>Aspergillus flavus</i> Link		+	+	+	+	+
<i>A. niger</i> v. Tiegh.		+		+	+	
<i>A. ochraceus</i> K. Wilh.		+	+	+		
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	+					
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	+					
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) B.G. de Vries	+					
<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	+	+	+	+	+	
<i>Geomyces pannorum</i> (Link) Singler et J.W. Carmichl.	+					
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom		+	+	+	+	+
<i>P. commune</i> Thom		+		+	+	+
<i>P. verrucosum</i> Dierckx var <i>verrucosum</i> Samson, Stolk et Hadlock	+	+			+	
<i>Penicillium</i> sp.	+		+	+		+
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.		+	+	+		
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	+					
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.	+					
Итого: 17	10	9	7	9	7	4

Примечание. *1 – поверхность раковины, 2 – мантия, 3 – мускул, 4 – жабры, 5 – пищеварительная железа, 6 – гонады.

Распределение мицелиальных грибов на поверхности раковины и во внутренних органах обследованных моллюсков представлено в таблице.

Наибольшее количество видов грибов обнаружено на раковине, в мантии, пищеварительной железе и жабрах, наименьшее – на гонадах (таблица).

Таким образом, анализ таксономического состава и характера распределения мицелиальных грибов во внутренних органах тихоокеанской мидии показал, что при иммунодефицитных состояниях и патологиях внутренних органов моллюсков в их органах аккумулируются условно-патогенные и токсикогенные мицелиальные грибы.

Исследования морских мицелиальных грибов поддержаны грантами Президиума РАН и ДВО РАН «Микробная биосфера» ДВО-1 № 09-I-П15-04, ДВО-3 № 09-III-A-06-201, ДВО-1 «Мониторинг биоразнообразия залива Петра Великого Японского моря» № 09-I-П23-01, ДВО-1 № 09-I-П15-03, ФЦП «Мировой океан» № 01.420.1.2.0003, 2008-2012.

Список литературы

- Артемчук Н.Я. Микофлора морей СССР. М.: Наука, 1981. 192 с.
 Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Киев: Наук. Думка, 1988. 204 с.
 Егорова Л.Н. Почвенные грибы Дальнего Востока. Гифомицеты. Ленинград: Наука, 1986. 191 с.
 Зверева Л.В., Ушева Л.Н. Миколого-гистопатологические исследования двустворчатых моллюсков // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2009. Т. 114. Вып. 3. Прил. 1. Ч. 1. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. 2009. С. 325–329.
 Лилли Р. Гистологическая техника и практическая гистология. М.: Мир. 1969. 649 с.
 Методы экспериментальной микологии. Справочник. Киев: Изд-во «Наукова Думка», 1982. 550 с.
 Пирс Э. Гистохимия теоретическая и прикладная. М.: Иностранная литература, 1962. 963 с.
 Ainsworth G.C., Sparrow F.K., Sussman A.S. The fungi. V. 4A.: A taxonomic review with keys: Ascomycetes and Fungi Imperfecti. New York: Academic Press, 1973. 621 p.
 Ellis M.B. Dematiaceous hyphomycetes. Kew. Surrey. England, 1971. 608 pp.
 Grovel O., Y.F. Pouchus, J.-F. Verbist. Accumulation of gliotoxin, a cytotoxic mycotoxin from *Aspergillus fumigatus*, in blue mussel (*Mytilus edulis*) // Toxicon. 2003. N 42. P. 297–300.
 Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification. Edited by Samson R.A., J.I. Pitt. Harwood Academic Publishers, 2000. 510 pp.
 Ivin V.V., Kalashnikov V.Z., Maslennikov S.I. and Tarasov V.G. Scallop Fisheries and Aquaculture of Northwestern Pacific, Russian Federation // In: Scallop: Biology, Ecology and Aquaculture. (Ed. S.E. Shumway and G.J. Parsons). El-

- sevier Science Publishers: Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford – Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sidney – Tokyo. 2006. P. 1163–1224.
- Pivkin M. V. Filamentous Fungi Associated with Holothurians from the Sea of Japan, off the Primorye Coast of Russia // Biol. Bull. 2000. V. 198. P. 101–109.
- Sindermann C.J., Lightner D.V. Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. Elsevier Science Publishers. 1988. 431 pp.
- Strongman D.B., Morrison C.M., McClelland G. Lesions in the musculature of captive American plaice *Hippoglossoides platessoides* caused by the fungus *Hormoconis resinae* (Deuteromycetes) // Dis Aquat Org. 1997. V. 28. P. 107–113.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CRUSTACEA) В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (ПЕЧОРСКОЕ МОРЕ)

¹О.Л. Зими́на, ²Н.А. Анисимова, ¹О.С. Любина

¹Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17
²Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), г. Мурманск, zimina@mmbi.info

Донные ракообразные являются важным компонентом экосистемы Печорского моря, формируя более 20% видового разнообразия этого района (Денисенко, Денисенко, 1996). Эти беспозвоночные редко доминируют в донных сообществах по биомассе, но локально образуют очень плотные поселения. Некоторые сведения о фауне ракообразных района содержатся в работах, посвященных общей характеристике зообентоса (Зенкевич, 1927; Броцкая, Зенкевич, 1939; Антипова, 1975; Денисенко, Денисенко, 1996; Dahle et.al., 1998 и др.). Подробный анализ количественного распределения и видовых комплексов ракообразных в Печорском море проведен по результатам съемок ММБИ 1992–1993 гг. (Анисимова, Луппова, 1996).

Цель данной работы – оценить современное состояние фауны донных ракообразных Печорского моря.

Работа основана на материале, собранном в юго-восточной части Баренцева моря во время экспедиций ПИНРО на НИС «Вильнюс» и «Смоленск» в 2004 и 2006 гг. Материалы по ракообразным были предоставлены нам для таксономической обработки. Пробы отбирали дночерпателем ван Вина площадью захвата 0.1 м² в пятикратной повторности, промывали через капроновые сита с размером ячеек 0.5 мм и фиксировали 4%-ным формальдегидом, нейтрализованным тетраборатом натрия. Всего проанализировано 320 проб с 64 станций. Камеральную обработку и анализ материала проводили стандартными методами.

Печорское море, являясь частью Баренцева моря, имеет особую историю развития, обладает своеобразным рельефом, отличается гидрологическим режимом. В целом гидрологическая структура Печорского моря формируется шестью основными типами водных масс: трансформированными атлантическими, беломорскими, прибрежными, баренцевоморскими зимними, Карского моря и смешанными водами (Матишов и др., 1996; Павлидис и др., 2007).

В распределении донных отложений наблюдается отчетливая связь с геоморфологическими особенностями дна. В целом для акватории Печорского моря характерно мозаичное распределение грунтов. Южная прибрежная часть занята преимущественно песчаными отложениями, местами с илисто-глинистыми включениями. В прибрежье островов Колгуев, Вайгач и Новая Земля донные осадки преимущественно смешанные, с большим содержанием гравия и камней. В центральных и северных районах на фоне мягких илистых и глинистых отложений встречаются отдельные пятна смешанных осадков. Глубоководные части желобов заняты преимущественно илами (Адров, Денисенко, 1996).

В результате обработки современных материалов на исследованной акватории идентифицировано 163 таксона донных ракообразных (137 видового ранга), относящихся к 8 отрядам. Из них 63 вида ранее не отмечались в районе. Обнаружение новых для Печорского моря видов, вероятно, связано с мозаичностью распределения донных ракообразных, обусловленной большим разнообразием биотопов. Особенно это характерно для центральной и северной частей акватории, характеризующейся, в отличие от прибрежных мелководий, сложностью рельефа и мозаичностью распределения грунтов. Кроме того, современными исследованиями был охвачен несколько более широкий район, чем в 1990-е гг. Анализ современных и литературных данных (Анисимова, Луппова, 1996; Dahle, 1998) показал, что к настоящему времени видовой список донных ракообразных Печорского моря насчитывает 215 таксонов.

Наибольшим числом видов в районе исследований представлены отряды Amphipoda (63% всех видов) и Cumacea (15%). Они характеризуются высокой частотой встречаемости (98 и 95% соответственно) и вносят основной вклад в видовое богатство, численность и биомассу ракообразных на акватории. Широко распространены здесь также донные остракоды (частота встречаемости 77%).

Анализ биогеографической структуры фауны ракообразных Печорского моря показал значительное преобладание в ней бореально-арктических видов (44% всех видов). Арктические виды составляют 13%

видового состава, бореальные – 6%. Характерной чертой фауны района является относительно большая, по сравнению с другими районами Баренцева моря, доля видов с тихоокеанским характером ареала (10%). Представители этой биогеографической группы распространены преимущественно в центральной части акватории от Карских Ворот до о. Колгуев, в районе пролива Югорский Шар и в Южном Новоземельском желобе – в районах непосредственного влияния вод Карского моря.

Видовая плотность ракообразных в районе исследований варьирует от 3 до 53 видов/0.5 м², в среднем составляя 17 ± 1 видов/0.5 м². Максимальное видовое богатство отмечено в центральной части акватории на смешанных илисто-песчаных грунтах с примесью камней, на которых развивается обильная эпифауна, где ракообразные находят дополнительные экологические ниши. В Южном Новоземельском желобе на илистых грунтах и на выходе из Печорской губы фауна ракообразных качественно обеднена. Снижение видового разнообразия в районе Печорской губы вероятно связано с опреснением и нестабильностью песчаных осадков в условиях высокой гидродинамической активности (Денисенко, 2007).

Плотность поселения ракообразных в районе исследований составляет в среднем 300 ± 50 экз./м², биомасса 9 ± 3 г/м². Количественные параметры распределены на акватории неравномерно, наблюдаются локальные пятна с повышенными значениями. Самые многочисленные поселения ракообразных (до 2000 экз./м²) отмечены в центральном районе на илистых и илисто-песчаных грунтах и в южной части на песчаном субстрате. Они сформированы донными остракодами, кумовыми раками и амфиподами. Максимальные значения биомассы (до 150 г/м²) зафиксированы в районе пролива Карские ворота, а также в центральной и западной частях акватории на смешанных грунтах с примесью обломочного материала, где отмечены поселения усоногих ракообразных. Высокие значения биомассы на отдельных станциях обусловлены также попаданием в дночерпательные пробы крупных особей десятиногих раков. Низкие значения биомассы и численности характерны для района Печорской губы и котловины Южного Новоземельского желоба. На большей части акватории биомасса ракообразных не превышает 1.5 г/м², а численность 300 экз./м². Аналогичное пространственное распределение количественных характеристик фауны ракообразных отмечалось и в 1990-х гг. (Анисимова, Луппова, 1996).

Основной вклад в биомассу, численность и видовое богатство сообществ ракообразных в исследованном районе вносят представители отрядов Amphipoda и Cumacea. На долю амфипод в среднем на единицу площади приходится 47% видов (8 ± 1 вид/0.5 м²), 28% численности (85 ± 12 экз./м²) и 10% биомассы (0.80 ± 0.14 г/м²). Кумовые раки формируют в среднем 26% видового состава (4 ± 1 вид/0.5 м²), 29% численности (87 ± 21 экз./м²) и 3% биомассы (0.26 ± 0.05 г/м²). Амфиподы образуют наиболее обильные поселения в центральной части акватории на смешанных грунтах. Доля кумовых раков в количественных характеристиках максимальна в сообществах прибрежных песчаных мелководий. Значительных отличий количественного распределения этих основных таксономических групп от результатов, полученных в 1990-х гг., не обнаружено.

Таким образом, результаты современных исследований значительно расширили сведения о видовом составе фауны донных ракообразных Печорского моря. Характерной чертой фауны района является относительно высокая, по сравнению с другими районами Баренцева моря, доля видов тихоокеанского происхождения. Установлено, что наиболее обильные и богатые видами сообщества приурочены к смешанным грунтам центральной части акватории. Прибрежные песчаные мелководья, а также котловина Южного Новоземельского желоба качественно и количественно обеднены. Распределение количественных характеристик фауны ракообразных существенно не отличается от результатов съемки 1990-х гг.

Список литературы

- Адров Н.М., Денисенко С.Г. Океанографическая характеристика Печорского моря // Биогеоценозы гляциальных шельфов Западной Арктики. Апатиты, 1996. С. 166–180.
- Анисимова Н.А., Луппова Е.Н. Структура фауны и распределение ракообразных Печорского моря // Биогеоценозы гляциальных шельфов Западной Арктики. Апатиты, 1996. С. 191–203.
- Антипова Т.В. Распределение биомассы бентоса Баренцева моря // Тр. ПИНРО. 1975. Т. 35. С. 121–124.
- Броцкая В.А., Зенкевич Л.А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря // Тр. ВНИРО, 1939. Т.4. С. 1–150.
- Денисенко С.Г. Зообентос Баренцева моря в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 418–511.
- Зенкевич Л.А. Количественный учет донной фауны Печорского района Баренцева моря и Белого моря. Часть 1. Печорский район. // Труды Плав. морск. н.-и. ин-та. Т. 2. Вып. 4. 1927. С. 3–55.
- Матишов Г.Г., Ильин Г.В., Матишов Д.Г. Общие закономерности океанологического режима и океанологические условия безледного периода // Экосистемы, биоресурсы и антропогенное загрязнение печорского моря. Апатиты, 1996. С. 25–40.
- Павлидис Ю.А., Никифоров С.Л., Огородов С.А., Тарасов Г.А. Печорское море: прошлое, настоящее и будущее // Океанология. 2007. Т.47. №6. С. 927–940.
- Dahle S., Denisenko S.G., Denisenko N.V., Cohrane S.J. Benthic fauna in the Pechora Sea // Sarsia. 1998. V. 83. P. 183–210.

МАКРОЗООБЕНТОС ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ (ПРИЭЛЬТОНЬЕ)

Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк

*Институт экологии Волжского бассейна РАН,
445003, г. Тольятти, Комзина, 10, tdz@mail333.com*

Оценка функционирования водных экосистем по наличию необратимых изменений в биологических процессах и количественная оценка пороговых значений нагрузки, при которых нарушается структурная и функциональная устойчивость гидроценозов, традиционно считалась важнейшей задачей аут- и демэкологии (Федоров, Гильманов, 1980). Величина градиента факторов воздействия, определяющего скорость изменения биологического разнообразия и функционирования сообществ, разрабатывается в основном на планктонных и донных гидроценозах озер, морей, систем море-эстуарий, озеро-река (Wetzel, 2001; Williams, 2002; Балущкина, Голубков, и др., 2007).

Несмотря на то, что в последние десятилетия проявляется значительный интерес к проблеме функционирования речных систем (Богатов, 1994; Крылов, 2005; Barahona, Millán et al., 2005; Velasco, Millán, 2006), базирующийся на основополагающих исследованиях (Одум, 1986; Hynes, 1972 и др.), работы по изучению функционирования донных сообществ равнинных рек при воздействии разнонаправленных факторов находятся в начальной стадии. Структурирующее влияние абиотических факторов, таких, как например, степень минерализации, концентрация биогенных веществ и др. на речные экосистемы вообще и сообщества донных организмов, в частности, осуществляется дискретно, т.е. интенсивность меняется во времени, создавая определенный градиент действия фактора. Вместе с тем, результат функционального отклика системы на внешние воздействия процесса зависит не только от фаунистического состава гидробионтов, но и от типа водоема, его гидрологических (размера, проточности, уклона, биотопических особенностей и др.), гидрофизических и гидрохимических особенностей. В настоящее время биоразнообразие животных и структура их сообществ в соленых водотоках находятся в начальной стадии изучения. Видовой состав большинства групп водных и полуводных двукрылых никогда не был объектом специального изучения в Нижнем Поволжье. Особенности экологии абсолютного большинства видов не изучались.

Несмотря на значительные успехи в понимании базовых процессов функционирования водных экосистем, достигнутые в последнее десятилетие (Алимов, 2008), закономерности пространственно-временной организации, особенности и механизмы функционирования донных сообществ, концептуальное осмысление функционирования композиций разнообразных таксонов и экологических групп в высокоминерализованных реках остаются еще фрагментарно изученными. В этой связи получение новых данных о структурной организации донных сообществ в системе река-гипергалинное озеро, ранее не исследованной, представляет значительный интерес. Одним из классических объектов таких исследований служит соленое озеро Эльтон и его притоки, имеющие градиент солености в различные годы от 5 до 35 г/л.

Приэльтонье – уникальный природно-территориальный комплекс, расположенный на Юго-Востоке Европейской части России в пределах северной части прикаспийской низменности. Относится к области континентального климата. Географические координаты территории 49°07'30" с.ш. и 65°30'40" в.д. Характерной чертой региона является развитие процессов солянокупольной тектоники, проявившихся в формировании соляных куполов и приуроченных к ним компенсационных котловин, одной из которых является оз. Эльтон. В гидрографическом отношении территория принадлежит Прикаспийскому бессточному бассейну, отличающемуся слабым развитием речной сети, наличием соленых озер, лиманов, палин, временных водотоков. Для района характерны высокая степень засушливости с резким дефицитом осадков. Эльтон (Волгоградская обл.) – самое крупное соленое озеро Европы. Его площадь составляет в среднем 180 км² (Водно-болотные ..., 2005). В озеро впадает 7 рек общей протяженностью около 128 км: Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Большая Сморогда, Малая Сморогда, Карантинка. Это равнинные водотоки с хорошо проработанными асимметричными долинами, извилистыми руслами и медленным течением воды. Питание рек осуществляется за счет подземных вод и атмосферных осадков. Гидролого-гидрографические показатели исследованных рек представлены в таблице 1.

В низовьях рек Хара, Чернавка, Б. и М. Сморогда и глубоких балках бьют родники с железистыми, известковыми или горько-солеными водами. Биотопы рек представлены в основном мощными черными илами с примесью растительных остатков, песка и глины. Степень зарастания макрофитами в различных участках составляет 10–70%. На естественный гидрохимический фон водотоков накладывается антропогенное воздействие: выпас скота, регулирование стока, рекреационная деятельность.

Приустьевая часть рек является местом концентрации гнездящихся, пролетных водоплавающих и околоводных птиц. Под слоем соли залегает черная органо-минеральная грязь с характерным запахом сероводорода, обладающая уникальными бальнеологическими свойствами.

Таблица 1. Некоторые гидролого-гидрографические характеристики рек Приэльтонья

Показатель	Река				
	Хара	Ланцуг	Чернавка	Солянка	Б. Сморогда
Координаты, устье	49° 12' N 46° 39' E	49° 12' N 46° 38' E	49° 12' N 46° 40' E	49° 10' N 46° 35' E	49° 07' N 46° 47' E
Длина (км)	39.0	14.0	2.0	5.0	13.5
Площадь водосбора, км ²	177.0	126.0	18.4	17.8	130.0
Скорость течения в летнюю межень, устье (м/сек)	0.3	0.2	0.4	0.4	0.2
Ширина в устье, м	50	30	5	5	7
Глубина в местах отбора проб (min-max), м	0.1–3.0	0.1–1.0	0.1–0.3	0.1–0.3	0.2–0.5
T °C воды в августе 2008 г., (min-max)	21.0–32.0	18.8–21.0	18.5–21.8	22.6–30.2	24.2–26.5

Исследования проводили на 5 малых реках бассейна оз. Эльтон (Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Б. Сморогда) в августе 2006–2008 гг., апреле 2007 г. и сентябре 2008 г. с использованием общепринятых гидробиологических методов (Мордухай-Болтовской, 1961; Методика изучения..., 1975; Руководство по методам..., 1983). Образцы макрозообентоса собирали на 18 станциях в прибрежье и медиали рек. Собрано 55 качественных и количественных образцов грунта (штанговый дночерпатель 1/400 м², 8 повторностей на станции). Грунт промывали через капроновый газ с размером ячеек 300–310 мкм. Идентификация двукрылых проведена в лаборатории ИЭВБ РАН (Зинченко, Головатюк и др., 2010). Определение олигохет выполнено В.И. Попченко.

Для характеристики сообществ макрозообентоса использовали следующие показатели: число видов, численность (экз./м²), биомасса (г/м²); индексы: видового разнообразия Шеннона (Shannon, Weaver, 1949), доминирования (Kovnacki, 1971), выравненности экологических сообществ (Pielou, 1975). Аналитическая обработка гидрохимических образцов воды произведена аккредитованной гидрохимической лабораторией ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» г. Самара. Географические координаты определяли с помощью спутниковой навигационной системы (GPS) Transpak II. Статистическая обработка данных выполнена с использованием стандартного пакета STATISTICA 6.0.

Впервые проведенные исследования соленых рек осуществлялись для решения концептуальной оценки экологических характеристик, оказывающих влияние на биоразнообразие и структуру донных сообществ в градиенте факторов среды.

Воды рек Хара, Ланцуг и Б.Сморогда имеют уровень минерализации 5–16 г/л, рек Чернавка и Солянка – 26–35 г/л; по соотношению главных ионов относятся преимущественно к хлоридному классу, натриево-калиевой группе. Насыщение воды кислородом (апрель–август) изменялось от 50 до 211%. Водородный показатель находился в диапазоне 6.9–9.2, характеризуя воды как слабощелочные и щелочные. Температура воды изменялась от 12 °C (апрель, сентябрь) до 32 °C в августе (табл. 1), снижаясь на 2–11 °C в местах выхода родниковых вод. Из биогенных элементов наиболее высокие концентрации имеют аммонийный азот и фосфатный фосфор, характерные для вод эвтрофного типа (Зинченко, Головатюк и др., 2010).

В составе макрозообентоса установлено 50 таксонов, среди которых, ранее не отмечено (Отчет о проведении..., 2003) 32 вида и рода гидробионтов, характерных для соленых рек: Oligochaeta – *Enchytraeus albidus* Henle, 1837, *E. issykkulensis* Hrabě, 1935; *Homochaeta naidina* Bretscher, 1896; *Limnodrilus claparedeanus* Ratzel, 1868; *L. hoffmeisteri* Claparede, 1862, *L. profundicola* (Verrill, 1871), *Limnodrilus* sp.; *Nais communis* Pignet, 1906, *N. elinguis* O.F. Müller, 1773, *N. pseudobtusa* Pignet, 1906, *Potamothrix bedoti* (Pignet, 1913), *Uncinails uncinata* (Oersted, 1842); Crustacea – *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758); Insecta: Heteroptera – *Micronecta* sp., *Plea minutissima* Leach, 1817, *Callicorixa gebleri* (Fieber, 1848), *Callicorixa* sp.; Coleoptera – *Anacaena* sp., *Berosus (E.) spinosus* (Steven, 1878), *Cymbiodyta* sp., *Helochaeres obscurus* (O.F. Müller, 1776), *Ochthebius* sp.; Diptera – *Culicoides (Monoculicoides)* sp., *Mochlonyx* sp., *Aedes* sp., *Culex* sp., *Parydra* sp., *Setacera* sp., *Ulomyia* sp., *Thoracochaeta zosteriae* (Haliday, 1833), *Nemotelus pantherinus* (Linnaeus, 1758), *Nemotelus* sp., *Odontomyia* sp., *Stratiomys chamaeleon* (Linnaeus, 1758), *Tanytus punctipennis* Meigen, 1818, *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko, 2009, *Cricotopus (Cricotopus)* sp., *C. gr. sylvestris*, *Chironomus aprilinus* Meigen, 1838, *C. gr. plumosus*, *C. salinarius* Kieffer 1915, *Cladopelma gr. lateralis*, *Cladotanytarsus gr. mancus*, *Dicrotendipes notatus* (Meigen, 1818), *Glyptotendipes barbipes* (Staeger, 1839), *G. glaucus* (Meigen, 1818), *G. paripes* (Edwards, 1929), *Microchironomus tener* (Kieffer, 1918), *Paratanytarsus inopertus* (Walker, 1856), *Tanytarsus kharaensis* Zorina et Zinchenko, 2009.

Основные структурные показатели сообществ макрозообентоса представлены в таблице 2. Численность бентоса, в среднем за период исследований, изменялась в реках от 833 экз./м² (р. Б. Сморогда) до 4840 экз./м² (р. Хара), биомасса – от 0.4 г/м² до 7.68 г/м². Преобладающими по численности и биомассе являются личинки двукрылых, семейств Chironomidae и Ceratopogonidae (до 85% от общей численности и 95% биомассы бентоса).

Таблица 2. Структурные показатели донных сообществ соленых рек (апрель, август, сентябрь 2006–2008 гг.)

Показатель	Река				
	Хара	Ланцуг	Б. Сморогда	Чернавка	Солянка
Численность, тыс. экз./м ²	<u>4.84±6.07</u> 0.05-54.2	<u>4.69±3.73</u> 0.07-13.6	<u>0.83±0.17</u> 0.7-1.08	<u>3.34±2.18</u> 0.15-9.42	<u>4.07±3.54</u> 0.61-12.5
Биомасса, г/м ²	<u>7.68±5.63</u> 0.03-12.4	<u>3.96±3.32</u> 0.10-20.04	<u>0.4±0.09</u> 0.27-0.52	<u>3.06±2.65</u> 0.16-9.82	<u>4.62±4.42</u> 0.24-11.0
Виды: d – доминанты и ds – субдоминанты, рассчитанные по численности	<i>Tanytarsus kharaensis</i> (d=34.7), <i>Culicoides</i> (M.) sp. (ds=8.5), <i>Cricotopus salinophilus</i> (ds=5.2), <i>Chironomus aprilinus</i> (ds=2.9)	<i>Culicoides</i> (M.) sp. (d=17.2), <i>Chironomus salinarius</i> (d=15.8), <i>Cricotopus salinophilus</i> (d=13.8), <i>Chironomus aprilinus</i> (ds=3.6)	<i>Culicoides</i> (M.) sp. (d=68.5), <i>Tanytarsus kharaensis</i> (d=12.7), <i>Cricotopus</i> gr. <i>sylvestris</i> (ds=8.6)	<i>Cricotopus salinophilus</i> (d=70), <i>Culicoides</i> (M.) sp. (d=25), <i>Enchytraeus issykkulensis</i> (ds=2.5), <i>Chironomus salinarius</i> (ds=2.8)	<i>Cricotopus salinophilus</i> (d=63.2), <i>Culicoides</i> (M.) sp. (d=9.7), <i>Chironomus salinarius</i> (ds=3.3)
Индекс Пиелу, (min-max)	0.08-1.0	0.03-0.91	0.15-0.53	0.17-0.52	0.12-0.63
Индекс Шеннона, H _p	2.45	2.87	1.68	1.21	1.47

Примечание. Над чертой – средние значения и ошибка среднего, под чертой – минимальное–максимальное значение.

В зависимости от степени минерализации рек, дифференциация донных сообществ имеет особенности, характерные для каждого водотока. Отмечена их определенная гетерогенность. Изменяется состав доминирующего комплекса бентонтов. Так, доминантами и субдоминантами по численности в реках с минерализацией до 16 г/л (Хара, Ланцуг, Б. Сморогда) являются хирономиды *Tanytarsus kharaensis*, *Chironomus salinarius*, *Ch. aprilinus*, *Cricotopus salinophilus*, *Cricotopus* gr. *sylvestris* и комары-мокрецы *Culicoides* (M.) sp. В реках с соленостью выше 26 г/л преобладают галофильные *Cricotopus salinophilus* (d = 63.2–70.0) и мокрецы *Culicoides* (M.) sp.; субдоминантами в р. Чернавка являются олигохеты *Enchytraeus issykkulensis*, в р. Солянка – личинки *Chironomus salinarius*. Величины индекса Пиелу имеют максимальные значения в мезогалинных реках Хара и Ланцуг, характеризуя достаточно равномерное распределение донных животных. Снижение индекса Пиелу в соленых реках Чернавка и Солянка отражает увеличение степени доминирования отдельных видов и свидетельствует об упрощении структуры донных сообществ в условиях высокого уровня минерализации.

Установлено снижение числа видов в донных сообществах от 36–37 видов в реках Хара и Ланцуг (минерализация 5–16 г/л) до 9 видов в реках Солянка и Чернавка (26–35 г/л). Видовое разнообразие донных сообществ (H_p) уменьшается с увеличением уровня минерализации от 2.45–2.87 (реки Хара, Ланцуг) до 1.21–1.47 бит/экз. в реках Чернавка, Солянка. Исключение составляет р. Б. Сморогда (10 г/л), в бентосе которой число видов (в период исследований) не превышает 13, при достаточно низком индексе видового разнообразия 1.68 бит/экз., что обусловлено воздействием загрязнения (бытовые и сельскохозяйственные стоки пос. Эльтон). Снижение видового разнообразия в сообществах макрозообентоса соленых рек Чернавка и Солянка, в сравнении с мезогалинными реками, происходит за счет представителей всех таксономических групп: отсутствуют ракообразные, число видов хирономид снижается в 5–7 раз, жуков – в 3–5 раза, олигохет – в 4 раза.

Таким образом, в составе макрозообентоса высокоминерализованных рек бассейна оз. Эльтон установлено 50 таксонов, среди которых 32 указываются впервые. Уникальность фауны макрозообентоса соленых рек в условиях градиента минерализации воды от 5 до 35 г/л определяется разнообразием галофильных и галобионтных видов, среди которых установлены аутоэкологические особенности двух новых для науки видов хирономид *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko, 2009 и *Tanytarsus kharaensis* Zorina et Zinchenko, 2009 (Зинченко, Макаренко и др. 2009; Зорина, Зинченко, 2009; Zinchenko, Golovatyuk, 2009.). Увеличение минерализации приводит к снижению видового разнообразия и выравниванию биоты, отражая высокую концентрацию доминирования галобионтных хирономид *Cricotopus salinophilus* на фоне общего снижения числа видов.

Отличительной особенностью сообществ бентоса полигалинных рек является снижение их общей

структурированности и интегрированности (снижение числа видов, видового разнообразия, концентрации доминирования) обусловленных адаптационными особенностями галофильных видов к обитанию в специфических условиях высокоминерализованных вод.

Список литературы

- Алимов А.Ф. Связь биологического разнообразия в континентальных водоемах с морфометрией и минерализацией вод // Биология внутр. вод. 2008. № 1. С. 3–8.
- Балушкина Е.В., Голубков С.М., Голубков М.С., Литвинчук Л.Ф. Структурно-функциональные характеристики экосистем малых соленых озер Крыма // Биология внутр. вод. 2007. № 2. С. 11–19.
- Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
- Водно-болотные угодья Приэльтонья. Волгоград: Региональный центр по изучению и сохранению биоразнообразия. Издательство: ООО «Видео-Хайтек». 2005. 27 с.
- Зинченко Т.Д., Макаренченко М.А., Макаренченко Е.А. Новый вид рода *Cricotopus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евразийский энтомолог. журн. 2009. Т. 8. Прил. 1. С. 83–88.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Выхристюк Л.А., Шитиков В.К. Разнообразие и структура сообществ макрозообентоса высокоминерализованной реки Хара (Приэльтонье) // Поволжский эколог. журн. 2010. № 1. С. 14–30.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Абросимова Э.В. Экологическая характеристика *Cricotopus salinophilus* (Diptera, Chironomidae) из соленых рек бассейна оз. Эльтон // Известия Самар. НЦ РАН. 2010. Т. 12. № 1. С. 196–200.
- Зорина О.В., Зинченко Т.Д. Новый вид рода *Tanytarsus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евразийский энтомолог. журн. 2009. Т. 8, №1. С. 105–110.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука. 240 с.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Донная фауна дельт Понто-Каспийских рек. // Тр. Всес. гидроб. общ. Т. XI. 1961. С. 136–149.
- Одум Ю. Экология: в 2 т. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.; Т. 2. 376 с.
- Отчет о проведении полевых работ по изучению водно-болотных угодий природного парка «Эльтонский», организованных в рамках проекта PIN-MATRA «Институциональное обеспечение водно-болотных угодий в Волгоградской области». 2003. / Коорд. работ Н.С. Калюжная. Волгоград. 41 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980. 464 с.
- Barahona J, Millán A, Velasco J. Population dynamics, growth and production of *Sigara selecta* (Fieber, 1848) (Hemiptera, Corixidae) in a Mediterranean hypersaline stream // Freshw. Biol. 2005. Vol. 50. P. 2101–2113.
- Hynes H. B.N. The ecology of running waters. 2nd ed. Liverpool: Liverpool Univ. press, 1972. 555 p.
- Kownacki A. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts // Acta Hydrobiologica. 1971. Vol.13. No.2. P.439–463.
- Pielou E.C. Ecological diversity. N.Y.: Gordon & Breach. 1975. 165 p.
- Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. 1949. 117 p.
- Velasco J., Millán A., Hernández J., Gutiérrez C., Abellán P., Sánchez D., Ruiz M. Response of biotic communities to salinity changes in a Mediterranean hypersaline stream. Murcia, Spain. Saline Systems. 2. 2006. <http://www.salinesystems.org/content/2/1/12>.
- Wetzel, R.G. Limnology. Lake and River Ecosystems // Academic Press (Third Edition). 2001. 1006 p.
- Williams W.D. Environmental threats to salts lakes and the likely status of inland saline ecosystems 2025 // Environ. Conserv. 2002. Vol. 29. P. 154–167.
- Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V. Responds of the river chironomid communities (inflows of the hypersaline lake Elton, the Low Volga, south of Russia) to high mineralization // 17 Intern. Sympos. on Chironomidae. Nankai University, Tianjin, China. 2009. P. 88–89.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *DAPHNIA* O.F. MÜLLER, 1785 (CRUSTACEA: CLADOCERA) ИЗ ГЛУБОКОГО ОЗЕРА И БАССЕЙНА ОЗЕРА ЧАНЫ

¹Е.И. Зуйкова, ¹Н.А. Бочкарев, ²А.В. Катохин

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе 11, 630091, Новосибирск, ih@eco.nsc.ru

²Институт цитологии и генетики СО РАН, проспект Лаврентьева, 10, 630090, Новосибирск, katokhin@bionet.nsc.ru

Введение

Виды рода *Daphnia* O.F. Müller, 1785 (Crustacea: Cladocera) являются наиболее многочисленными представителями беспозвоночных в различных водных экосистемах. Несмотря на продолжительный период исследований, систематика многих видовых комплексов в пределах рода остается запутанной (Glagolev, 1986; Benzie, 2005; Petrusek et al., 2008). Ярко выраженная морфологическая изменчивость, способность к межвидовой гибридизации и интрогрессии приводят к проблемам в диагностике видов. В последние десятилетия для решения данной проблемы активно используются морфологические и молекулярно-генетические методы (Dodson, 1981; Benzie, 1988; Taylor et al., 1996; Schwenk et al., 1998; 2000; Gießler, 2001; Duffy et al., 2004; Petrusek et al., 2008). Комбинированное применение данных методов позволяет выявить признаки, которые могут быть полезными для разделения видов, а также изучать микроэволюционные процессы, происходящие в пределах рода. Однако молекулярно-генетические исследования иногда не подкрепляются надежным анализом морфологических признаков, что в результате приводит к явным таксономическим ошибкам. Эти исследования проводятся как на географически близких, так и географически удаленных популяциях дафний, обитающих в озерах Западной Европы и Северной Америки, тогда как изучение генетической структуры популяций дафний из водоемов, расположенных на территории России, носит поверхностный характер (Bychek, Müller, 2003).

Цель данной работы заключалась в изучении морфологической и генетической дифференциации некоторых видов рода *Daphnia* на основе метода геометрической морфометрии и анализа изменчивости фрагментов 16S и 12S митохондриальной ДНК и фрагмента ITS2 ядерной ДНК. В качестве исследуемых выбраны популяции видов *D. cristata* Sars. 1862, *D. galeata* Sars. 1863, *D. hyalina* Leydig, 1860 из Глубокого озера (Московская область) и *D. galeata* и *D. longispina* O.F. Müller, 1776 из р. Каргат (бассейн оз. Чаны, Новосибирская область). В морфологический анализ дополнительно были включены образцы *D. cucullata* из Глубокого озера.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили выборки дафний, собранные в Глубоком озере в 1994–1996 гг. (морфологический анализ) и в 2008 г. (генетический анализ). Выборки дафний из р. Каргат собраны в 2007–2008 гг. и использованы как для морфологического, так и генетического анализов. Идентификацию видов проводили согласно критериям, представленным в работах по систематике дафний (Glagolev, 1986; Flöbner, Kraus, 1989; Benzie, 2005). Цифровые изображения дафний (175 штук) получены с помощью микроскопа AxioScan с фотокамерой при увеличении 50×. В популяциях *D. galeata* как из Глубокого озера, так и р. Каргат, было выделено две морфы. Первая морфа характеризовалась высоким шлемом, вторая имела низкий шлем, слегка заостренной или округлой формы. Фотографии дафний анализировали методами геометрической морфометрии (Павлинов, Микешина, 2002). Полученные переменные формы изучены методами многомерного анализа. Морфометрические данные получены в пакете программ TPS (Rolf, 2000; 2004 а, б, 2005). В программе tpsDig расставили 16 меток, характеризующих форму тела дафний. Последующая обработка в программе tpsSuper позволила получить усредненную для совокупности особей конфигурацию меток, определить и оценить направления и размах изменений компонент в форме тела дафний. На основе главных деформаций были рассчитаны частные деформации и затем в программе tpsRelw методом главных компонент формы вычислены относительные деформации. Величины относительных деформаций обрабатывали с помощью канонического анализа. Статистический анализ выполнялся в пакетах программ Statistica v.6, Snedecor v.5. и PAST.

Для изучения генетического полиморфизма популяций дафний использовали пробы, фиксированные очищенным 96% этанолом. ДНК экстрагировали из отдельно взятых особей с помощью 5% раствора Chelex 100 resin (BioRad). Генетический анализ выполнен для видов *D. cristata* (5 особей из Глубокого озера), *D. galeata* (5 особей из Глубокого оз. и 11 особей из р. Каргат), *D. hyalina* (5 особей из Глубокого оз.) и *D. longispina* (5 особей из р. Каргат). Полимеразная цепная реакция использовалась для амплификации участков генов 16S и 12S митохондриальной ДНК и фрагмента ядерной ДНК, который включал в себя часть 5.8 рДНК, второй промежуточный транскрибируемый спейсер ITS2 и часть 28 рДНК. Оценка дивергенции между последовательностями, анализ и реконструкция филогении выполнены с помощью программы MEGA4 (Tamura et al., 2007). Генетические дистанции рассчитаны с помощью двухпараметрической модели Кимуры при попарном удалении делеций. Бутстреп тест поддержки ветвей фило-

генетического дерева проводился с использованием алгоритма ближайшего соседа NJ при числе реплик равном 1000 (Saitou, 1987). Для сравнительного анализа и получения корректной филогенетической информации в анализ были включены уже известные последовательности соответствующих фрагментов представителей рода *Daphnia* из водоемов Европы и Северной Америки, полученные из базы данных GenBank.

Результаты и их обсуждение

По 16 меткам (L) было вычислено 28 относительных деформаций, первая из которых объясняла 49.1% общей изменчивости, вторая – 15.5% и третья – 10.4%. В целом они объясняли более 70% общей изменчивости формы тела дафний. Две первые относительные деформации указывают на существование отдельных групп (видов) дафний и частичное разделение популяций и форм *D. galeata* из Глубокого озера и р. Каргат вдоль оси первой относительной деформации. Вдоль оси второй относительной деформации расположены дафнии с различной длиной шлема. Самые высокие различия между исследуемыми видами и популяциями дафний определяются формой рострума и переднего верхнего края раковины (L1, L14). Меньший вклад в изменчивость вносят признаки, характеризующие форму переднего края головы (L2, L3) и положение глаза (L16). Дискриминантный анализ изменчивости между видами и морфами дафний на основе относительных деформаций выявил статистически значимые различия (λ -критерий Уилкса = 0.00017; $F = 20.9$; $p < 0,001$). Общая дисперсия составила 82.6%. Первая каноническая переменная объясняет 60.1% общей дисперсии. Вдоль этой переменной выявлены четкие различия между географически удаленными популяциями *D. galeata* и близкородственными видами *D. hyalina* и *D. longispina* из Глубокого озера и р. Каргат. Изменчивость дафний вдоль второй канонической переменной составила 21.6% и объясняет межвидовую изменчивость, большей частью связанную с формой и размерами шлема и головы.

Генетические дистанции для участка 16S мтДНК в пределах исследуемых видов не превышали значения 0.003 (для *D. longispina*). Между особями *D. hyalina* полиморфизма по данному гену не обнаружено. Значения межвидовых генетических дистанций были выше при сравнении нуклеотидных последовательностей *D. cristata* со всеми остальными видами (0.144–0.165). Между *D. longispina* и *D. hyalina* отмечена слабая генетическая дивергенция (0.008), а образцы вида *D. galeata* отличались от них со значениями 0.072 и 0.076, соответственно. Анализ филогенетических отношений (в качестве внешней группы выбрана последовательность для *Eubosmina coregoni*, GenBank #EU650747) выявил три кластера, соответствующие видам (1) *D. galeata*, (2) *D. longispina* – *D. hyalina* и (3) *D. cristata* с бутстрэп поддержками ветвей 99–100%. Несмотря на то, что *D. longispina* и *D. hyalina* объединились в общий кластер, последний вид формирует в нем отдельную группу с высокой бутстрэп поддержкой 94%.

Анализ нуклеотидных последовательностей по участку гена 12S мтДНК выявил более высокую изменчивость для видов *D. galeata* и *D. longispina* (внутригрупповые генетические дистанции равны 0.005 и 0.166, соответственно). В пределах видов *D. hyalina* и *D. cristata* генетического полиморфизма не обнаружено. Межвидовые генетические дистанции были выше при попарном сравнении *D. cristata* с другими видами (0.199–0.204). Между видами *D. longispina* и *D. hyalina* различия оказались незначительными (0.015), генетические дистанции между этими видами и *D. galeata* составили 0.087 и 0.086, соответственно. Филогенетическое дерево (в качестве внешней группы выбрана *Bosmina (Eubosmina) coregoni*, GenBank #AF494467) образовано тремя кластерами, которые соответствовали видам *D. galeata*, *D. longispina* – *D. hyalina* и *D. cristata* с бутстрэп поддержками всех ветвей 99%. Как и в случае 16S-филогении, *D. hyalina* и *D. longispina* объединились в общий кластер, но последний из них сформировал внутри него группу (98%). Вид *D. hyalina* из Глубокого озера оказался генетически ближе к образцам *D. longispina* из озер Западной Европы (GenBank ## FJ943799, FJ943788, EF375847, FJ178318, FJ178317), тем не менее, образуя внутри него отдельную группу (88%).

Внутривидовые генетические дистанции по фрагменту ITS2 ядерной ДНК оказались наиболее высокими для *D. longispina* (0.030) и для *D. galeata* (0.011). Для *D. hyalina* они были равны 0.002, а между нуклеотидными последовательностями для особей *D. cristata* различий не выявлено. Межвидовые генетические дистанции, как и в случае с мтДНК, были выше при попарном сравнении *D. cristata* с другими видами (0.467–0.513). Между видами *D. longispina*, *D. hyalina* и *D. galeata* генетические дистанции варьировали от 0.023 до 0.032. Реконструкция филогенетических отношений между видами по фрагменту ITS2 ядерной ДНК (в качестве внешней группы выбрана также *Bosmina (Eubosmina) coregoni*, GenBank #AY264759) выявила два кластера, соответствующие видам *D. galeata* – *D. longispina* – *D. hyalina* и *D. cristata* с бутстрэп поддержками 100%. В пределах первого кластера выделяется две группы, объединяющие виды *D. longispina* и *D. hyalina* (89%) и вид *D. galeata* (81%). Образцы *D. galeata* из Глубокого озера также формируют отдельную группу с бутстрэп поддержкой 94%. Среди *D. galeata* из р. Каргат выделились два образца (99%).

Сравнительно-морфологические исследования дафний из Глубокого озера и р. Каргат выявили, прежде всего, географические различия между популяциями *D. galeata*, близкородственными видами *D. longispina* и *D. hyalina*. Кроме того, обнаружена четкая дифференциация видов *D. cristata* и *D. cucullata* от всех остальных. Вид *D. cristata* оказался близким по форме тела к морфе *D. galeata* с низким шлемом из Глубокого озера. Кластерный анализ, проведенный по средним значениям относительных деформаций, позволил выделить четыре основных группы дафний, образцы которых сгруппировались по видовому и географическому принципам. Анализ нуклеотидных последовательностей по участку генов 16S и 12S мтДНК выявил их незначительную изменчивость для исследуемых видов, при этом внутривидовые генетические дистанции по первому маркеру были ниже, чем по второму. Наиболее высокие значения генетических дистанций обнаружены между образцами *D. cristata* и образцами других видов, что хорошо совпадает с результатами сравнительно-морфологического анализа. Реконструкция филогенетических отношений по участкам генов 12S и 16S мтДНК между видами выявила согласованность в топологии NJ-деревьев. Виды *D. longispina* и *D. hyalina* по этим маркерам объединялись в общий кластер, что указывает на их близкородственные отношения. Возможно, это различные морфы или филогенетические линии одного и того же вида. Сходный вывод был сделан на основе предварительного молекулярно-генетического анализа популяций *D. longispina* и *D. hyalina* из озер Западной Европы (Petrušek et al., 2008). Анализ изменчивости нуклеотидных последовательностей по фрагменту ITS2 ядерной ДНК не выявил явной дивергенции между видами *D. galeata* – *D. longispina* – *D. hyalina*, хотя и подтверждает их монофилетическое происхождение, они являются ближайшими родственниками, в отличие от *D. cristata*, филогенетически удаленной от остальных видов.

Таким образом, комбинирование сравнительно-морфологического анализа и анализа изменчивости генов митохондриальной ДНК может успешно использоваться для четкого разграничения близкородственных видов. Ядерная ДНК должна использоваться только для разделения более высоких таксонов и древних видов, а также для установления факта межвидовой гибридизации.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотруднику ИПЭЭ РАН А.А. Котову за предоставленный материал из Глубокого озера.

Список литературы

- Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биол., 2002. Т. 63, № 6. С. 473–493.
- Benzie J.A.H. The systematics of Australian *Daphnia* (Cladocera: Daphniidae). Multivariate morphometrics // Hydrobiologia. 1988. Vol. 166. P. 163–182.
- Bychek E.A., Müller J. Molecular genetic diagnostic of some *Daphnia* species (Crustacea, Cladocera) from the Volga River // Genetic. 2003. Vol. 39(3). P. 439–441.
- Dodson S.I. Morphological variation of *Daphnia pulex* Leydig (Crustacea: Cladocera) and related species from North America // Hydrobiologia. 1981. Vol. 83. P. 101–114.
- Duffy M.A., Tessier A.J., Kosnik M.A. Testing the ecological relevance of *Daphnia* species // Fresh. Biol. 2004. Vol. 49. P. 55–64.
- Gießler S. Morphological differentiation within the *Daphnia longispina* group // Hydrobiologia. 2001. Vol. 442. P. 55–66.
- Glagolev S.M. Species composition of *Daphnia* in Lake Glubokoe with notes on the taxonomy and geographical distribution of some species // Hydrobiologia. 1986. Vol. 141. P. 55–82.
- Flößner D., Kraus K. On taxonomy of the *Daphnia hyalina-galeata* complex (Crustacea: Cladocera) // Hydrobiologia. 1986. Vol. 137. P. 97–115.
- Petrušek A., Hobæk A., Nilssen J.P., Skage M., Černý M., Brede N., Schwenk K. A taxonomic reappraisal of the European *Daphnia longispina* complex (Crustacea, Cladocera, Anomopoda) // Zool. Scripta. 2008. Vol. 37(5). P. 507–519.
- Rohlf F.J. TpsSuper. Version 1.07. New York: State University at Stony Brook, Department of Ecology and Evolution, 2000.
- Rohlf F.J. TpsUtil. Version 1. New York: State University at Stony Brook, Department of Ecology and Evolution, 2004 a.
- Rohlf F.J. TpsDig. Version 1.40. New York: State University at Stony Brook, Department of Ecology and Evolution, 2004 b.
- Rohlf F.J. TpsRelw. Version 1.42. New York: State University at Stony Brook, Department of Ecology and Evolution, 2005.
- Saitou N., Nei M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees // Mol. Biol. Evol. 1987. Vol. 4. P. 6–25.
- Schwenk K., Sand A., Boersma M., Brehm M., Mader E., Offerhaus D., Spaak P. Genetic markers, genealogies and biogeographic patterns in the cladocera // Aq. Ecol. 1998. Vol. 32. P. 37–51.
- Schwenk K., Posada D., Hebert P. Molecular systematics of European *Hyalodaphnia*: the role of contemporary hybridization in ancient species // Proc. R. Soc. Lond. B., 2000. Vol. 267. P. 1833–1842.
- Tamura K., Dudley J., Nei M., Kumar S. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. Mol. Biol. Evol., 2007. Vol. 24. P. 1596–1599.
- Taylor D.J., Hebert P.D.N., Colbourne J.K. Phylogenetics and evolution of the *Daphnia longispina* group (Crustacea) based on 12S rDNA sequence and allozyme variation // Mol. Phylog. Evol. 1996. Vol. 5(3). P. 495–510.

РУЧЕЙНИКИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко

Вологодская лаборатория ФГНУ ГосНИОРХ, 160012 г. Вологда, ул. Левичева, д. 5,
ksenya.ivicheva@gmail.com; igorfilonenko@gmail.com

В Вологодской области ручейники являются достаточно широко распространенной группой насекомых. В некоторых водоемах они могут быть существенным компонентом кормовой базы рыб, а также отдельные виды ручейников могут быть использованы как индикаторы при оценке качества воды. Сборы, положенные в основу работы произведены в 2009–2010 гг. Для изучения видового состава ручейников использовались только преимагинальные стадии развития. Сбор проводился преимущественно с помощью штангового дночерпателя, в случае каменистого русла рек дополнительно использовались смывы с камней. Кроме этого применялся и ручной сбор личинок ручейников на различных субстратах. При отборе проб материал собирался преимущественно в биотопах наиболее широко представленных в водотоке на исследуемом участке. После фиксации 4%-м формалином проводилась видовая диагностика водных беспозвоночных (Определитель пресноводных беспозвоночных..., 2001). Также использована информация из фондов Вологодской лаборатории ФГНУ «ГосНИОРХ».

В целом в водоемах Вологодской области исследователями отмечено 750 видов водных насекомых из 278 родов и 75 семейств (Разнообразие водных ..., 2008). Ручейники среди насекомых обладают значительным видовым богатством. В общей сложности по различным источникам информации на территории Вологодской области насчитывается 46 родов из 13 семейств этого отряда. Обнаружены представители 88 видов. Наибольшее количество видов ручейников отмечается в семействах Limnephilidae и Leptoceridae (21 и 16, соответственно).

Представители отряда Trichoptera могут обитать в различных типах водных объектов. Имеются данные по видовому составу ручейников Рыбинского водохранилища (Заречная, 1959; 1972; Таранова, 1978) и ряда других водоемов Вологодской области (Качалова, 1965). В целом же, в связи с комплексными исследованиями бентосного сообщества крупных озер Вологодской области их донная фауна изучена более детально, а сами исследования на них носят систематический характер. Отчасти это справедливо и в отношении ручейников. По фондовым источникам и данным литературы (Слепухина, 1977; Слепухина, Выголова, 1988; Слепухина, Фадеева, 1978) для Белого, Кубенского озер и оз. Воже довольно обычны более 20 видов.

Таблица. Ручейники водоемов и водотоков Вологодской области

Вид	оз. Кубенское	Шексинское вдхр. (у с. Талицы)	р. Сухона	р. Вологда	р. Вожега	р. Лухта	р. Чернава (Грязов. р-н.)	р. Толшма	р. Бол. Ельма	р. Маза	р. Охотка	р. Ягорба	р. Итка
<i>Ceratopsyche nevae</i>			+		+								
<i>Agrypnia obsoleta</i>			+										
<i>Hydatophylax infumatus</i>				+									
<i>Potamophylax latipennis</i>				+									
<i>Chaetopteryx villosa</i>	+												
<i>Halesus radiatus</i>				+									
<i>H. tessellatus</i>				+									
<i>Arctoeicia concentrica</i>										+			
<i>Asynarchus lapponicus</i>											+		
<i>Anabolia laevis</i>											+		
<i>Limnephilus borealis</i>												+	
<i>L. extricatus</i>										+	+		
<i>L. flavicornis</i>				+									
<i>L. rhombicus</i>				+									
<i>L. xanthodes</i>						+		+		+			
<i>Molanna angustata</i>						+			+				
<i>M. albicans</i>		+											

В период с 2009–2010 гг. были проведены сборы донных беспозвоночных, в том числе и на водных объектах ранее не подвергавшихся гидробиологическим исследованиям. Список обнаруженных видов ручейников представлен в таблице. По результатам собственных исследований обнаружены представители 17 видов ручейников. *Ceratopsyche nevae* идентифицирован из кишечника хариуса р. Вожега. Такие

виды как *Arctoeicia concentrica*, *Asynarchus lapponicus*, *Halesus radiatus* и *Hydatophylax infumatus* на территории Вологодской области в реках ранее не отмечались.

Список литературы:

- Заречная С.Н. Фауна ручейников Рыбинского водохранилища // Труды Института биологии внутренних вод АН СССР. М.-Л., 1959. Вып. 1 (4). С. 176–187.
- Заречная С.Н. Отряд Trichoptera // Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1972. С. 329–331.
- Качалова О.Л. Ручейники Карелии // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.-Л.: Наука, 1965. С. 209–220.
- Определитель Пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 5. Высшие насекомые. СПб.: Наука 2001. – 838 с.
- Разнообразие водных беспозвоночных Вологодской области / Составители Думнич Н.В., Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В. Вологда, 2008. 128 с.
- Слепухина Т.Д. Зообентос и фитофильная фауна оз. Кубенского // Озеро Кубенское. Л.: Наука, 1977. Ч. III. Зоология. С. 51–86.
- Слепухина Т.Д., Выголова О.В. Зообентос // Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Часть II Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л.: Наука, 1981. С. 215–231.
- Слепухина Т.Д., Фадеева Г.В. Зообентос и фитофильная фауна озер Воже и Лача // Гидробиология озер Воже и Лача в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг. Л.: Наука, 1978. С. 131–178.
- Таранова В.М. Отряд Ручейники // Волга и ее жизнь. Л.: Наука, 1978. С. 336–337.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРЕСНОВОДНОГО МЕЙОБЕНТОСА НА УКРАИНЕ

В.В. Иншина

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем,
61166, Украина, г. Харьков, ул. Бакулина, 6, valentinainshina@gmail.com*

В последние годы значительно возрос интерес к изучению организмов мейобентоса. Во всем мире признается огромное значение этих сообществ гидробионтов в функционировании экосистем водных объектов разных типов (Giere, 2009) При этом следует особо отметить более глубокую степень изученности в области экологии морского мейобентоса по сравнению с пресноводным. Очень часто донная мейофауна продолжает оставаться неизученной даже в тех водоемах, в которых другие сообщества гидробионтов хорошо исследованы (Курашов, 2007). К таким водным объектам относятся и наиболее крупные реки Украины – Днепр, Днестр, Дунай и Северский Донец. В отличие от планктонных сообществ и макрозообентоса, структура и функционирование которых регулярно и детально исследовались на протяжении нескольких десятков лет (Полищук, 1974; Сиренко, 1992; Васенко, 2002, 2006, и др.), мейобентосные сообщества этих водоемов остаются гораздо менее изученными. Слабо изучена как фауна, так и экология многих групп беспозвоночных, входящих в состав пресноводного мейобентоса.

В начальный период исследований сообществ мелких донных организмов преобладал механистический подход в разделении группировок бентоса. Сам термин «мейобентос» предложила М. Мэр (Mare, 1942). К мейобентосу были отнесены мелкие донные животные с размерами тела 0.1–1 мм. В настоящее время этот чисто размерный принцип выделения мейобентоса также поддерживается некоторыми современными исследователями, при этом верхней границей принимается размер ячеек сита 1000 мкм, а нижней – 42 мкм (Giere, 2009). В отечественной литературе по пресноводному бентосу рядом авторов на основе размерного или размерно-систематического принципа использовалось подразделение бентоса на «микробентос», «мезобентос» и «макробентос» (Цееб, 1958; Гурвич, 1969 и др.). Представляется, что от термина «мезобентос» следует отказаться как от вторичного по отношению к термину «мейобентос».

Фактически в состав пресноводного мейобентоса можно включать организмы с размерами тела от 0.3 мм до 4 мм (верхняя граница для нематод, для других групп не более 3-х мм) и индивидуальными массами от десятых долей микрограмма до 1–2 мг, принадлежащие следующим систематическим группам: Nematoda, Gastrotricha, Tardigrada, Rotifera (типы); Turbellaria (подтип); Oligochaeta, Ostracoda, Bivalvia, Gastropoda (классы); Acari (подкласс); Cyclopoida, Harpacticoida, Amphipoda, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (отряды); Cladocera (подотряд); Chironomidae, Ceratopogonidae (семейства).

Важный аспект исследования мейофауны – изучение формирования и функционирования ее отдельных групп. Изученность различных представителей пресноводного мейобентоса весьма неодинакова. Сложность часто заключается в том, что некоторые представители мейофауны довольно трудны для идентификации и последующего определения (особенно в зафиксированном виде), что требует высокой квалификации от специалистов, обрабатывающих пробы. Поэтому часто роль этих гидробионтов в экосистемах водоемов недооценивается. Особенно это можно отнести к бентосным коловраткам и тихоходкам: в большинстве зарубежных и отечественных работ они вообще не учитываются как компонент мейобентоса (Зимбалева, 1989 и др.).

Наиболее богатая видами группа – коловратки, отмечено более 150 видов во всех четырех бассейнах (табл. 1). Это связано с их усиленным изучением специалистами по смежным проблемам, в т.ч. планктологами. Наименее изучены гастротрихи и нематоды, что связано с трудностью идентификации и отсутствием специалистов. Наибольшее количество всех видов этой группы отмечено в бассейне Днестра, что связано с отдельными комплексными работами по мейобентосу (Ковальчук, 1987).

Таблица 1. Представленность основных таксономических групп мейобентоса в крупных речных системах Украины

Группа	Днепр (Зимбалева, 1989, с дополнениями)	Днестр (Сиренко, 1992)	Дунай (Харченко, 1993)	Сев. Донец (Фадеев, 1929)
Nematoda	56	52	+	x
Gastrotricha	x	35	+	7
Tardigrada	2	14	3	1
Rotifera	+	99	50	+
Ostracoda	14	22	1	57
Cyclopoida	13	13	3	+
Haracticoida	12	25	13	x
Cladocera	20	15	+	+

Примечание. + – видовая принадлежность не определялась; x – данные отсутствуют.

Бассейн Днепра. Изучение мейобентоса на Украине начато по инициативе Я.Я. Цееба (1958), который и провел первые исследования в низовьях Днепра и некоторых озерах Крыма. Исследования мейобентоса всего каскада днепровских водохранилищ проводилось Л.Н. Зимбалева в 1956–1989 гг.; одновременно детально изучался мейобентос некоторых водохранилищ, а именно Каховского (Цееб, 1964) и Киевского (1972). По результатам этих исследований в Днепре и его водохранилищах обнаружено 180 видов мейобентосных животных, в том числе Nematoda – 56, Oligochaeta – 24, Cladocera – 20, Cyclopoida – 13, Haracticoida – 12, Ostracoda – 14, Chironomidae – 41 вид. К сожалению, нет никаких данных о видовом составе типа Tardigrada, а также для Rotatoria отмечено только их наличие без указания видовой принадлежности.

По мере интенсификации использования каскада Днепровских водохранилищ и достижения экосистемами водохранилищ устойчивого состояния отмечена тенденция сокращения видового разнообразия донных животных, особенно на участках, подверженных загрязнению, заилению, заболачиванию. Например, если в составе мейобентоса и придонного планктона Каховского водохранилища в первые два года его существования отмечено 309 видов беспозвоночных (простейших, нематод, коловраток, ракообразных, личинок насекомых и др.), то в начале 1980-х гг. их было обнаружено значительно меньше (Зимбалева, 1981).

В работе В.П. Машиной (2006) представлены результаты исследований роли мейобентических организмов в оценке санитарного и состояния качества воды руслового участка верхнего Днепра. В составе мейобентоса найдено 13 видов нематод, 14 видов личинок хирономид и по 1–2 вида ветвистоусых, веслоногих и ракушковых рачков (олигохеты до вида не определялись). Также стоит отметить еще одну работу (Машина, 2006), посвященную изучению видового разнообразия зообентоса урбанизированного Выдубичского озера и прилегающих объектов (р. Днепр) в зимний период. Было зарегистрировано 6 видов мейобентических организмов. Наибольшим видовым разнообразием в мейобентосе были представлены нематоды (3 вида). Ведущая роль в формировании количественных показателей мейобентических группировок принадлежала олигохетам. Из других групп встречались Cyclopoida (2 вида) и один вид представлял группу личинок хирономид.

Бассейн Днестра. Изучение мейобентоса водоемов бассейна Днестра было начато в XIX-м в. Первые работы носили описательный фаунистический характер. Так, изучение коловраток Галиции (преимущественно бассейн Днестра) проводилось А. Виржейским, Л. Коцарем и др., тихоходок – Л. Родевальдом. Систематическому исследованию на территории соседней Молдовы подвергались также коловратки и остракоды в бассейне Днестра. Фрагментарные данные имеются также по нематодам (Гагарин, 1971). В фаунистическом отношении сравнительно хорошо изучен лишь мейобентос Днестровского лимана, где обнаружены 173 таксона микро- и мейобентоса и имеются также количественные данные по распределению отдельных групп.

Наиболее полные фаунистические списки мейобентоса Днестра и его водоемов (Сиренко, 1992) включают: Nematoda – 52, Cladocera – 15, Cyclopoida – 13, Haracticoida – 25, Ostracoda – 22, Tardigrada – 14, Calanoida – 2 вида, Rotatoria – 99 видов и надвидовых таксонов. Кроме того, в данной работе впервые приводится детальный анализ состава фауны, а также показатели численности, биомассы, деструкции органических веществ и продукции отдельных групп.

Бассейн Дуная. В 30-х годах XX-го столетия систематико-фаунистические исследования мейобентоса Дуная проводил Л. Рудеску. Особенно широкие исследования проводились в 60–70-х гг. (Полищук,

1974). В южной части дунайской дельты и расположенных рядом частях Дуная работали в основном румынские ученые. Упоминания турбеллярий есть в работах В. Мак-Фира, гастротрих, тихоходок и коловраток – у Л. Рудеску, Б. Еначану, С. Доробанту и др. В украинской (северной) части низовья Дуная в послевоенные годы проводили исследования сотрудники Института гидробиологии АН УССР.

Несмотря на большое количество исследователей, которые проводили исследование в бассейне Дуная, степень изученности отдельных групп мейобентоса не одинакова. В работе Т.А. Харченко впервые была проведена оценка функциональной активности сообществ мейофауны украинского участка Дуная, рассчитана продукция и деструкция ОВ, а также анализ количественного развития мейофауны, численности, биомассы, участие в продукционно-деструкционных процессах.

Бассейн Северского Донца. В начале XX-го века по ряду причин (несовершенство оптики, традиционная убежденность в большем рыбохозяйственном значении макробентоса и др.) мейобентос практически не изучали. Первое и единственное на сегодняшний день комплексное гидробиологическое исследование реки Северский Донец, в котором изучались мейобентосные организмы, проводилось в 1917–1927 гг. Секцией Зоологии Беспозвоночных Харьковского Государственного Университета (Фадеев, 1929). Экспедиции были организованы и проводились под руководством Н.Н. Фадеева. Проведенные работы охватывают около 600 км протяженности Донца – с самых истоков у с. Плющины Курской губернии до с. Светлишного – несколько ниже г. Лисичанска. В публикации приведен список видов, среди которых к мейобентосу относятся: Turbellaria – 9, Gastrotricha – 7 Ostracoda – 57, Tardigrada – 1. Кроме этого отмечено присутствие некоторых других групп (см. табл. 1).

Таким образом, изученность структурно-функциональных показателей сообществ мейобентоса на Украине, является не только недостаточной, но и неравномерной для разных речных систем. Отсюда видна необходимость углубленного изучения фауны и экологии мейобентоса речных систем Украины, с охватом всех основных типов водоемов в каждом речном бассейне. Только такие исследования позволят методикам, основанным на оценке состояния сообществ мейобентоса, занять свое место в системе мониторинга поверхностных вод суши.

Список литературы

- Васенко О. Г., Лунгу М. Л., Ільєвська Ю. А., Клімов О. В. та ін. Комплексні експедиційні дослідження екологічного стану водних об'єктів басейну р. Уди (суббасейну р. Сівєрський Донець). Харків: ВД «Райдер», 2006. 156 с.
- Васенко А.Г., Петренко О.Н., Климов А.В. и др. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днестра на территории Украины. К.: Академперіодика, 2002. 355 с.
- Гурвич В. В. Методика количественного изучения микро- и мезобентоса // Биология внутр. вод. 1969. Информ. бюл. №3. С. 57–63.
- Зимбалевская Л. Н., Сухойван П. Г., Черногоренко М. И. и др.; Отв. ред. Щербак Г. И. Беспозвоночные и рыбы Днестра и его водохранилищ / АН УССР. Ин-т гидробиологии. Киев: Наук. Думка, 1989. 248 с.
- Зимбалевская Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1981. 214 с.
- Ковальчук Н. Е. Микрозообентос водоемов бассейна Днестра: Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев, 1987. 20 с.
- Курашов Е. А. Мейобентос в пресноводных экосистемах. Его роль и перспективы исследования / Е. А. Курашов // Актуальные вопросы изучения микро-, мейозообентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов: тематические лекции и мат-лы I Международ. Школы-конф., Россия, Борок, 2–7 октября 2007 г. Нижний Новгород: Вектор ТИС, 2007. С. 36–72.
- Курашов Е. А. Мейобентос как компонент озерной экосистемы / Е. А. Курашов. СПб. : Алга-Фонд, 1994. 224 с.
- Машина В. П. Микро- и мезобентос как показатель санитарно-биологического состояния верхнего Днестра // Природничий альманах: Біологічні науки. Херсон, 2006. Вип. 7. С. 153–159.
- Машина В.П. Особливості сукцесій мікро- і мезобентосу Канівського водосховища / Матеріали Третньої Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія». 2006 р.
- Машина В. П., Матчинська С. Ф. Сучасний стан зообентосу урбанізованого озера Видубицьке в зимовий період // Природничий альманах: Біологічні науки. Херсон, 2006. Вип. 7. С. 153–159.
- Поліщук В.В. Гідрофауна пониззя Дунаю в межах України. К: Наук. думка, 1974. 420 с.
- Сиренко Л.А., Евтушенко Н.Ю., Комаровский Ю.Я. и др.; Отв. ред. Брагинский Л.П. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов / АН Украины, Ин-т гидробиологии. К.: Наук. думка. 1992. 356 с.
- Фадеев Н.Н. Каталог животных, найденных в бассейне р. Донца за период работ с 1917 по 1927 гг. Харьков. Сборник трудов ХГУ. 1929.
- Харченко Т.А., Тимченко В.М., Ковальчук А.А. и др. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. К.: Наук. думка, 1993. 328 с.
- Цееб Я. Я. Каховське водоймище. К.: Наук. думка, 1964. 304 с.
- Цееб Я. Я. Состав и количественное развитие фауны микробентоса низовьев Днестра и водоемов Крыма // Зоол. журн. 1958. 37, №1. С. 3–12.
- Giere, O. Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments. Second Edition. Springer-Verlag, Berlin. 2009.
- Molly F. Mare A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, Vol. 25, Issue 03, Oct. 1942. P. 517–554.

СУТОЧНАЯ МИГРАЦИЯ ЗООПЛАНКТОНА МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА ДОРОНИНСКОЕ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)

М.Ц. Итигилова

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН,
672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а, imts49@mail.ru

Озеро Доронинское относится к редкому типу умеренно соленых озер с выраженной меромиктией водной толщи, обусловленной стратификацией градиента солености. Озеро находится в Центральном Забайкалье в долине р. Ингода в 150 км к юго-западу г. Чита (51°25' с.ш. и 112°28' в.д.). Озеро бессточное. Площадь озера – 4.5 км², максимальная глубина до 6 м.

Сообщество зоопланктона является одним из основных элементов определяющих поток вещества и энергии в водных экосистемах. Вертикальное перераспределение и трансформация веществ зависит от особенностей структуры и миграционного поведения зоопланктона. Зоопланктон оз. Доронинское изучался в рамках комплексных гидрохимических и гидробиологических работ в 2005–2009 гг. (Итигилова, в печати). Исследования гидрохимических параметров озера показали, что по химическому составу вода – хлоридно-карбонатная натриевая (Замана, Борзенко 2006, 2007; Борзенко и др., 2007). Минерализация составляет в верхнем слое (до гл. 3.5 м) 16–29 г/л, в нижнем слое – 28–32.3 г/л. При этом отмечено данными авторами, что в глубоководной части вода характеризуется устойчивой химической стратификацией, свидетельствующей об отсутствии турбулентного перемешивания между слоями. Авторы зарегистрировали совместное присутствие в озере кислорода и сероводорода и увеличение количества сероводорода в гиполимнионе. Также отмечено, что в формировании химического состава воды большую роль играют бактерии (Солоноватые и соленые озера Забайкалья, 2009). Отмечены положительные корреляции численности и биомассы зоопланктона с температурой, Eh, рН, кислородом, отрицательные – с глубиной, концентрацией гидросульфида, перманганатной окисляемостью, минерализацией, численностью бактерий (Итигилова, 2009).

Актуальность исследований заключается в том, что в настоящее время еще до конца не выяснены механизмы формирования биологических звеньев в вертикально неоднородной среде щелочных озер (Degermendzhy et al., 2002; Tolomeyev, Zadereev, 2005 и др.). Вертикальные неоднородности физико-химических параметров являются одним из ключевых факторов определяющих динамику экосистем озер в их поддержании биоразнообразия и качества воды (Рогозин, Дегерменджи, 2006).

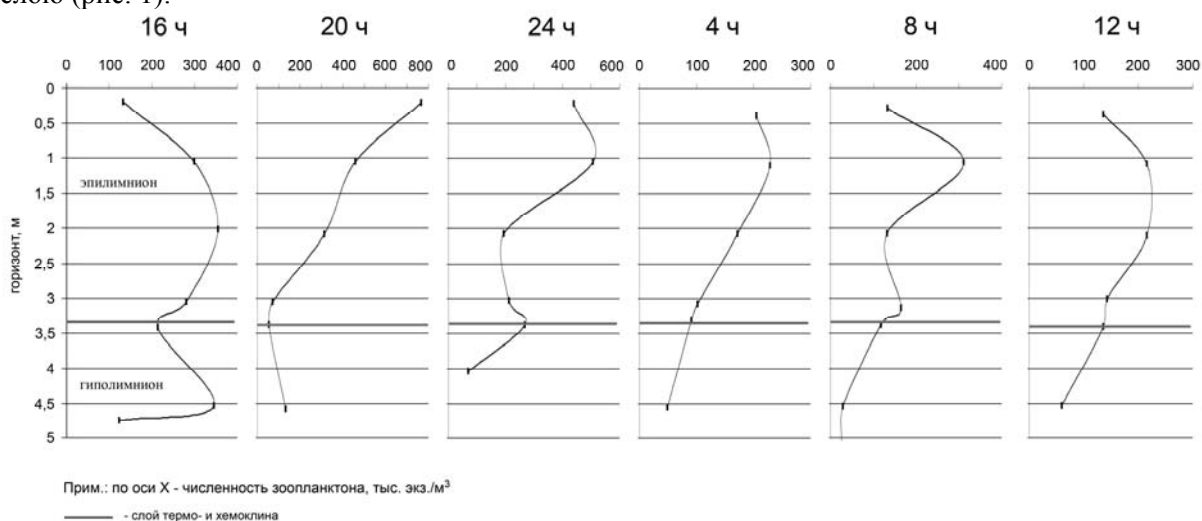
Цель работы: выявление типа суточной миграции зоопланктона и изучение влияния физико-химических и биологических факторов стратифицированного меромиктического оз. Доронинское

Зоопланктон изучался общепринятыми в гидробиологии методами. Материал для данной публикации отбирался в период работы совместной комплексной экспедиции 03–04.08.2009 г. сотрудников лабораторий микробиологии ИЭОБ СО РАН, ИБФ СО РАН и лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН на оз. Доронинском. Для выяснения вертикального распределения и суточной миграции животных толщи воды сбор материала проводился батометром Паталаса (объемом 6 л) по следующим горизонтам: поверхность, 1.0, 2.0, 3.0, 3.4, 4.0, 4.5 и 5.0 м на центральной станции озера через 4 часа. В каждом слое отбирали по три батометра, и проба концентрировалась путем процеживания через сачок с фильтрующим конусом из капронового сита № 69. Одновременно с помощью многоканального зонда были измерены Д.Ю. Рогозиным (ИБФ СО РАН) вертикальные профили температуры, солености, концентрации кислорода, рН, Eh, мутности, концентрации хлорофилла и результаты были любезно переданы нам. Массу тела ракообразных и коловраток подсчитывали по уравнениям связи длины тела и сырой массы (Балушкина, Винберг, 1979). За время наших исследований температура эпилимниона колебалась от 21 до 22.8 °С, в металимнионе (хемоклин, термоклин) на глубине в среднем 3.4 м снижалась до 17.2 °С, в гиполимнионе – до 4 °С. Значения рН в эпилимнионе были в среднем 10.12, в металимнионе понизились до 10.08 и в гиполимнионе – до 9.3. Величины Eh в эпилимнионе составляли – 84.3, в металимнионе были – 277.5, в гиполимнионе равнялись – 382.5 мвт и соответственно в металимнионе и в гиполимнионе уменьшалось содержание кислорода. Содержание бактериохлорофилла в эпилимнионе колебалось от 15.1 до 18 мг/л, в металимнионе почти в два или более раза повышались их величины. И в гиполимнионе отмечались достаточно высокие значения.

Зоопланктон состоял всего из 4 видов галофилов: Cladocera – *Moina mongolica* Daday, 1901; Copepoda – *Metadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875), Rotifera – *Brachionus plicatilis asplanchnoides* Charin, 1947, *Hexarthra* sp. Доминировали по численности и биомассе в сообществе зоопланктона рачки вида *M. mongolica*. Все виды – бактерио- фито- детритофаги. Хищников в сообществе нет. Значения численности зоопланктона в различных горизонтах за исследуемый период колебались от 29 до 765 тыс. экз/м³.

Выявлено, что сообщество зоопланктона меромиктического оз. Доронинское мигрирует в течение суток в разные слои воды. Наибольшая численность отмечена в эпилимнионе (до 43% от общего количества). В течение яркого солнечного дня в основном зоопланктеры находятся на 2-х метровом горизонте

те, избегая поверхностных вод (фототропизм), в сумерки наоборот поднимаются к поверхностным водам, в ночное время местом их обитания были поверхностные воды до глубин 1 м, в утренние часы в основном концентрировались на метровом слое и затем к полуденному времени спускались к 2-х метровому слою (рис. 1).



Коэффициенты первых двух главных компонент

	Глубина	T	pH	Eh	Минерализация	Sal	O ₂	O ₂ %	Хлорофилл	Мутность	N	B	Expl.Var	Prp.Totl
Factor 1	-0.86	0.95	0.59	0.96	-0.97	-0.97	0.93	0.95	-0.88	-0.90	0.50	0.52	8.67	0.72
Factor 2	-0.19	-0.07	-0.35	-0.15	0.09	0.08	-0.22	-0.18	0.04	0.01	0.85	0.84	1.71	0.14

Матрица коэффициентов корреляции показателей зоопланктона (N и B) и параметров среды с глубиной

	T	pH	Eh	Минерализация	Sal	O ₂	O ₂	Хлорофилл	Мутность	N	B
16ч	-0.84	-0.65	-0.85	0.86	0.85	-0.85	-0.86	0.85	0.85	0.04	-0.08
4 ч	-0.74	-0.57	-0.79	0.69	0.74	-0.80	-0.81	0.79	0.77	-0.96	-0.96

Рис. 1. Суточная динамика вертикальной миграции зоопланктона в меромиктическом оз. Доронинское (03–04 августа 2009 г.)

В металимнионе количество зоопланктона снижается по сравнению с эпилимнионом и составляет 3–16% от общего количества. В гипolimнионе оз. Доронинского зоопланктон присутствует постоянно, составляя 3–7% и в отдельных случаях (в 16 часов – 20%) численность его там сравнима с численностью в эпилимнионе. Это видимо показатель наличия кислорода в сероводородном слое и зоопланктон индикатор этого (табл. 1).

Таблица 1. Процентное соотношение численности зоопланктона по горизонтам при суточной вертикальной миграции оз. Доронинское

Горизонт, м	Часы отбора проб					
	16	20	24	4	8	12
0.0	8	43	26	24	15	15
1.0	17	26	30	27	34	24
2.0	20	17	12	20	14	24
3.0	16	4	13	12	18	16
3.4	12	3	16	11	13	15
4.5	20	7	4	6	3	7
5.0	7				3	

При факторном анализе по первому фактору выявлены высокие значения по абиотическим параметрам, по показателям зоопланктона – 0.5. Это говорит о том, что зоопланктон как живая система путем миграции находит оптимальные варианты соответственно своим физиологическим ритмам. Значения коэффициентов корреляции показателей зоопланктона с абиотическими факторами в дневное время низкие, в ночное время высокие (рис. 1).

При рассмотрении процентного соотношения численности групп зоопланктона при суточной вертикальной миграции видно, что копеподы, представленные разновозрастными особями вида *M. asiaticus*, и кладоцеры, состоящие из *M. mongolica* присутствовали во всех горизонтах, а коловратки, представленные в основном *B. plicatilis asplanchnoides*, в вечернее время уходили с поверхностного горизонта и увеличивалось их количество к придонному слою, в ночное время они поднимались с придонного слоя на горизонты 1–3 м и в предутреннее время доходили до поверхности. В дневные часы присутствовали во всех слоях воды (рис. 2).

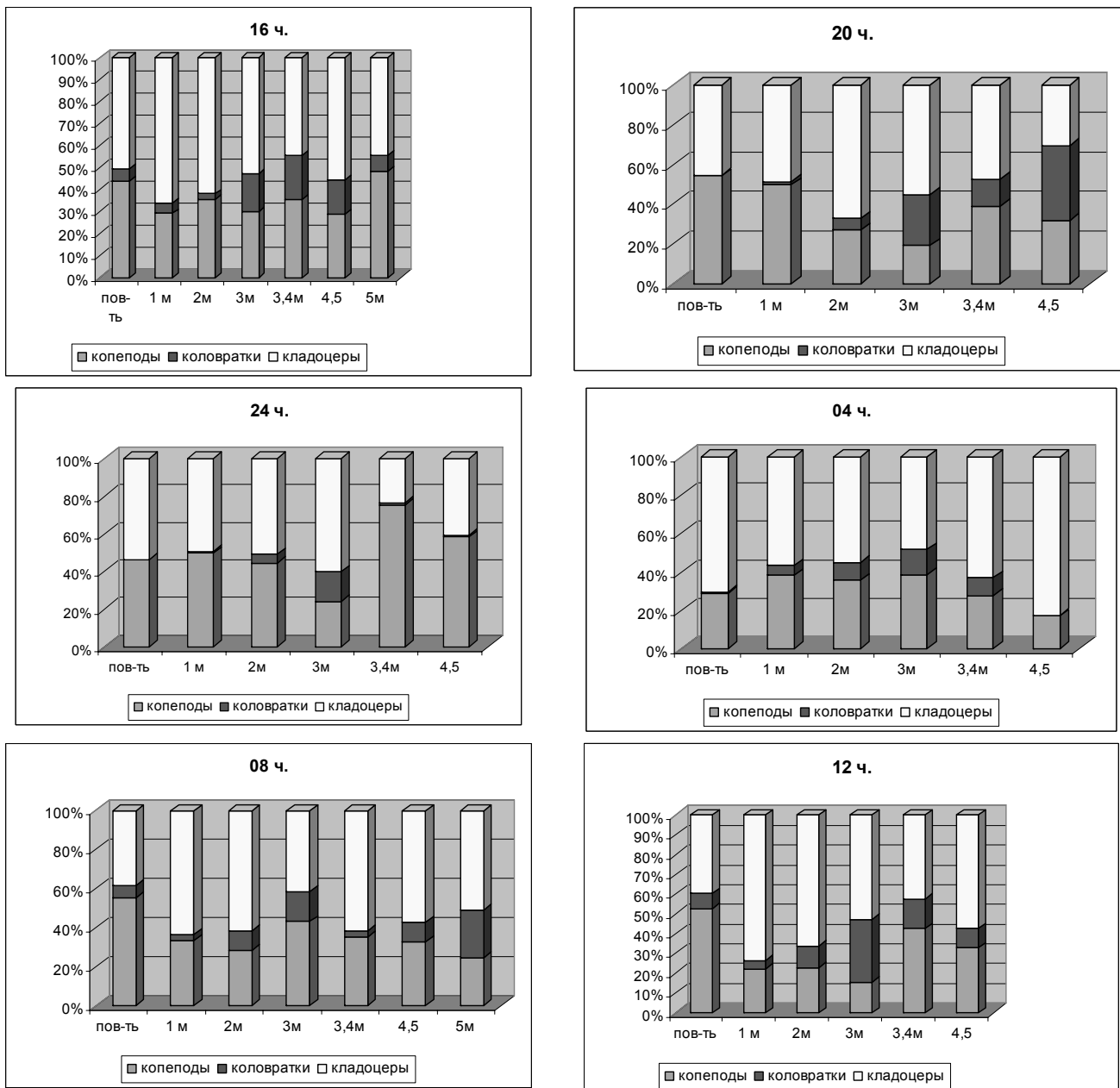


Рис. 2. Процентное соотношение численности групп зоопланктона при суточной вертикальной миграции.

Таким образом, основная масса зоопланктона в дневное время находится в теплом, кислородном слое эпилимниона, хотя видимо ныряют в зону гипolimниона за пищей (за серными бактериями). В сумеречное и в ночное время поднимается в поверхностные горизонты. В слое хемо-термоклина, где происходят резкие повышения минерализации, понижения температуры количество зоопланктона снижается. В гипolimнионе зоопланктеры в небольших количествах присутствовали во все часы отбора проб, видимо, связано с наличием пищи – биомассы бактерий, участвующих в окислении сероводорода, и кислорода, образовавшегося благодаря жизнедеятельности фотосинтезирующих бактерий внутри сероводородного слоя. Несмотря на стратификацию физико-химических параметров меромиктического озера зоопланктон в течение суток мигрирует. Полученные нами материалы по суточной миграции относятся к распространенному типу ночных миграций, когда животные достигают поверхности незадолго до полуночи и спуск начинается рано утром.

Автор выражает искреннюю благодарность за участие в отборе и в обработке проб сотрудникам лаборатории к.б.н. Матафонову П.В., к.б.н. Матюгиной Е.Б., ст. лаборанту Перфильевой В.В. и особую благодарность за участие в полевых работах и за любезно переданные результаты измерений сотруднику ИБФ СО РАН, к.б.н. Рогозину Д.Ю.

Список литературы

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // В кн.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–80.

- Борзенко С.В., Замана Л.В., Букаты М.Б. Сезонные и межгодовые изменения химического состава и минеральных равновесий содового озера Доронинское (Забайкалье) // Гидрогеохимия осадочных бассейнов: Труды Российской научной конференции. Томск: Изд-во НТЛ, 2007. С. 235–239.
- Замана Л.В., Борзенко С.В. Химический состав и минерализация льда озера Доронинское // Мат. конф. Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований. Чита 2006 г.
- Замана Л.В., Борзенко С.В. Сероводород и другие восстановленные формы серы в кислородной воде озера Доронинское (Восточное Забайкалье) // Докл АН. 2007. Т. 417, № 2. С. 232–235.
- Замана Л.В., Борзенко С.В. Гидрогеохимия и термодинамическая оценка минеральных равновесий водной толщи содового озера Доронинское // Мат. Всеросс. конференции с иностранным участием, посвященной 50-летию Сибирского отделения РАН и 80-летию чл.-корр. РАН Федора Петровича Кренделева. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. Ч. 2. С. 151–153.
- Итигилова М.Ц. Вертикальное распределение зоопланктона содового озера / X съезд ГБО. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 144.
- Рогозин Д.Ю., Дегерменджи А.Г. Меромиктические озера как пример экосистем, в которых пространственная гетерогенность в значительной степени определяет биоразнообразие // Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 5. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. С. 436–441.
- Солоноватые и соленые озера Забайкалья: гидрохимия, биология / Отв. ред. Б.Б. Намсараев. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского университета, 2009. 340 с.
- Degermendzhy A.G., Belolipetsky V.M., Zotina T.A., Gulati R. Formation of the vertical heterogeneity in the Shira Lake ecosystem: the biological mechanisms and mathematical model // Aquatic Ecology. 2002. V. 36, No. 2. P. 271–297.
- Tolomeyev A.P., Zadereev Ye.S. An in situ method for the investigation of vertical distributions of zooplankton in lakes: test of a two-compartment enclosure // Aquatic Ecology. 2005. 39 (2). P. 181–188.

МАКРОЗООФИТОС ШАРКАНСКОГО ЗАЛИВА ВОТКИНСКОГО ПРУДА (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

И.А. Каргапольцева

Удмуртский государственный университет,

Удмуртская Республика, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корпус 1, БХФ, larix85@rambler.ru

Введение

Фауна зарослей, или зоофитос (Ляхнович, 1965), представляет собой экологически специфическую группу беспозвоночных, топически и трофически связанных с водными растениями. Эта группа гидробионтов играет важную роль в формировании общей биопродуктивности водоемов, являясь прекрасным кормовым объектом для рыб. Определяющее влияние на характер развития зоофитоса оказывают тип зарослей и морфологические особенности водных и прибрежно-водных растений (макрофитов). Их распределение в литорали водоема, как правило, имеет поясно-зональный характер, что определяет соответствующую зональность пространственной структуры перифитонных организмов (Одум, 1957).

Фитофильная фауна включает в себя характерные зарослевые виды, проводящие среди растений начальные стадии онтогенеза или всю жизнь. Ряд животных использует заросли погруженных растений в период кладки яиц, нереста, откорма личинок или в качестве убежища. В зарослях растений встречаются представители всех групп беспозвоночных, населяющих пресные водоемы: простейшие, моллюски, ракообразные, черви, пиявки, насекомые (Константинов, 1972).

Шарканский залив образован в месте впадения р. Шаркан в Воткинский пруд. Длина залива составляет ~ 4.4 км. Наибольшая ширина около 0.66 км. Для залива характерен песчаный тип грунта, на отдельных участках – илисто-песчаный, илистый с примесью детрита, глинистый. Значения глубин на исследованных участках варьируют от 0.5 до 4.0 м. К основным видам и источникам антропогенного воздействия, оказывающих влияние на экосистему Шарканского залива, в первую очередь, относится Мишкинское месторождение нефти, с 1970-х годов эксплуатируемое НГДУ АО «Удмуртнефть». Нижнее течение р. Шаркан полностью расположено на территории данного месторождения. Подобная ситуация приводит к значительному повышению содержания нефтепродуктов, а также хлорид-ионов и взвешенных веществ в поверхностных водах. Помимо воздействия Мишкинского месторождения, р. Шаркан, а так же Шарканский залив, испытывают мощную рекреационную нагрузку, воздействие коммунальных и сельскохозяйственных стоков из вышележащих населенных пунктов.

Впервые изучение беспозвоночных Шарканского залива Воткинского пруда было проведено в 1995 г. В.Ю. Захаровым (1996) в рамках комплексных биоиндикационных исследований, в результате чего зафиксировано обитание в пределах залива 41 вида донных беспозвоночных. Как наиболее часто встречающиеся отмечены *Euglesa* sp., *Tanipus villipennis* (п/сем. Tanypodinae), *Choanomphalus*, в верховьях залива доминировали моллюски и хирономиды. В то же время обильное произрастание в пределах залива высшей водной растительности предполагает активное участие в формировании животного

населения экосистемы водоема организмов зоофитоса, на что в работе В.Ю. Захарова внимание не уделялось. Между тем, подобные сведения имеют большое значение для выяснения структурно-динамических и функциональных характеристик сообществ животного населения не только Шарканского залива, но и Воткинского пруда в целом, особенностей продукционных процессов, характера и темпов самоочищения водоема. Это и определило цель наших исследований, которая заключалась в изучении видового состава сообществ беспозвоночных, обитающих в зарослях макрофитов в пределах акватории Шарканского залива.

Материалы и методика исследования

Исследования проводились с мая по октябрь 2008 г. в пределах Шарканского залива Воткинского пруда. На акватории залива было заложено 10 трансект, охватывающих наиболее типичные и распространенные ассоциации высшей водной и прибрежно-водной растительности. На каждой трансекте было установлено 5 станций отбора проб. Количественный сбор гидробионтов на станциях пробоотбора проводился при помощи алюминиевой рамки площадью 0.35 м², к которой пришит мешок из газовой ткани. В зарослях растений рамка погружалась в воду, после чего растения срезали и вынимали в мешке. Далее производился смыв организмов зоофитоса с растений. Качественный сбор фитофильных макробеспозвоночных проводился при помощи гидробиологического сачка. Животных выбирали сразу, помещали в герметичную посуду и фиксировали 70%-ным раствором этилового спирта.

Результаты исследования и их обсуждение

Степень зарастания акватории залива составляет около 15%, что характеризует его как слабозаросший водоем. Наибольшая степень зарастания наблюдается в верховьях залива.

В ходе проведения исследований был изучен макрозоофитос следующих наиболее распространенных формаций водных и прибрежно-водных растений:

А. Группа классов. Настоящая водная (гидрофитная) растительность – *Aquiphytosa genuina*.

I. Класс формаций. Настоящая водная (гидрофитная) растительность – *Aquiphytosa genuina*.

1. *Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих в толще воды – Aquiherbosa genuina demersa natans.*

1. Формация ряски трехдольной – *Lemneta trisulcae*.

2. Формация роголистника темно-зеленого – *Ceratophylleta demersi*.

2. *Группа формаций погруженных укореняющихся гидрофитов – Aquiherbosa genuina submersa radicans.*

3. Формация рдеста блестящего – *Potameta lucentis*.

4. Формация рдеста пронзеннолистного – *Potameta perfoliati*.

5. Формация рдеста сплюснутого – *Potameta compressi*.

6. Формация мелколистных рдестов – *Potameta pusilli*.

7. Формация урути мутовчатой – *Myriophylleta verticillati*.

8. Формация шелковников – *Batrachietta*.

9. Формация элодеи канадской – *Elodeeta candensis*.

3. *Группа формаций укореняющихся гидрофитов с плавающими на воде листьями – Aquiherbosa genuina radicans foliis natantibus.*

10. Формация кубышки малой – *Nuphareteta pumila*.

4. *Группа формаций свободно плавающих на поверхности воды гидрофитов – Aquiherbosa genuina natans.*

11. Формация водокраса лягушачьего – *Hydrocharieta morsus-ranae*.

12. Формация ряски маленькой с многокоренником – *Lemno minori-Spirodeleta*

Б. Группа классов. Прибрежно-водная растительность – *Aquiherbosa vadosa*.

II. Класс формаций. Воздушно-водная (гелофитная) растительность – *Aquiherbosa helophyta*.

5. *Группа формаций низкотравных гелофитов – Aquiherbosa helophyta humilis.*

13. Формация сусака зонтичного – *Butometa umbellati*.

14. Формация стрелолиста обыкновенного – *Sagittarieta sagittifoliae*.

6. *Группа формаций высокотравных гелофитов – Aquiherbosa helophyta procera.*

15. Формация камыша озерного – *Scirpeta lacustris*.

16. Формация рогоза узколистного – *Typheta angustifoliae*.

17. Формация рогоза широколистного – *Typheta latifoliae*.

18. Формация тростника южного – *Phragmiteta australis*.

За период исследования было обнаружено 178 видов и таксонов более высокого ранга организмов зоофитоса из 71 семейства, 16 отрядов, 6 классов. Из фитофильных макробеспозвоночных наиболее обильно представлены жуки – 42 вида, моллюски – 39, ручейники – 28, двукрылые – 19 и стрекозы – 16 видов. Наименьшее количество видов выявлено в отрядах *Megaloptera* и *Isopoda*, которые были представлены всего 1 видом: *Sialis sordida* и *Asellus aquaticus* соответственно. Одними из наиболее распро-

страненных гидробионтов, населяющих все типы зарослей в исследованном водоеме, являются пиявки *Protocleipsis tessulata*, *P. maculosa*, *Helobdella stagnalis*, *Erythromma octoculata*, *E. nigricollis*, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclite*. Самой многочисленной в зарослях макрофитов Шарканского залива оказалась фауна насекомых, которые были представлены в основном эвритопными видами.

Анализ приуроченности гидробионтов к определенным растительным формациям показал, что наиболее богаты по видовому составу фитофильных беспозвоночных сообщества погруженных укоряющихся гидрофитов, а также ценозы формации роголистника темно-зеленого, в которых зарегистрировано 163 вида и таксона более высокого ранга организмов зоофитоса. Из 16 видов стрекоз, выявленных в заливе, к наиболее многочисленным относятся *Erythromma najas*, *Erythromma viridulum*, *Coenagrion hastulatum*, *Coenagrion puella*, *Coenagrion armatum*, *Aeschna grandis*, *Aeschna juncea*, *Aeschna viridis*, *Sympetrum vulgatum*, в основном обитающие в сообществах указанных выше растительных формаций. Данные виды стрекоз широко встречаются и в других формациях макрофитов, однако представлены в них не столь многочисленно. В единичных экземплярах были встречены *Platycnemis pennipes*, *Calopteryx virgo*.

Среди моллюсков, обитающих в формациях погруженных гидрофитов, доминировали *Anisus vortex*, *Anisus acronicus*, *Lymnaea* sp., *L. balthica*, *L. ovata*, *Physa adverse*, часто встречались *Lymnaea patula*, *Armiger crista*, *Planorbis planorbis*, *Valvata spirorbis*, *Valvata* sp., *Cincinna piscinalis*, *Cincinna* sp., *Codiella kickxii*, *Bithynia decipiens*, *Pisidium inflatum*, *P. amnicum*, *Euglesa* sp. Заросли растений на небольших глубинах (до 20 см) и у заболоченных берегов населяли виды, более приспособленные к условиям болот – *Viviparus viviparus*, *Valvata pulchella*, *Lymnaea stagnalis*.

В группах формаций низкотравных и высокотравных гелофитов, помимо перечисленных видов моллюсков, также в большом количестве встречается *Acroloxus lacustris*. Малочисленные виды моллюсков – *Lymnaea fragilis*, *L. lagotis*, *L. auricularia*. Из пиявок в зарослях гелофитов доминируют *Protocleipsis tessulata*, *P. maculosa*, *Helobdella stagnalis*, *Erythromma octoculata*, часто встречается оксифильный вид *Piscicola geometra*.

В доминирующий комплекс олигохет во всех группах растительных формаций входят *Stylaria lacustris*, *Nais barbara*, *Peloscoclex ferox*, *Limnodrillus hoffmeisteri*, *Limnodrillus* sp.

Из Agachnoidae в сообществах погруженных гидрофитов многочисленны водные клещи Hydracarinae.

Отряд поденки в основном представлен семействами Baetidae и Caenidae. Многочисленными видами являлись *Cloen* гр. *diptherum*, *Baetis* sp., *Caenis horaria*, *C. robusta*. Эти виды в сообществах гидрофитов иногда образуют большие скопления.

Клопы широко представлены во всех формациях водных и прибрежно-водных растений залива. Наиболее многочисленны они в формациях рдестов, урути, роголистника, элодеи, шелковника, меньше всего клопов обнаружено в формациях кубышки малой и рясковых. К преобладающим видам можно отнести *Plea minutissima*, *Ilyocoris cimicoides*, *Cymatia coleoptrata*, *Sigara falleni*, *S. striata*, *Sigara* sp., *Hydrometra stagnorum*, *Microvelia* sp., *Notonecta glauca*, *Corixa* sp. Небольшим количеством экземпляров представлены виды *Nepa cinerea*, *Ranatra linearis*.

Жуки, выявленные в формациях погруженных гидрофитов, представлены 29 видами. Наиболее распространены семействами являются Dytiscidae (14 видов), Hydrophilidae (7 видов), Haliplidae (5 видов). К доминирующим видам относятся *Hyphydrus ovatus*, *Suphrodytes dorsalis*, *Laccophilus hyalinus*, *Rhantus* sp., *Haliplus* sp., *Brychius elevatus*, *Laccobius hyalinus*, *L. striatulus*, *Enochrus affinis*, *E. testococcus*, *Noterus crassicornis*, *Hydroena* sp., которые по экологической приуроченности являются лимнобионтами. В сообществах тростника южного с манником большим и рогозов узколистного и широколистного обнаружены представители рода *Donacia* (семейств листоедов – Chrysomelidae), являющиеся стенофагами. Основной рациона питания личинок *Donacia semicuprea* являются виды рода манник (*Glyceria*) и осока острая (*Carex acuta*) (Определитель, 2001). Личинки *Donacia cinerea* встречаются на корнях *Typha latifolia* и *Carex* sp. В формациях рясковых в большом количестве обнаружены личинки жуков трясинок (Scirtidae), среди которых доминирует *Elodes* sp. Трясинок представлены формами, питающимися водорослями.

Из ракообразных на глубинах до 1 м встречается *Asellus aquaticus*. Особенно многочислен он в сообществах роголистника темно-зеленого, а также в зарослях низкотравных и высокотравных гелофитов.

Фауна ручейников в формациях гидрофитов представлена 14 видами, которые являются обычными эврибионтными видами и широко представлены практически во всех растительных формациях. Наибольшее количество видов ручейников встречено в сообществах рдестов, а наименьшее – в формации кубышки малой, сообщества которой являются наиболее бедными по видовому разнообразию макрозоофитоса. Известно, что кубышки выделяют в воду антибиотик ньюфарин, который угнетающе действует на водные организмы (Кокин, 1982). Среди фитофильных видов ручейников наиболее широко представлены *Triaenodes bicolor*, *Phryganea bipunctata*, *Ahtripsodes* sp., *Michasema* sp., *Limnophilus* sp. В за-

рослях гидрофитов многочисленны мелкие формы ручейников из сем. Hydroptilidae, среди которых преобладают *Agraylea multipunctata*, *Oxyethira costalis*, *Orthotrichia* sp., *Hydroptila* sp.

Отряд Lepidoptera на акватории залива представлен 4 видами: *Parapoynx stratiotata*, *Cataclysta lemna-ta*, *Elophila nymphaeata*, *Acentria ephemerella*. Указанные виды встречаются в формациях рясковых, кубышки малой, рдестов пронзеннолистного и блестящего, роголистника темно-зеленого, элодеи канадской, стрелолиста обыкновенного.

Самое многочисленное среди Diptera сем. Chironomidae составляет основу доминирующего комплекса зоофитоса рассматриваемого залива, причем наиболее распространенными являются личинки хирономид трибы Chironomini. Особенно много минирующих форм *Glyptotendipes* sp. Минеры отмечены даже в формациях растений, для которых они не свойственны (урути мутовчатой и роголистника темно-зеленого). Также в пределах залива отмечены хирономиды триб Tanytarsini и Orthoclaadiinae. Из других двукрылых в зарослях погруженных гидрофитов в большом количестве встречаются *Odontomyia ornate*, *Stratiomys longicornis*, *Oplodonta viridula*, *Aedes nigrinus*, *Anthomyza sabilosa*, *Sphaeroceridae* gen. sp., *Chaoborus* sp., *Dixa* sp., *Hydromyza* sp., *Aphrosylus* sp., *Dicranota* sp.

Заключение

Таким образом, в Шарканском заливе Воткинского пруда зарегистрировано 178 видов и таксонов более высокого ранга организмов зоофитоса из 71 семейства, 16 отрядов, 6 классов. Из фитофильных макробеспозвоночных наиболее хорошо представлены жуки (42 вида), моллюски (39), двукрылые (19), ручейники (28) и стрекозы (16), наименее – отряды *Megaloptera* и *Isopoda*, представленные 1 видом (соответственно *Sialis sordida* и *Asellus aquaticus*). Одними из наиболее распространенных организмов зоофитоса, населяющих сообщества всех выявленных в заливе растительных формаций, являются пиявки *Protoclepsis tessulata*, *P. maculosa*, *Helobdella stagnalis*, *Erpobdella octoculata*, *E. nigricollis*, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclite*.

По видовому богатству организмов зоофитоса выделяются сообщества погруженных укореняющихся гидрофитов и роголистника темно-зеленого, в которых зарегистрировано 163 таксона фитофильных макробеспозвоночных. Наиболее бедны видами макрзоофитоса сообщества кубышки малой, в которых отмечено 16 видов организмов.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю к.б.н. О.А. Капитоновой за помощь в планировании и аналитическом осмыслении материалов исследований, к.б.н. Н.В. Холмогоровой и к.б.н. С.В. Дедюхину (Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск) за помощь в определении жуков, куратору малакологической коллекции Зоомузея ИЭРиЖ УрО РАН М.Е. Гребенникову (г. Екатеринбург) и к.б.н. М.В. Винарскому (Омский государственный педагогический университет, г. Омск) за помощь в определении моллюсков.

Список литературы

- Захаров В.Ю. Биоиндикационные исследования с целью обоснования необходимости мелиоративных мероприятий по Воткинскому водохранилищу на р. Вотке: Состояние фауны гидробионтов Шарканского отрога Воткинского водохранилища на р. Вотке на момент начала исследований. (Рабочие материалы). Ижевск, 1996. 36 с.
- Кокин К.А. Экология высших водных растений. М.: МГУ, 1982. 160 с.
- Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1979. 479с.
- Ляхнович В.П. Повышение естественной кормовой базы рыб в прудах путем удобрения // Вопросы гидробиологии: Тез. докл. I съезда Всесоюз. Гидробиол. о-ва. М., 1965. С. 260–267
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые / Под ред. С.Я. Цалолихина. СПб.: Наука, 2001. 836 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОТАЛЬНОГО БАКТЕРИОПЛАНТОНА

И.Ю. Киреева

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, kireevaiu@mail.ru

Центральное место в популяционной экологии занимает проблема динамики численности популяции и механизмов её регуляции. Основная задача экологии на современном этапе – детальное изучение количественными методами основ структуры и функционирования природных и созданных человеком систем. В водных экосистемах особое место занимает тотальный бактериопланктон, обеспечивающий функционирование любой водной экосистемы, поскольку микроорганизмы играют первостепенную роль в круговоротах веществ и являются первичным звеном в пищевой цепи водоема, т. к. высокие численность и скорость размножения бактерий способствует созданию большого количества первичного (бактериального) белка, который играет важную роль в балансе органического вещества водоемов и усваивается животными организмами следующих трофических уровней, формирующих биологическую продуктивность водоема (Акимов, 1966; Антипчук, 1983).

Цель исследований – сравнительный анализ структурных и морфологических показателей тотального бактериопланктона водоемах с разным уровнем органической нагрузки.

Объект исследований: производственные пруды, в которых рыба выращивалась в поликультуре по органической и интенсивной технологиям.

Микробиологические показатели определялись по общепринятым в водной микробиологии методам (Антипчук, Киреева, 2005).

Как известно, развитие бактерий в водоемах зависит от наличия и качественного состава органического вещества, температурных и кислородных условий [2, 4]. Искусственное кормление рыбы – один из процессов, стимулирующих развитием микроорганизмов, т.к. корма, и особенно их остатки, выполняют роль органических удобрений, поскольку рыбами поедается не более половины задаваемого корма [6]. Остальная часть корма «растворяется» в воде до его поедания, распыляется по дну в процессе питания рыб и дает удобрительный эффект. Кроме того, в водоемах скапливаются экскременты рыб, составляющие 8–25% от задаваемого корма [2], а также останки отмерших гидробионтов. Таким образом, интенсивное выращивание рыбы влечет за собой органическое загрязнение рыбохозяйственных водоемов.

В начале вегетационного периода вода обоих экспериментальных прудов по общей численности микроорганизмов отличалась незначительно и в среднем общее микробное число в них не превысило 0.21 млн. кл/мл (таб.).

Таблица. Основные структурно-функциональные показатели бактериопланктона в воде обследованных водоемов

Месяцы	Общая численность бактериопланктона, млн. кл/мл.	Биомасса, г/м ³	Агрегированность бактерий по численности, %	P/B	G, час
Органическая технология					
Июнь	0.21	0.16	24.67	2.55	6.52
Июль	10.36	3.62	20.02	1.41	11.80
Август	12.03	5.01	14.30	1.26	13.04
Сентябрь	8.31	3.80	26.20	1.63	9.73
Ср. сезон.	8.14	3.14	22.30	1.71	10.27
Интенсивная технология					
Июнь	0.20	0.22	28.60	2.33	7.16
Июль	14.81	2.48	25.71	1.37	12.14
Август	20.36	4.49	19.44	1.35	12.80
Сентябрь	11.38	3.27	28.35	1.39	12.05
Ср. сезон.	10.24	2.61	25.52	1.10	11.03

В производственных водоемах пики в развитии микроорганизмов наблюдались в июле и в августе. Первый пик совпал с периодом зарыбления прудов и началом кормления рыбы, когда общая численность бактерий в пруду с интенсивной технологией превышала таковую пруда с органической технологией в 1.4 раза, а второй пик пришелся на август, когда общая численность тотального бактериопланктона в прудах составило 12.03 и 20.36 млн. кл/мл соответственно. К концу вегетационного периода количество микроорганизмов в воде обследованных водоемов снизилось и в среднем не превысило 7.03 млн. кл/мл. Необходимо отметить, что в пруду с применением интенсификационных мероприятий динамика численности бактериопланктона совпадала с таковой перманганатной окисляемости. При этом при максимумах обоих показателей отмечалась минимальная концентрация растворенного в воде кислорода (2.1 мг/л), но величина перманганатной окисляемости не превысила допустимых значений (13.2

мг/л) для рыбохозяйственных водоемов. Вместе с тем, наибольшие показатели общего микробного числа совпали с периодом максимального прогрева воды (28 °С).

Морфологические показатели тотального бактериопланктона являются неотъемлемой структурной характеристикой водоемов, на которых базируется изучение закономерностей формирования и особенностей функционирования рыбохозяйственных водоемов во времени.

Неотъемлемая часть структурной характеристики тотального бактериопланктона – его морфологический состав, на котором базируется изучение закономерностей формирования и особенностей функционирования рыбохозяйственных водоемов во времени. По ним можно отличить цикличность естественных биологических процессов от направленных изменений формирования качества воды, обусловленных антропогенным воздействием, так как структурно-функциональные и морфологические характеристики бактериопланктона не являются неизменными [2, 5, 8]. В обследованных нами водоемах морфологический состав бактериопланктона представлен кокками и палочками и спорами. Средние размеры у палочек – 0.2×2.0 мкм, у кокков – 0.6 мкм. Доля кокковых форм в начале вегетационного периода составляла – 76.3%, палочковидных – 11.5%, спор – 3.8%, а к концу периода эксплуатации прудов размеры кокковидных клеток уменьшились до 0.4 мкм, а палочковидных увеличились до 0.4×2.6 мкм. Изменилось и их соотношение в общем микробном числе: кокки – 5.5% палочки – 66%, споры – 15%, что свидетельствует о формировании гнилостной микрофлоры в результате накопления органических веществ в виде остатков несъеденных кормов, экскрементов рыб, отмирающих гидробионтов.

Биомасса бактериопланктона – второй структурный показатель, величина которого зависит от климатических и региональных особенностей водоема, количества и видового состава зоопланктона и фитопланктона, скорости размножения и выедания бактерий, их численности и размеров [1, 4]. В опытных водоемах средняя биомасса бактерий за период наблюдений изменялась от 0.16 до 5.01 г/м³. Ее динамика повторила динамику общей численности бактерий (1 тип продуцирования бактериопланктона по классификации Романовой, Гуринович, 1983). Максимальный показатель биомассы бактерий отмечался в пруду с органической технологией выращивания рыбы в августе – 5.01 г/м. Выявлена общая закономерность – биомасса бактериопланктона и его концентрация в первой половине лета были ниже, чем во второй. Следует указать, что именно в первой половине лета происходит посадка мальков в пруды и, следовательно, особенно важна обеспеченность их кормом, в том числе и живым. Это необходимо учитывать при планировании плотностей посадки выращиваемой рыбы и норм ее кормления.

Известно, что бактериопланктон в водоемах существует в форме агрегатов (микроколоний), а в рыбохозяйственных водоемах до 80% всех планктонных бактерий находится в агрегированном состоянии (Сорокин, 1970; Спиглазов, 1982), что особенно важно, поскольку именно скопления микроорганизмов являются пищей беспозвоночных животных, т.к. бактерии, наряду с фитопланктоном, являются первичным звеном в пищевой цепи водоемов (Воронова, 1972). Из факторов, влияющих на степень образования микроколоний бактериями, наибольшее значение имеет водорастворимое органическое вещество (Гак, 1972). Некоторые животные не способны питаться одиночными бактериями (Ciclopidae) и успешно усваивают бактерии в виде агрегатов (Кузнецов, 1983). Вместе с кормом агрегированные бактерии потребляются в пищу и рыбой (белым толстолобиком), причем не только молодью, но и взрослыми особями (Гак, 1972), что особенно важно в условиях выращивания рыбы в поликультуре. Кроме того, численность бактериальных микроколоний является индикатором, отражающим интенсивность потока растворенного органического вещества в водоемах (Романова, Гуринович, 1983). В изучаемых нами водоемах агрегированность по общей численности бактериопланктона изменялась от 14.3 до 28.86%. В прудах отмечены 2 пика агрегированного состояния бактерий: в июне – когда шел процесс зарыбления прудов, и в сентябре – когда вегетационный период заканчивался и в прудах накопилось много нерастворенной органического вещества, что напрямую связано с антропогенным воздействием на эти водоемы. Аналогичную быструю реакцию микробного сообщества на усиление потока органического вещества наблюдали и в других водоемах (Ивлиева, 1976; Кузнецов, 1983).

Основной показатель жизнедеятельности микроорганизмов, по которому судят как об интенсивности процессов бактериального самоочищения водоема, так и скорости процесса воспроизводства бактериальной биомассы – это скорость размножения бактерий. Определение интенсивности бактериальных процессов выявило большой диапазон колебаний этого показателя: 6.52–12.8 часа. При этом для всех водоемов определена зависимость времени генерации от общей численности бактериопланктона. В среднем за сезон время удвоения численности в опытных прудах этот показатель варьировал от 10.27 до 11.03 часов. В сезонном аспекте наибольшее время удвоения численности наблюдалось в водоеме с максимальной антропогенной нагрузкой, т.е. с интенсивной технологией выращивания рыбы. Динамика изменения времени генерации бактерий повторила динамику их общей численности. Показатели скорости размножения бактериопланктона характеризует обследованные водоемы как среднепродуктивные.

Достаточно высокие темпы размножения в целом, обусловили значительное участие микрофлоры в формировании биологической продуктивности водоемов.

Скорость оборачиваемости единицы биомассы бактериопланктона (P/B-коэффициент) непосредственно связана со скоростью его элиминации (Баранаскене и др., 1967). Следовательно, по изменению величин суточных P/B-коэффициентов можно судить об интенсивности выедания микроорганизмов. Анализ полученных нами данных по P/B-коэффициентам показал, что максимальная среднесуточная величина отношения продукции бактерий к их биомассе в пруду с экстенсивным выращиванием рыбы и в 1.2 раза превышала аналогичные показатели пруда с интенсивным выращиванием. Динамика изменения этого показателя была следующей: в начале периода вегетации темп размножения был наибольшим, затем прослеживалось снижение, и к концу периода вегетации активность размножения вновь увеличивалась. В целом, выявлено, что по мере увеличения численности бактериопланктона, P/B-коэффициент имел тенденцию к снижению, поскольку крупные бактерии размножаются медленнее. В свою очередь, снижение скорости оборачиваемости бактериальной биомассы, свидетельствует о накоплении органического загрязнения и о начальных этапах деградации водной экосистемы.

Выявлено, что в обследованных водоемах изменения структурных и функциональных в течение всего периода наблюдений определялись сложным комплексом биотических и абиотических факторов, основным из которых, являлось количество органического вещества, в основном аллохтонного происхождения. Именно аллохтонная органика определяла тип сезонной динамики бактериопланктона, его агрегированность, а также показатели биомассы и скорость размножения микроорганизмов. Отмечено тормозящее действие на темп продуцирования и скорость оборачиваемости биомассы бактериопланктона. По показателям времени удвоения численности бактерий обследованные водоемы относились к категории эвтрофных. Полученные данные необходимо учитывать при планировании интенсификационных мероприятий в процессе выращивания молоди рыб, поскольку высокий антропогенный пресс на экосистему рыбоводных прудов приводит к ухудшению экологической обстановки в водоеме, что непременно отразится на количестве и качестве рыбопосадочного материала. Следует отметить, что анализируемые структурно-функциональные показатели тотального бактериопланктона могут использоваться в мониторинге санитарного состояния водоемов как индикаторные.

Список литературы

1. Акимов В. Общая численность микроорганизмов в воде рыбоводных прудов при интенсивном удобрении и кормлении рыб. Тр. ВНИИПРХ. М., 1966. XIV. С. 17–23.
2. Антипчук А. Микробиология рыбоводных прудов. М., 1983. 145 с.
3. Антипчук А., Кіреєва І. Водна мікробіологія. Київ, 2005. 324 с.
4. Баранаскене А., Янкиявичюс К., Киселите Т. Продукция бактериальной флоры в удобряемых прудах. Тр. АН Лит ССР. Сер В., 1967. 2 /43/. С.147–166.
5. Воронова Г. Продуктивность бактериопланктона в прудах. Тр. БЕЛНИИРХ. Минск, 1972. С. 109–118.
6. Гак Д. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. Киевское водохранилище. Киев, 1972. С. 291–307.
7. Ивлиева Е. Численность и продукция бактерий в рыбоводных прудах при различных плотностях посадки карпа. Тр. ВНИИПРХ. М., 1975. XXIV. С. 128–135.
8. Кузнецов Е. Бактериопланктон в каскаде рыбоводных прудов с зависимым водоснабжением. Науч. докл. высш. шк. Биол. Науки. 1983. № 7. С. 74–78.
9. Романова А., Гуринович Т. О соотношении численности и биомассы бактериопланктона при расчете его продукции. Тр. ГОСНИОРХ. Л., 1983. Вып. 196. С. 72–80.
10. Сорокин Ю. Об агрегированности бактериопланктона. Докл. АН СССР. 1970. 197. №4. С.905–907.
11. Спиглазов А. Агрегированность бактериопланктона озера Байкал. Автореф. Дис. канд. биол. наук. Иркутск, 1982.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ЦНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В КАЧЕСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНДИКАТОРА

Н.Н. Коломейцева

*Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина,
393190, Тамбовская обл., г. Котовск, ул. Набережная, д. 16, кв. 12, kolomeytseva-n@yandex.ru*

Введение

В последнее десятилетие, как в Европе, так и на Американском континенте наблюдается выраженная тенденция развития биологических методов оценки в рамках экосистемного интегрированного подхода. На фоне недостаточной разработанности подходов и методов оценки состояния окружающей среды вообще (по сравнению с достижениями оценки качества), данные исследования проводятся в период постепенного смещения акцентов от оценки качества среды, как ресурса в сторону оценки состояния среды, как места обитания. Эта тенденция достаточно четко отражена в Директиве Парламента и Совета ЕС 2000/60/ЕС от 23.10.2000 г., касающейся упорядочения деятельности ЕС в области водной политики (Рамочная директива), которая при оценке экологического состояния водных экосистем отдает приоритет биологическим показателям перед гидрохимическими и гидрофизическими (Афанасьев и др., 2003).

Европейская рамочная водная директива (WFD) дала существенный толчок развитию и совершенствованию систем биоиндикации в странах ЕС. В частности, это относится к созданию сети эталонных створов, процессам интеркалибровки, унификации методов отбора проб, их обработки и последующему анализу (Семенченко, 2004).

Несмотря на важность химических и физических анализов, обеспечивающих получение базовой информации о концентрации различных загрязнителей и физических изменениях, биологическая оценка качества среды оказывается приоритетной по двум причинам. Во-первых, только биологическая оценка предоставляет возможность интегральной характеристики качества среды, находящейся при всём многообразии воздействий. Во-вторых, такая оценка даёт характеристику здоровья среды, её пригодность для живой природы и человека (Изотов, 2003).

Биологическая оценка фиксирует деградацию водных экосистем даже в том случае, если концентрация загрязнителей не превышает установленных ПДК, а также в тех случаях, когда воздействие было значительно раньше времени обследования и носило разовый характер. Биоиндикация, как метод анализа качества воды, существует более ста лет. За этот период в ней обозначился ряд приоритетных подходов. Тем не менее, потребовалось много времени, прежде чем пришло понимание необходимости создания методик, адаптированных к различным водным фаунам многочисленных регионов России и к определенному типу водоёмов (Николаев, 2007).

Основные принципы биоиндикации поверхностных вод были разработаны Р. Кольквитцем и М. Марссоном (Kolkwitz, Marsson, 1902, 1908, 1909), которые ввели понятия сапробности и биологического самоочищения вод. С тех пор биоиндикация является неотъемлемой частью мониторинга поверхностных вод и оценки качества воды. В дальнейшем систему Кольквитца-Марссона дополняли и модифицировали Г.И. Долгов и Я.Я. Никитинский (1926, 1927), В.И. Жадин и А.Г. Родина (1950), Х. Либман (Liebmann, 1951, 1962), Р. Пантле и Г. Букк (Pantle, Buck, 1955; Pantle, 1956), М. Дж. Ротшейн (Rotschein, 1959), Зелинка и П. Марван (Zelinka, Marvan, 1961, 1966), В. Сладечек (Sládeček, 1965, 1967), М.В. Чертопруд (2002).

Целью нашей работы являлась оценка влияния отдельных компонентов ландшафта на экологическое состояние р. Цны. Для достижения обозначенной цели мы поставили следующие задачи: составить географическое описание и провести гидрометрическое обследование трёх участков р. Цны в районе г. Котовска; оценить устойчивость донного грунта к поступающим загрязнениям; определить качество речных вод.

Материалы и методы исследования

Мы проводили обследование р. Цны в 13 км южнее г. Тамбова в районе с. Кузьмино-Гать и г. Котовска. Первый створ мы расположили у с. Кузьмино-Гать в 1 км выше по течению реки от места впадения в Цну её правого притока – р. Лесной Тамбов. Второй створ – в 2.5 км ниже по течению от устья р. Лесной Тамбов и в 1 км выше по течению от г. Котовска, расположенного на правом берегу Цны. Третий створ – в 1 км ниже по течению г. Котовска. Обследование реки проводили 24–25 августа 2009 г. Такое расположение исследовательских створов позволило оценить влияние на экологическое состояние Цны р. Лесной Тамбов и г. Котовска как компонентов ландшафта.

При оценке влияния отдельных компонентов ландшафта на экологическое состояние реки необходимо соотнесение результатов биоиндикационных исследований с гидрометрическими характеристиками изучаемого водотока. Очевидно, что экосистема более крупного водотока обладает большей буферной

ёмкостью и способна переработать большой объём различных загрязнителей, сохраняя при этом свою структуру неизменной. Следовательно, увеличение расхода воды в водотоке при неизменном количестве поступающих в него загрязняющих веществ должно приводить к улучшению качества воды вследствие разбавления загрязнителей.

Проведение гидрометрических работ при использовании биоиндикационных методик необходимо для того, чтобы соотнести относительные показатели, полученные с помощью биоиндикационных методов с данными по другим участкам (Буковский, 2005).

Для проведения гидрометрического обследования р. Цны на каждом створе перпендикулярно руслу реки мы натягивали веревку, размеченную через 1 м. Промеры производили с лодки вдоль натянутой веревки. Для измерения глубины реки мы использовали ручной лот, который представляет собой веревку с грузом, размеченную через 50 см. Температуру воды определяли водным термометром, температуру воздуха с помощью обыкновенного термометра. Определение прозрачности воды проводили с помощью диска Секки. Цвет и запах воды определяли органолептическим методом. Скорость течения реки измеряли с помощью метода поплавков. При вычислении гидрометрических характеристик р. Цны мы использовали методики из «Практикума по общему землеведению» К.В. Пашканга (1982).

Оценить устойчивость донных отложений водоёма к загрязнению и способность их к самоочищению можно по степени восстановленности среды донных отложений и по активности в них протеолитических ферментов. Уровень восстановленности среды в донных отложениях мы определяли с помощью аппликационного метода – автографии на фотобумаге.

Разложение органических остатков в донном грунте происходит вследствие деятельности микроорганизмов. В связи с этим микроорганизмы могут служить биоиндикаторами окислительно-восстановительных условий среды (Тарарина, 1997). Метод автографии на фотобумаге основан на восстановлении бромистого серебра, находящегося в эмульсии засвеченной фотобумаги. Интенсивность окраски пятен тем больше, чем выше восстановленность среды в местах контакта фотоэмульсии с донным грунтом. По окраске автографа можно судить о характере окислительно-восстановительных процессов, протекающих в донных отложениях.

Способность донных отложений самоочищаться от белкового загрязнения связана с численностью микроорганизмов, вырабатывающих протеазы. Эта взаимосвязь может служить в качестве биоиндикационного метода оценки экологического состояния водоема (Тарарина, 1997). Метод аппликации на рентгеновской пленке предусматривает использование рентгеновской плёнки, эмульсия которой разрушается микроорганизмами, в качестве индикатора протеазной активности. Основа эмульсии – желатин – служит питательной средой для микроорганизмов, ферментативно разрушающих белки. В донных отложениях с высокой протеазной активностью на большей части поверхности плёнки наблюдается значительное разрушение желатинового слоя. При малой активности протеолитических ферментов, пораженные участки видны в виде точек и разрозненных матовых пятен малых размеров.

Для определения устойчивости донного грунта р. Цны к загрязнениям на каждом створе мы отбирали по три пробы донного грунта для определения степени восстановленности среды и для определения активности протеолитических ферментов в донных отложениях: с левого берега, с правого берега и интегральную. Впоследствии вычисляли среднее значение для каждого створа. Диагностику самоочищающей способности донных отложений проводили следующим образом: полоски фотобумаги размером 4×8 см и рентгеновской плёнки размером 2×5 см поместили в ёмкости с грунтом, пронумерованные в соответствии с местом отбора пробы. Ёмкости с пробами поместили в прохладное тёмное место на 72 часа. По истечении указанного времени извлекли полоски фотобумаги и рентгеновской плёнки из пробы, промыли проточной водопроводной водой, а затем дистиллированной водой. После этого сделали снимки полученных автографий и рентгеновской пленки на цифровой фотоаппарат. Высушили автографии на фильтровальной бумаге, положив полоски сверху эмульсией, рентгеновские плёнки – сверху желатиновым слоем.

О протеазной активности в образце грунта судили по степени разрушения желатинового слоя пленки. Для определения степени разрушения желатинового слоя мы поместили плёнки в фотоувеличитель и нанесли проекцию разрушенных (прозрачных) участков на миллиметровую бумагу. Затем вычислили площадь отмеченных участков и их долю в общей площади.

Одним из наиболее распространенных на сегодняшний момент методов оценки качества водной среды является гидробиологический анализ, основанный на использовании макрозообентоса в качестве объекта биологической индикации (Богатов, Богатова, 1986). Для определения качества вод р. Цны мы сочли наиболее удобным и достоверным индекс сапробности Панте-Букк в модификации М.В. Чертопруда (2002), разработанный для водотоков европейской России.

Поскольку М.В. Чертопруд счел, что определение организмов до вида слишком трудоёмко и часто малоэффективно для решения проблем биоиндикации вод, он использовал для своей системы таксоны

показательных организмов рангом выше видового. Результаты, полученные при использовании этой модификации метода Р. Пантле и Г. Букка, по свидетельству автора, оказались более адекватными, чем выполненные параллельно расчеты с использованием «классических» индексов сапробности Пантле-Букк в модификации Сладечека (Чертопруд, 2002).

Суть метода заключается в расчёте средневзвешенного индекса сапробности, характеризующего степень загрязнения воды в точке измерения. Расчёт производится по формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times J_i}{\sum_{i=1}^N J_i},$$

где S – индекс сапробности, s_i – сапробность каждого найденного в пробе индикаторного организма (от 0 до 4); J_i – его индикаторный вес (от 1 до 4).

На каждом створе мы обследовали всё многообразие биотопов. Отбор проб проводили с берега. Пробы донного грунта промывали до просветления промывных вод. Разбор проб проводили непосредственно на месте сбора. Просматривая организмы в тонком слое воды, мы определяли принадлежность его к какому-либо семейству и, по возможности, виду с помощью определителей М.В. Чертопруда (2003) и К. Нидона (1991). Затем фиксировали найденные организмы на цифровой фотоаппарат.

Результаты исследований и их обсуждение

Обработав и проанализировав данные, полученные в ходе проведения гидрометрических промеров, мы составили сравнительную таблицу, отражающую наиболее существенные гидрометрические характеристики исследуемых створов (табл. 1).

Таблица 1. Основные гидрометрические характеристики исследуемых створов

Створ	Средняя скорость течения, (м/с)	Ширина реки / макс. глубина, (м)	Прозрачность средняя, (м)	Расход воды, (м ³ /с)	Цвет	Запах / интенсивность
1	0.123	20 / 2.5	на всю глубину	3.95	бесцветная	травянистый / очень слабая
2	0.120	25 / 3.15	0.6	6.81	зеленоватая	слегка гнилостный / заметная
3	0.035	52 / 6.2	0.5	7.26	зеленоватая	травянистый / очень слабая

Скорость течения на первом и втором створе практически одинаковая, однако, расход воды на втором створе увеличился на 72.4% по сравнению с первым. Это связано с тем, что между первым и вторым створом находится устье правого притока Цны – р. Лесной Тамбов. На третьем створе скорость течения резко упала по сравнению с первыми двумя, а расход воды по сравнению со вторым створом увеличился на 4.6%. На втором створе по сравнению с первым происходит снижение качества воды по органолептическим свойствам: значительно повышается мутность, появляется заметный гнилостный запах. На третьем створе по сравнению с первым вода также значительно более мутная, однако по сравнению со вторым створом уменьшается интенсивность запаха, меняется его характер.

Автографии донного грунта, отобранного на первом створе, относительно светлые и окрашены равномерно, т.е. окисленность и восстановленность среды выражены одинаково. Это свидетельствует о том, что грунт реки на первом створе обладает средней самоочищающей способностью. На автографиях донных отложений со второго и третьего створов преобладает бурое и тёмно-бурое окрашивание, т.е. в грунте, взятом и на втором, и на третьем створах, преобладают восстановительные условия.

Доля разрушенных участков на рентгеновских плёнках, отобранных на каждом створе, в среднем составляет соответственно: на первом створе 2.1%, на втором – 1.9%, на третьем – 0.9%. Как видно из полученных данных, от первого ко второму створу происходит незначительное снижение активности по-теолитических ферментов, от второго же створа к третьему происходит более заметное её снижение.

Обработку результатов отбора проб индикаторных организмов мы проводили, используя формулу и значения сапробности и индикаторного веса таксонов, предложенные М.В. Чертопрудом (2004). Были получены следующие значения средневзвешенного индекса сапробности: для створа 1 – 2.5, для 2 – 2.5, для 3 – 2.5. Сравнив полученные значения с эколого-санитарной классификацией поверхностных вод суши (Рыбальский и др., 1989), мы выяснили, что вода на всех створах слабо загрязнённая, относится к 3 классу качества и к β-мезосапробной зоне.

Выводы. Изучив результаты, полученные при исследовании влияния отдельных компонентов ландшафта на экологическое состояние р. Цны, мы пришли к следующим выводам.

Русло р. Цны на исследуемом участке относительно чистое, не захлавлено бытовым мусором. На всем участке отмечены нарушения прибрежной водоохранной зоны: грунтовая дорога, вытаптывание травяного покрова, кострища.

Река Лесной Тамбов оказывает значительное влияние на гидрометрические характеристики р. Цны, увеличивая расход воды в ней на 72.4%, тем самым создавая дополнительную возможность для разбавления потенциальных загрязнителей, поступающих в Цну ниже впадения р. Лесной Тамбов. В то же время, ниже устья р. Лесной Тамбов в Цне заметно ухудшаются органолептические показатели качества воды. Город Котовск не оказывает значительного влияния на гидрометрические характеристики реки и органолептические показатели качества воды.

Результаты, полученные методом автографии на фотобумаге, позволяют судить о том, что донные отложения р. Цны выше по течению от места впадения р. Лесной Тамбов имеют большую самоочищающую способность, по отношению к самоочищающей способности отложений реки ниже по течению от устья р. Лесной Тамбов и ниже по течению от г. Котовска. Исходя из результатов изучения активности протеолитических ферментов в донных отложениях, можно сделать вывод о снижении способности самоочищения донного грунта от белкового загрязнения ниже по течению от г. Котовска по сравнению с двумя вышележащими створами.

На всем протяжении исследуемого участка значения индекса сапробности вод реки остаются одинаковыми, несмотря на то, что по органолептическим свойствам воды трех створов отличаются между собой. Однако следует учесть, что оставшийся неизменным индекс сапробности при значительном увеличении расхода воды между первым и вторым створами может свидетельствовать о большем объеме поступающих загрязнителей на втором створе по сравнению с первым. Также следует оговориться, что сброс с очистных сооружений г. Котовска находится значительно ниже по течению от места расположения третьего створа, то есть в данной работе город рассматривается исключительно как компонент ландшафта.

Обобщив результаты изучения самоочищающей способности донного грунта и оценки качества воды в реке с помощью индекса сапробности, а также результаты определения органолептических свойств на трех исследованных створах, можно сделать вывод о том, что р. Лесной Тамбов оказывает негативное влияние на экологическое состояние р. Цны. Город Котовск оказывает менее заметное, но также негативное влияние на экологическое состояние р. Цны.

Список литературы

- Буковский М.Е. Об актуальности мониторинга гидрологического режима и экологического состояния водотоков // Методическое обеспечение исследовательской деятельности школьников и студентов по экологии: Учебное пособие для учителей и педагогов дополнительного образования. Н. Новгород: Издательство Николаева, 2005. С. 4–7.
- Изотов А.А. Использование высших водных растений как индикаторов состояния окружающей среды: Дисс. ... канд. биол. наук. Калуга, 2003. 104 с.
- Использование интегральных биологических показателей качества поверхностных вод в экологическом обследовании водотоков антропогенно освоенных территорий (Электронный ресурс) / Доклад С.Г. Николаева по материалам конференции «Государственно-частное партнерство в сфере водоснабжения и водоотведения: экологическая эффективность решений в инфраструктуре» — Электрон. дан. — сайт НТЦ «Диагностика. Экспертиза. Безопасность.» – Режим доступа: http://www.ntcdeb.ru/Nikolaev_doklad.htm, свободный. — Загл. с экрана.
- Нидон К. Растения и животные. Руководство для натуралиста / К. Нидон, Д-р И. Петерман, П. Шеффель, Б. Шайба / пер. с нем. Н.В. Хмелевской / под ред. к.б.н. В.Н. Вехова, к.б.н. Г.Н. Горностаева. М.: Мир, 1991. 263 с.
- Определение рисков, связанных с влиянием «горячих точек» на экологически чувствительные зоны в бассейне Днепра (Электронный ресурс) / под ред. Афанасьева С.А. — сайт UNDR GEF Dnipro Basin Environment Programme — Электрон. дан – Режим доступа: http://www.dnipro-gef.net/first_stage-ru/otchet-y-po-proektam/drugie-otchyoty/opredelenie-riskov-sv-yazannyh-s-vliyaniem-abgoryachih-tochekbb-na-ekologicheski-chuvstvitelnye-zony-v-basseine-dnepra/vvedenie, свободный. — Загл. с экрана.
- Пашканг К.В. Практикум по общему землеведению. М.: Высшая школа, 1982. 224 с.
- Рыбальский Н.Г., Жакетов О.Л., Ульянова А.Е., Шепелев Н.П. Экологические аспекты экспертизы изобретений. Справочник эксперта и изобретателя. Часть 1. М.: ВИНТИ, 1989.
- Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Орех, 2004. 125 с.
- Тарарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников. М.: Аргус, 1997. 162 с.
- Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водн. ресурсы. 2002. Т. 29. № 3. С. 337–342.
- Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 2003. 184 с.
- Kolkwitz R., Marsson M. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna // Mitteil. aus der konigl. Prufungang für Wasserbesorg und Abwasserbes. 1902. H. 1. S. 33.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТУРБЕЛЛЯРИЙ МАЛЫХ РЕК ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.М. Коргина

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, korgina@ibiw.yaroslavl.ru

Введение

Турбеллярии населяют различные типы водоемов. Малоизученными остаются малые водотоки с их многочисленным разнообразием характеристик. Экология и биология плоских червей еще не достаточно изучены, поэтому сезонные изменения качественного состава турбеллярий позволят многое разъяснить по этим вопросам.

Для Волжского бассейна известно 116 видов плоских червей из 7 отрядов: Catenulida, Macrostromida, Lecithoepitheliata, Proseriata, Tricladida, Prolecithophora, Neorhabdocoela, 16 семейств и 31 рода (Коргина, 2005).

Материал и методы исследования

Материалом послужили пробы, собранные в вегетационные периоды на реках Латка (2003–2005 гг., всего 130 проб) и Ильдь (2002–2009 гг., всего 458 проб). При отборе материала взмучивали поверхностный слой ила и встряхивали растительность, затем сачком размером ячеей 81 мкм облавливали место сбора.

Турбеллярий просматривали в живом состоянии под микроскопом МБС-1, МББ-1, «Yenoval» с использованием иммерсии.

Исследованные реки являются левобережными притоками Волжского плеса Рыбинского водохранилища, относятся к категории очень малых и средне малых рек (Рохмистров, ...1984). В основном это типично равнинные реки с пойменными долинами и спокойным течением, поскольку бассейны рек находятся в подзоне южной тайги с уплощенным рельефом (Экологическое состояние..., 2003).

Качественный состав турбеллярий позволяет судить о характере самой реки, степени зарастания водной растительностью, скорости течения, грунте и других физико-химических показателях. Так одна и та же река может выглядеть по-разному на различных участках. Река Ильдь имеет участок, отличающийся от всех других и напоминающий горную речку с каменистыми перекатами и быстрым течением, с песчано-каменистым дном с большими валунами.

Результаты исследования и их обсуждение

Видовой состав турбеллярий обеих рек насчитывал 38 видов (33 вида в р. Ильдь, 26 – в р. Латка), относящихся к 5 отрядам: Catenulida, Macrostromida, Lecithoepitheliata, Tricladida, Neorhabdocoela и 9 семействам: Stenostomidae, Microstromidae, Macrostromidae, Prorhynchidae, Planariidae, Polycystididae, Provorticidae, Dalyellidae, Typhloplanidae (таблица).

Наиболее разнообразным оказался отр. Neorhabdocoela, насчитывающий 27 видов и являющийся господствующим среди турбеллярий. Небольшой отр. Macrostromidae насчитывал 5 видов. Отряды Lecithoepitheliata и Tricladida имели по два представителя: *Prorhynchus stagnalis*, *Geocentrophora baltica* из сем. Prorhynchidae и *Polycelis tenuis*, *Dugesia lugubris* из сем. Planariidae. В основном фауна была представлена типичными для бассейна Верхней Волги видами.

Весной обнаружено 18 видов червей, летом – 30, а осенью – 23 вида. Необходимо отметить, что многие виды были найдены в первой декаде сентября, когда температура воды оставалась достаточно высокой, что позволило продлить их существование в водоеме. Так, 8.09.2008 г., когда температуры воды в р. Ильдь варьировала от 14.8 до 16.8 °С, а 10.09.2009 г. – от 14.1 до 18.1 °С, были обнаружены виды, относящиеся к родам *Microdalyellia*, *Gieysztoria*, *Strongylostoma*, *Rhynchomesostoma*, *Olisthanella*, но в дальнейшем – при понижении температуры до 1.9–4.3 °С эти виды не отмечались.

Выявлен комплекс червей, которые встречаются на протяжении всего вегетационного периода: *Stenostomum leucops*, *S. unicolor*, *Macrostromum rostratum*, *M. distinguendum*, *Microstromum lineare*, *Prorhynchus stagnalis*, *Polycelis tenuis*, *Gyratrix hermaphroditus*, *Microdalyellia armigera*, *M. brevispina*, *M. brevimana*, *Olisthanella obtusa*. Четыре последних вида осенью встречались только в начале сентября, позднее не обнаруживались. Несколько видов, найденные только весной – *Castrada granea*, *Macrostromum obtusum*, *Geocentrophora baltica* – встречаются редко и единично.

Летом отмечается наибольшее разнообразие турбеллярий. Присутствуют виды, развивающиеся в течение всего вегетационного периода, весной и летом (*Microdalyellia nanella*, *Bothromesostoma essenii*, *Phaenocora typhlops*), летом и осенью (*Provortex pallidus*, *Microdalyellia picta*, *Gieysztoria expedita*, *Castrella truncata*, *Strongylostoma radiatum*, *Olisthanella truncula*, *O. palmeni*), а также летние фитофильные теплолюбивые виды из сем. Typhloplanidae (*Castrada hofmanii*, *Strongylostoma elongatum*, виды родов *Mesostoma* (*M. ehrenbergii*, *M. lingua*) и *Bothromesostoma* (*B. personatum*, *B. essenii*), *Phaenocora*

(*P. rufodorsata*, *P. unipunctata*). Триклада *Dugesia lugubris*, обнаруженная в р. Латка, впервые описана для бассейна Верхней Волги.

Таблица. Видовой состав турбеллярий в малых реках

Виды	Весна	Лето	Осень
<i>Stenostomum leucops</i> (A. Duges, 1928)	+	+	+
<i>S. unicolor</i> O. Schmidt, 1848	+	+	+
<i>Macrostomum rostratum</i> (Papi, 1951)	+	+	+
<i>M. distinguendum</i> (Papi, 1951)	+	+	+
<i>M. orthostylum</i> (M. Braun, 1885)	-	-	+
<i>M. obtusum</i> Vejdovsky, 1895	+	-	-
<i>Microstomum lineare</i> (Müller, 1774)	+	+	+
<i>Prorhynchus stagnalis</i> M. Schultze, 1851	+	+	+
<i>Geocentrophora baltica</i> (Kennel, 1883)	+	-	-
<i>Polycelis tenuis</i> Ijima, 1884	+	+	+
<i>Dugesia lugubris</i> O. Schmidt, 1861	-	+	-
<i>Gyratrix hermaphroditus</i> Ehrenberg, 1831	+	+	+
<i>Provortex pallidus</i> Luther, 1948	-	+	+
<i>Microdalyellia armigera</i> (O. Schmidt, 1861)			
<i>M. brevispina</i> (Hofsten, 1911)	+	+	+
<i>M. brevimana</i> (Beklemishev, 1921)	+	+	+
<i>M. nanella</i> (Beklemishev, 1921)	+	+	+
<i>M. picta</i> (O. Schmidt, 1848)	+	+	-
<i>Gieysztoria expedita</i> (Hofsten, 1907)	-	+	+
<i>G. cuspidata</i> (O. Schmidt, 1861)	-	+	+
<i>Castrella truncata</i> (Abildgaard, 1789)	-	-	+
<i>Castrada hofmanni</i> Braun, 1885	-	+	+
<i>C. granea</i> (Braun, 1885)	-	+	-
<i>Strongylostoma elongatum</i> Hofsten, 1907	+	-	-
<i>S. radiatum</i> (Müller, 1774)	-	+	-
<i>Rhynchomesostoma rostratum</i> (Müller, 1774)	-	+	+
<i>R. lutheri</i> Papi, 1963			
<i>Olisthanella truncula</i> (Schmidt, 1858)	-	-	+
<i>O. obtusa</i> (M. Schultze, 1851)	-	-	+
<i>O. palmeni</i> Nasonov, 1917	-	+	+
<i>Mesostoma ehrenbergii</i> Foske, 1836	+	+	+
<i>M. lingua</i> (Abildgaard, 1789)	-	+	+
<i>Bothromesostoma personatum</i> (Schmidt, 1848)	-	+	-
<i>B. essenii</i> Braun, 1885	-	+	-
<i>Phaenocora rufodorsata</i> (Sekera, 1904)			
<i>P. typhlops</i> (Vejdovsky, 1880)	-	+	-
<i>P. unipunctata</i> (Orsted, 1843)	+	+	-
<i>Opisthomum arsenii</i> Nasonov, 1917	-	+	-

С похолоданием количество видов снижается, фауна беднеет, в сентябре, как уже отмечали выше, были найдены еще остатки летней фауны (виды родов *Microdalyellia*, *Gieysztoria*, а также *Strongylostoma radiatum*, *Rhynchomesostoma rostratum*, *Olisthanella truncula*, *O. obtusa*). Позднее в реках остается осенний комплекс видов, состоящий из видов родов *Stenostomum* (*S. leucops*, *S. unicolor*), *Macrostomum* (*M. rostratum*, *M. distinguendum*, *M. orthostylum*, *M. lineare*), а также *Prorhynchus stagnalis*, *Polycelis tenuis*, *Gyratrix hermaphroditus*, *Provortex pallidus*, *Rhynchomesostoma lutheri*, *Opisthomum arsenii*.

Выводы. Таким образом, полученные данные позволяют дать более полную экологическую характеристику видов турбеллярий, некоторые аспекты их биологии, дает возможность выделить виды, которые существуют в водотоках в течение всего сезона исследования, а также виды, приуроченные к определенным сезонам года.

Список литературы

- Коргина Е.М. История изучения и современное состояние фауны турбеллярий бассейна Волги // Биологические ресурсы пресных вод: беспозвоночные. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати», 2005. С. 151–164.
- Рохмистров В.Л., Наумов С.С. Физико-географические закономерности распределения речной сети Ярославского Нечерноземья // Географические аспекты рационального природопользования в Верхневолжском Нечерноземье. Ярославль: ЯГПИ, 1984. С. 53–64.
- Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М.: Наука, 2003. 389 с.

ЧИСЛЕННОСТЬ, БИОМАССА И БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООФИТОСА ВОДОЕМОВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

К.А. Корляков

Челябинский государственный университет,
454021, Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129, Korfish@mail.ru

Сообщества зоофитоса – наименее изученная группа гидробионтов. В пределах юга Западно-Сибирской равнины ранее исследовался состав, численность и биомасса схожей группы гидробионтов – организмов зооперифитона (Шарапова, 1998, 2007). В свою очередь, многими исследователями (Саватеева, 1978; Зимбалева, 1981; Оксик и др., 1994; Протасов, 2005) за основное отличие от зооперифитона и обрастаний принимается исключительная топическая и трофическая приуроченность преимущественно подвижных организмов зоофитоса к растительным субстратам. Водоемы Южного Зауралья представлены бассейном р. Тобол характеризуются многолетними колебаниями уровня воды. Большая часть озерного фонда бассейна р. Тобол представлена мелководными водоемами со значительной долей зарастания водной акватории макрофитами. В то же время водоемы этого региона активно эксплуатируются рыбохозяйственной отраслью. На сегодняшний день для зарыбления озер рыбами-бентофагами используются нормативы, разработанные в 1980-е гг., которые были получены исходя из материалов по бентическим сообществам водоемов Южного Зауралья (Системы ведения..., 2005). Учитывая высокую долю зарастания макрофитами наиболее продуктивных мелководных водоемов Южного Зауралья, нами была поставлена цель – изучить состав, численность, биомассу, и распределение зоофитоса различных по гидродинамике и трофической структуре водоемов Челябинской и Курганской областей.

Материал и методика

Исследования проводились с мая по октябрь 2008–2009 гг. на различных водоемах Южного Зауралья: изолированном оз. Плодушка, небольшом пруду, проточном оз. Большой Табанкуль, заливе на р. Миасс и р. Урал. Для сбора проб зоофитоса были подобраны водоемы с доминированием преимущественно погруженных форм водной растительности, образующих обширные подводные заросли элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.), роголистника темно-зеленого (*Ceratophyllum demersum* L.), урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum* L.), рдеста курчавого (*Potamogeton crispus* L.), а также нитчатых водорослей рода *Spirogira*. Пробы брались с помощью биоценометра собственной модификации объемом 0.5 м³, площадью охвата дна водоема 0.6 м² и драгой с охватом 0.13 м² на различных участках зарослей: у берега, в центре зарослей и у кромки зарослей перед открытой акваторией (Корляков, 2009). После чего от растений, вручную и в щелочных растворах, отделялись организмы зоофитоса, и устанавливалась их численность. Биомасса зоофитоса определялась согласно общепринятым методикам (Методика изучения..., 1975; Методические рекомендации..., 1984).

Результаты и обсуждение

Высота зарослей макрофитов в различных водоемах варьировала от 0.2 до 1.3 м. Средняя высота зарослей элодеи канадской в двух водоемах составила 58 см, роголистника – 39 см и урути – 46 см. Биомасса зоофитоса колебалась в пределах 3–90 г/м² на различных макрофитах. Численность зоофитоса составила от 0.6 до 2.5 тыс. экз./м² в зарослях высших водных растений и от 3.1 до 8.4 тыс. экз./м² в зарослях нитчатых водорослей рода *Spirogira* (табл. 1).

Таблица 1. Численность (N, тыс. экз./м²) и биомасса (B, г/м²) зоофитоса на макрофитах в различных водоемах

Водный объект	Вид растения	N	B
Оз. Плодушка	<i>Elodea canadensis</i> Michx	1.82±0.25	7.1±0.28
	<i>Spirogira</i>	8.41±1.04	19.1±2.72
Залив на р. Миасс	<i>Elodea canadensis</i> Michx	2.34±0.16	54.1±3.8
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	0.96±0.53	34.7±11.4
	<i>Spirogira</i>	3.16	15.5
Р. Урал	<i>Potamogeton crispus</i> L.	0.61±0.49	28.8±25.7
Оз. Б. Табанкуль	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2.12±0.1	21.8±0.2
Заводской пруд (г. Челябинск)	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	1.86	22

Наибольшей численностью гидробионтов отличались заросли элодеи канадской и роголистника, которые, в свою очередь, характеризовались в исследованных водоемах наибольшей площадью зарастания акватории. Заросли урути мутовчатой и рдеста курчавого отличались несколько меньшей численностью организмов зоофитоса. Биомасса зоофитоса на различных макрофитах имела близкие значения. В целом, средние показатели биомассы зоофитоса в различных водоемах имели достаточно высокие значения, и составили 22–35 г/м². Следует отметить, что биомасса зообентоса, в водоемах Южного Зауралья в сред-

нем составляет 10–15 г/м² (Андрейшкин и др, 1983; Козлова и др., 1983; Марушкина, 2001). Причем в оз. Б. Табанкуль биомасса зообентоса установленная другими исследователями в предшествующие годы, также укладывается в вышеперечисленные нормативы (Захаров, 2003).

Доминирующими по массе на различных макрофитах были моллюски, достигающие 77–97% (табл. 2). В оз. Б. Табанкуль на роголистнике наибольшее значение по массе имели личинки стрекоз и ракообразные. В заводском пруду на роголистнике доминирующими по массе, также были моллюски, некоторую долю составляли ракообразные. Личинки стрекозы были на втором месте по массе после моллюсков на различных макрофитах в разных водоемах. Также некоторую незначительную долю составляли жуки и личинки хирономид. В пробах зарослей *Spirogira*, кроме моллюсков лишь единично встречались олигохеты. Относительно невысокая по сравнению с организмами зообентоса численность организмов зоофитоса, очевидно компенсируется крупными размерами доминантных форм последних – моллюсков и личинок стрекоз, которые специализированы для освоения сложных растительных субстратов. Здесь важно отметить, что в зообентосе оз. Б. Табанкуль доминирующими по массе были личинки хирономид (Захаров, 2003).

Таблица 2. Доля по массе (%) различных групп организмов зоофитоса на макрофитах

Группа организмов	Водный объект					
	Оз. Плодушка	Залив на р. Миасс		Р. Урал	Заводской пруд (г. Челябинск)	Оз. Б. Табанкуль
	Вид растения					
	Элодея канадская	Уруть мутовчатая	Элодея канадская	Рдест курчавый	Роголистник	Роголистник
Mollusca	78.9	97.3	96	82.1	77.7	6.4
Crustacea	-	-	-	-	17.7	32.5
Odonata	14	2.6	3.6	4.4	4	42.8
Ephemeroptera	-	0.3	0.2	0.4	-	0.3
Coleoptera	0.2	-	0.1	10.7	0.2	3
Chironomidae	7	-	-	-	-	14.7
Oligochaeta	0.8	-	0.1	2.2	-	-

Видовой состав моллюсков – доминирующей группы зоофитоса на различных макрофитах различался незначительно, и был обусловлен наличием в водоеме тех или иных видов. Однако была выявлена приуроченность по размерному спектру моллюсков к различным растительным субстратам. Плотные заросли водорослей рода *Spirogira* со сложной структурой характеризовались самыми мелкими размерами моллюсков (табл. 3).

Таблица 3. Средние размеры моллюсков (мм) на различных растениях в различных водоемах

Водный объект	Вид растения	M±m
Оз. Плодушка	<i>Elodea canadensis</i> Michx	3±0.2
	<i>Spirogira</i>	2.4±0.9
Залив на р. Миасс	<i>Elodea canadensis</i> Michx	5.4±2.2
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	6±1.3
	<i>Spirogira</i>	3.3±0.1
Р. Урал	<i>Potamogeton crispus</i> L.	7.5±0.5
Оз. Б. Табанкуль	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	8.5±2.1
Заводской пруд (г. Челябинск)	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	4.6±0.7

Более разреженные заросли элодеи канадской и роголистника темно-зеленого характеризовались более крупными размерами моллюсков. И в наиболее разреженных зарослях урути мутовчатой и рдеста курчавого обитали самые крупные моллюски. В различных водоемах в зарослях *Spirogira* средний размер моллюсков составил 2.8 мм, в зарослях элодеи – 4.2 мм, в зарослях роголистника – 6.5 мм, в зарослях урути – 6 мм и в зарослях рдеста – 7.5 мм. Причем в одних и тех же водоемах – оз. Плодушка и заливе р. Миасс в зарослях элодеи были более крупные моллюски, а в рядом растущих зарослях нитчатых водорослей *Spirogira* обитали более мелкие моллюски. О разделении размерного спектра доминирующих форм зоофитоса в различных по плотности зарослях водных растений можно сделать несколько предположений. Во-первых, маленькие растущие моллюски в плотных зарослях нитчатых водорослей находят убежище от более крупных хищников, в первую очередь рыб. Плотные заросли водорослей *Spirogira* в отличие от элодеи, урути и других макрофитов являются недоступной средой даже для ряда специализированных форм макрофитных рыб, что было установлено нами ранее (Корляков, 2010). Во-вторых, это явление может объясняться пространственно-временной биотопической приуроченностью моллюсков к растительным субстратам, возможно как к «нагульным площадям» (Мусатов, 1994). Тон-

кие нити водорослей *Spirogira* являются благоприятным субстратом для более мелких моллюсков, тогда как, более крупные моллюски предпочитают осваивать более крупные листовые пластинки макрофитов характеризующиеся более разнообразной биотой.

Выводы

1. Несмотря на относительно низкую численность, биомасса организмов зоофитоса в различных по гидродинамике водоемах Южного Зауралья отличается более высокими показателями в сравнении с биомассой зообентоса водоемов исследованного региона.
2. Доминирующее значение в зоофитосе имеют крупные формы – моллюски, личинки стрекоз и другие. Данные гидробионты специализированы для освоения сложных растительных субстратов.
3. Выявлено распределение моллюсков по размерному спектру – более маленькие моллюски обитают в плотных зарослях *Spirogira*, а более крупные в разреженных зарослях *Myriophyllum* и *Potamogeton*.

Список литературы

- Андреяшкин Ю.Г., Козлова И.В., Шерман К.Е., Шилкова Е.В. Горизонтальное размещение донных и планктонных животных в озерах Каракумляк и Чебаркуль Челябинской области и их питание // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование: 2 региональное совещание гидробиологов Урала: Тезисы докладов. Пермь, 1983. С. 4–5.
- Захаров С.Г. Озеро Большой Кисегач. Челябинск: Эколого-лимнологический центр ЧГПУ. 2003. 46 с.
- Зимбалева Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ. Киев: Наукова думка, 1981. 216 с.
- Козлова И.В., Ковалькова М.П., Репьева А.Ф. О многолетней динамике зоопланктона и зообентоса карасевого озера в условиях интенсивного рыбохозяйственного использования // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование: 2 региональное совещание гидробиологов Урала: Тезисы докладов. Пермь, 1983. С. 39–41.
- Корляков К.А. Новая методика изучения удельных, жизненных поверхностей и емкости среды в водных экосистемах с использованием макрофитов с мутовчатой структурой // Экология в высшей школе: синтез науки и образования: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., 30 марта – 1 апреля, 2009 г. в 2 ч. Челябинск: изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2009. Ч. 1. С. 47–49.
- Корляков К.А. Определение численности и ихтиомассы макрофитных рыб на примере ротана-головешки // Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 82–84.
- Марушкина Е.В. Влияние распреснения и эвтрофирования на зоопланктон и макрозообентос озера Синеглазово // Проблемы экологии и экологического образования Челябинской области: Материалы конференции. Челябинск: ЧГПУ, 2001. С. 152–154.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов // Под. ред. Мордухай-Болтовского Ф.Д. М.: Наука, 1975. С. 171–175.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 51 с.
- Мусатов А.П. Пространственно-временная структура водных экосистем. М.: Наука, 1994. 118 с.
- Оксинок О.П., Зимбалева Л.Н., Протасов А.А., Плигин Ю.В., Ляшенко А.В. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон и зоофитос // Гидробиол. журн. 1994. Т. 30. № 4. С. 31–36.
- Протасов А.А. Старые и новые проблемы исследования перифитона // Биология внутр. вод. 2005. № 3. С. 3–11.
- Саватеева Е.Б. Макрофауна зарослей разнотипных озер Валдайской возвышенности // ГосНИОРХ. 1978. Т. 135. № 5. С. 142–159.
- Системы ведения товарного рыбоводства в агропромышленном комплексе Тюменской области / И.С. Мухачев [и др.]. Тюмень: Тюмен. дом печати, 2005. 240 с.
- Шарапова Т.А. Зооперифитон водоемов Западной Сибири: состав и структура сообществ: Дис...канд. биол. наук. Борок, 1998. 24 с.
- Шарапова Т.А. Зооперифитон внутренних водоемов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2007. 167 с.

К ФАУНЕ АКТИНИЙ МОРСКОГО ОБРАСТАНИЯ

Е.Е. Костина

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Пальчевского, 17, cnidopus@mail.primorye.ru

Актинии – группа морских одиночных беспозвоночных животных, широко распространенных в Мировом океане. Они обитают на различных субстратах, населяют разнообразные биоценозы, толерантны к антропогенному загрязнению. В целом фауна актиний насчитывает около 1500 видов. Большинство из них имеет базилярную мускулатуру, поэтому для нормальной жизнедеятельности им необходим твердый субстрат, к которому они прикрепляются педальным диском. В качестве субстрата актинии используют не только скалы, валуны, гальку, но и раковины моллюсков, колонии горгонарий, карапаксы ракообразных. Но количество актиний, определенных до вида, выбирающих искусственные субстраты, очень невелико. В настоящем сообщении проанализирован предварительный список актиний, входящих в состав морского обрастания субстратов, главным образом антропогенного происхождения (см. таблицу).

Таким образом, в настоящее время насчитывается не менее 16 видов актиний из 9 родов и 5 семейств, населяющих субстраты антропогенного происхождения. Чаще всего актинии заселяют установки в хозяйствах марикультуры, корпуса судов и причальные сооружения. В экспериментальных хозяйствах марикультуры обычными видами являются *Metridium senile* и *Cnidopus japonicus*. На садках, канатах, которые соединяют садки, поселяется в основном молодь этих видов. Их биомасса составляет 1–10 г/м² при плотности поселения до 100 экз./м². Как правило, здесь актинии обитают до глубины 20 м. Взрослые особи этих видов предпочитают селиться на причальных сооружениях, то есть на субстратах с большей поверхностью, при этом плотность их поселения может не превышать 80–85 экз./м², а биомасса достигает 2500 г/м². *M. senile* и *C. japonicus* часто селятся вместе с мидиями: на Дальнем Востоке – с *Crenomytilus grayanus*, а на Белом море – с *Mytilus edulis*.

Таблица. Актинии, обитающие на субстратах антропогенного происхождения

Вид	Район	Субстрат	Источник
Отряд Actiniaria Подотряд Nynantheae Инфраотряд Thenaria Надсемейство Endomyaria Сем. Actiniidae <i>Anemonia sulcata</i> (Pennant, 1777)	Ливерпуль, эстуарий р. Мерсей, Ирландское море	Судовые доки	Russell et al., 1983
<i>Anthopleura pacifica</i> Uchida, 1938	Гонконг, Южно-Китайское море	Искусственные рифы	Lam, 2000
<i>Anthopleura elegantissima</i> (Brandt, 1835)	Лос-Анджелес, Тихий океан	Судовые доки	Wicksten, 1984
<i>Anthopleura</i> sp.1	Корея, о-в Чеджудо, Корейский пролив	Стенды для изучения динамики обрастания (экспериментальные пластины); искусственные рифы	Yi et al., 2001
<i>Anthopleura</i> sp.2	Пролив Бохай, Желтое море	Корпуса судов; причальные сооружения; хозяйства марикультуры	Lin, 1989
<i>Cnidopus japonicus</i> (Verrill, 1871)	Зал. Петра Великого, Японское море	Суда прибрежного плавания; причальные сооружения; установки для выращивания моллюсков и водорослей; система охлаждения ТЭЦ-2 г. Владивостока	Звягинцев, 2005; Kostina, 2009
	Зал. Анива, Охотское море	Суда прибрежного плавания	Звягинцев, 2005
<i>Urticina crassicornis</i> (Müller, 1776)	Авачинский залив, Тихий океан	Причальные сооружения	Список..., 1989
<i>Urticina felina</i> (L., 1761)	Ливерпуль, эстуарий р. Мерсей, Ирландское море	Судовые доки	Russell et al., 1983
	Тромсё, Норвежское море	Причальные сооружения	Jakola, Gulliksen, 1987
Надсемейство Mesomyaria Сем. Actinistolidae	Гонконг, Южно-Китайское море	Искусственные рифы	Lam, 2000

Вид	Район	Субстрат	Источник
<i>Parasicyonis actinoistoloides</i> (Wassilieff, 1908)			
Надсемейство Acontiaria Сем. Sagartiidae <i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)	Ливерпуль, эстуарий р. Мерсей, Ирландское море	Судовые доки	Russell et al., 1983
	Нидерланды, Германия, Северное море	Корпуса судов	Ates et al., 1998
<i>Actinothoe clavata</i> (Ilmoni, 1830)	Севастопольская бухта, Черное море	Заградительные сети океанариума	Гринцов, Иванов, 2000
Сем. Metridiidae <i>Metridium senile fimbriatum</i> (Verrill, 1865)	Зал. Петра Великого, Японское море	Экспериментальные пластины; система охлаждения ТЭЦ-2 г. Владивостока; причальные сооружения; установки для выращивания моллюсков	Звягинцев, 2005; Kostina, 2009
	Лагуна Буссе, зал. Анива, Охотское море	Деревянные поверхности затопленной шхуны	Костина, 1985
	Авачинский залив, Тихий океан	Причальные сооружения; экспериментальные пластины	Ошурков, 1986 Список..., 1989
<i>Metridium senile</i> (L., 1761)	Зал. Бodega, Тихий океан	Судовые доки; причальные сооружения	Bucklin, 1987
	Кандалакшский залив, Белое море	Установки для выращивания мидий	Халаман, 2001
Сем. Diadumenidae <i>Diadumene schilleriana</i> (Stoliczka, 1869)	Западная Индия, Бенгальский залив, Индийский океан	Дрейфующая древесина	Parulekar, 1990
<i>Diadumene leucolena</i> (Verrill, 1866)	Оаху, Гавайи, Тихий океан	Корпус судна	Godwin, 2003
<i>Diadumene lineata</i> (Verrill, 1869) syn. <i>Haliplanella luciae</i> (Verrill, 1898)	Пролив Бохай, Желтое море	Корпуса судов; причальные сооружения; хозяйства марикультуры	Lin, 1989
	Гавайи, Тихий океан	Траловые сети; судовые доки	Zabin et al., 2004
	Гамбург, Северное море	Корпус судна	Gollasch, Riemann- Zurneck, 1996

В обрастании корпусов судов *C. japonicus* чаще всего встречается в сообществах усонного рака *Balanus crenatus*, мидии *Mytilus trossulus* и полихеты *Hydroides elegans*. Довольно распространенными представителями обрастания причальных сооружений являются виды родов *Anthopleura* и *Urticina*.

Из актиний, населяющих корпуса (главным образом днища) судов, наиболее интересными являются виды рода *Diadumene*. В 1993 г. в доке Гамбургского порта, на корпусе сухогруза были обнаружены живые особи *Haliplanella luciae* (syn. *Diadumene lineata*). Родина вида, предположительно, Япония, но он широко расселился в Северной Америке и Европе с входящими в состав обрастания судов мидиями и устрицами (Gollasch, Riemann-Zurneck, 1996). Родиной другого вида – *Diadumene leucolena* по одним сведениям является северная Атлантика (Carlton, Eldredge, 2009), по другим – прибрежные воды Калифорнии (Wolff, 2005), но он на днище судов или с балластными водами вселился в прибрежные воды Гавайских островов, Новой Зеландии, Южной Америки (Godwin, 2003; Zabin et al., 2004).

Вероятно, вид *Sagartia ornata* (Holdsworth, 1855) – он не вошел в представленный список – найденный на западном побережье Южной Африки, скорее всего тоже был интродуцирован на корпусах судов или с балластными водами (Acuna et al., 2004). Ранее он был отмечен у берегов Западной Европы: от Исландии и Скандинавии до Средиземного моря (Manuel, 1981).

Список литературы

- Гринцов В.А., Иванов В.Н. Сукцессия в сообществе обрастания на заградительных конструкциях Севастопольского океанариума // Экол. моря. 2000. Вып. 53. С. 5–10.
- Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2005. 432 с.
- Костина Е.Е. Распределение массовых видов актиний в прибрежной зоне Японского и Охотского морей в связи с условиями их обитания // Биол. моря. 1985. № 1. С. 14–19.
- Ошурков В.В. Развитие и структура некоторых сообществ обрастания в Авачинском заливе // Биол. моря. 1986. № 5. С. 20–27.

- Список макрофитов и беспозвоночных макробентоса Авачинской губы // Гидробиологические исследования в Авачинской губе. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 91–116.
- Халаман В.В. Сообщества обрастания мидиевых установок в Белом море // Биол. моря. 2001. Т. 27, № 4. С. 268–278.
- Acusa F.H., Excoffon A.C., Griffith C.L. First record and redescription of the introduced sea anemone *Sagartia ornata* (Holdsworth, 1855) (Cnidaria: Actiniaria: Sagartiidae) from South Africa // African Zool. 2004. V. 39, no. 2. P. 314–318.
- Ates R.M.L., Dekker R., Faasse M.A., Hartog J.C. den. The occurrence of *Sagartia elegans* (Dalyell, 1848) (Anthozoa: Actiniaria) in the Netherlands // Zool. Verh. 1998. V. 323, no. 31. P. 263–276.
- Bucklin A. Adaptive advantages of patterns of growth and asexual reproduction of the sea anemone *Metridium senile* (L.) in intertidal and submerged population // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 1987. V. 110, no. 3. P. 225–243.
- Carlton J.T., Eldredge L.G. Marine bioinvasions of Hawai'i. The introduced and cryptogenic marine and estuarine animals and plants of the Hawaiian Archipelago. Bishop Museum Bulletin in Cultural and Environmental Studies 4. Honolulu: Bernice P. Bishop Museum, 2009. 203 p.
- Godwin L.S. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands // Biofouling. 2003. V. 19 (Supplement). P. 123–131.
- Gollasch S., Riemann-Zurneck K. Transoceanic dispersal of benthic macrofauna: *Haliplanella luciae* (Verrill, 1898) (Anthozoa, Actiniaria) found on a ship's hull in a shipyard dock in Hamburg Harbour, Germany // Helgol. Meeres. 1996. V. 50. P. 253–258.
- Jakola K.-J., Gulliksen B. Benthic communities and their physical environment in relation to urban pollution from the city of Tromsø, Norway. 3. Epifauna on pierpilings // Sarsia. 1987. V. 72, no. 3–4. P. 173–182.
- Kostina E.E. On the sea anemone fauna of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and the Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). V. 2. Vladivostok: Dalnauka, 2009. P. 321–331.
- Lam K.K.Y. Algal and sessile invertebrate recruitment onto an experimental PFA-concrete artificial reef in Hong Kong // Asian Mar. Biol. 2000. V. 17. P. 55–76.
- Lin S. The fouling Coelenterates along the coast of Yellow Sea and Bohai Gulf // Acta Zool. Sinica. 1989. V. 35, no. 9. P. 341–343.
- Manuel R.L. British Anthozoa. Keys and notes for the identification of the species (Synopsis of the British fauna no. 18. N.S.). London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco: Acad. Press, 1981. 241 p.
- Parulekar A.H. Actinarian sea anemone fauna of India // Marine biofouling and power plants. Proceeding of marine biodegradation with reference to power plant cooling systems. Kalpakkam, IGCAR, 26–28 April 1989. Kalpakkam: IGCAR, 1990. P. 218–228.
- Russell G., Hawkins S.J., Evans L.C., Jones Y.D., Holmes G.D. Restoration disused dock basin as a habitat for marine benthos and fish // J. Appl. Ecol. 1983. V. 20, no. 1. P. 43–58.
- Wicksten M.K. Survival of sea anemones in Bunker C fuel // Mar. Pollut. Biol. 1984. V. 15, no. 1. P. 28–33.
- Wolff W.J. Non-indigenous marine and estuarine species in the Netherlands // Zool. Med. 2005. V. 79, no. 1. P. 1–116.
- Yi S.K., Hun H.T., Je J.-G., Kim D.G. Development of benthic community on an artificial reef complex, Jeju Island, Korea // Ocean and Polar Res. 2001. V. 23, no. 3. P. 255–264.
- Zabin C.J., Carlton J.T., Godwin L.S. First report of the Asian sea anemone *Diadumene lineata* from the Hawaiian Islands // Bishop Museum Occasional Papers. 2004. V. 79. P. 54–57.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ВОЗРАСТА РАПАНЫ (*RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846)) ПО ДИНАМИКЕ δO^{18} В КАРБОНАТАХ РАКОВИНЫ

А.Р. Косьян, Ж.А. Антипушина

Учреждение Российской Академии наук Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071, Москва, Ленинский проспект, 33, kosalisa@rambler.ru

Для оценки экологического состояния популяции и ее динамики важным условием является определение индивидуального возраста составляющих ее особей. К сожалению, для морских брюхоногих моллюсков это остается проблемной задачей. Лабораторные методы, такие как определение скорости роста в аквариуме и нахождение коэффициентов в уравнении роста фон Бергаланфи (Vasconcelos et al., 2006), изучение ультраструктуры отолитов и крышечки (Barroso et al., 2005; Richardson et al., 2005) требуют значительного количества времени и/или очень трудоемки. Из полевых методов чаще всего используется выделение модальных классов в гистограммах частотного распределения размеров (Kideys, 1996), которое затем проверяется, например, подсчетом колец на крышечке. Последний – общепринятый, но недостаточно надежный метод, основанный на исследовании Сантарелли и Гро (Santarelli, Gros, 1985) для *Vuccinum*. Этот метод применялся для определения возраста *Busyson* и других неогастропод (Power et al., 2009). Применение данного метода у рапаны затруднено тем, что одновременно с образованием по верхнему краю крышечки новых колец, предыдущие кольца снизу зарастают роговым слоем, а у старых особей кольца вовсе не видны (Чухчин, 1961 а).

Еще один способ определения возраста связан с подсчетом вертикальных меток на раковине, образующихся у многих двустворчатых и брюхоногих моллюсков во время зимней остановки роста (Матвее-

ва, 1955). Помимо зимних колец, на раковине рапаны могут образовываться нерестовые метки в результате приостановки роста в период нереста. Характер образования этих меток и соответствие их возрасту рапаны подробно описаны Чухчиным (1961 а). Однако у этого метода есть свои ограничения. В норме, вслед за бурным ростом первых лет жизни происходит постепенное замедление интенсивности роста рапаны (Чухчин, 1961 а, б). У старых особей темпы роста настолько снижены, что годовые линии располагаются очень близко друг к другу, из-за чего с определением точного возраста могут возникнуть трудности. У рапан, развивавшихся в неблагоприятной экологической обстановке, не только сильно снижены темпы роста (Чухчин, 1961 б), но и часто сильно корродирована раковина, что также затрудняет подсчет нерестовых меток. Кроме того, наружный край раковины легко повреждается, например, в результате атаки крабами (Harding, 2003), а следы восстановления после травм иногда трудно отличить от годовых нерестовых меток. Невзирая на все трудности, подсчет нерестовых меток на раковине с добавлением 1–2 лет (возраст наступления половозрелости), по нашему мнению, самый надежный метод определения возраста в полевых условиях.

В последнее время все большее применение находит анализ стабильных изотопов кислорода $O^{16}/_{18}$ в карбонате раковин. Известно, что соотношение стабильных изотопов кислорода O^{16} и O^{18} в органических карбонатах зависит от температуры воды. Повышение температуры снижает фракционирование между O^{16} и O^{18} , что приводит к понижению содержания более тяжелого изотопа O^{18} (Epstein et al., 1951). Однако наиболее часто этот метод применяется к субфоссильным и современным двустворчатым моллюскам для реконструкции динамики палеотемператур (см., например, Kirby et al., 1998). Гораздо реже изотопный анализ используют для определения индивидуального возраста гастропод (Santarelli, Gros, 1985; Richardson et al., 2005). В настоящей статье впервые описана попытка соотнести результаты изотопного анализа с подсчетом нерестовых меток для определения индивидуального возраста рапаны.

Материал и методы

Материал для исследования был собран в российском секторе Черного моря в июне и сентябре 2009 г. в трех экотопах, различающихся характером грунта и пищевых условий: на косе Тузла (песок, пищевые объекты – крупные *Anadara* sp., *Chamelea gallina* (L., 1758), *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819); собрано 2 экз.), в прибрежной зоне Всероссийского детского центра «Орленок» (скалы и песок, пищевые объекты – *C. gallina*, *Anadara* sp., мелкие мидии; собран 1 экз.) и в Голубой бухте г. Геленджика (скалы, пищевые объекты – мелкие мидии; собрано 4 экземпляра). Особи, обитающие на косе, характеризуются существенно большими средними размерами раковины и относительным весом мягкого тела, что свидетельствует о хорошей обеспеченности пищей (Kosyan, 2009). В остальных местах эти показатели значительно меньше, что связано с худшими пищевыми условиями.

После очищения раковин от обрастаний измеряли высоту и диаметр раковины, а также вес целой особи и вес пустой раковины после удаления мягкого тела. Отбор образцов карбоната проводился через каждые 2–4 мм по верхней части оборота (по плечу оборота), начиная от края устья и кончая апексом, микробуром с диаметром сверла 1 мм (рис. 1). Для анализа использовались навески карбоната по 150 мкг в среднем.

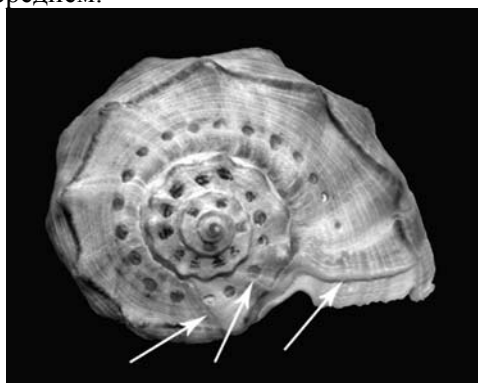


Рис. 1. Пример расположения точек бурения на раковине экземпляра № 1.

Анализ стабильных изотопов кислорода проводился по стандартной методике (Jones, Quitmyer, 1996). Навески обрабатывались концентрированной ортофосфорной кислотой (H_3PO_4) при 50 °С. Анализ изотопного состава выделившегося при реакции углекислого газа (CO_2) проводился в масс-спектрометре Thermo-Finnigan DELTA-V Plus (ИПЭЭ РАН, Москва). Анализ, за редким исключением, проводился в двойной повторности; всего исследовано 390 образцов и 60 лабораторных стандартов NBS-19 и MSA-7. Стандартное отклонение для δO^{18} не превышало 0.045‰. Все результаты приведены в дельта (δ) O^{18} , ‰ = ((Значение образца – Значение стандарта)/(Значение стандарта)) * 1000 (Epstein et al., 1951), где соотношение изотопов $O^{16}/_{18}$ приведено относительно SMOW.

Результаты и обсуждение

Коса Тузла. У двух экземпляров с косы Тузла размеры раковины отличаются почти в два раза (табл. 1). Вместе с тем, на раковине крупного экземпляра (№ 1) обнаружены 3 нерестовые метки (что соответствует возрасту 5 лет), а у маленького (№ 2) – 4 (6 лет). Интересные, хоть и неоднозначные результаты получены и при анализе стабильных изотопов кислорода.

Таблица 1. Параметры собранных раковин

№ экз	Пол	Место и глубина сбора	Дата сбора	Высота/диаметр раковины, мм	Вес общий, г	Вес р-ны, г (%)	Кол-во колец крышки/кол-во нерест. меток	Возраст, лет
1	?	Коса Тузла, 3-5 м	30.06.09	91.5/70.6	108.2	54.0 (50)	5/3	5
2	?	Коса Тузла, 3-5 м	30.06.09	52.9/36.8	25.9	14.8 (57)	5/4	6
3	♂	«Орленок», 1 м	01.09.09	36.1/28.0	9.0	7.4 (83)	5/5	6
4	♀	Голубая бухта, 20 м	12.06.09	43.2/31.6	12.1	9.8 (81)	4/3	5
5	♂	Голубая бухта, 20 м	12.06.09	41.3/31.0	17.7	14.7 (83)	5/4?	7
6	♀	Голубая бухта, 20 м	12.06.09	40.4/28.5	15.0	12.5 (83)	5/?	5
7	♂	Голубая бухта, 20 м	12.06.09	41.4/28.4	12.5	9.9 (79)	4/?	5

На графике сезонной динамики δO^{18} в раковине экземпляра № 2 (рис. 2) видно 6 летних минимумов (отмечены на графике сплошными вертикальными линиями), рядом с которыми находятся нерестовые метки (отмечены вертикальным пунктиром). Таким образом, результаты сезонной динамики δO^{18} в раковине № 2 совпадают с результатами, полученными при подсчете количества нерестовых меток. Интерпретация же графика сезонной динамики δO^{18} в раковине № 1 (рис. 2) затруднена, поскольку летние минимумы выражены слабо. Скорее всего, на результаты повлияла методика отбора образцов. Для раковины № 1 отбор образцов проводился на максимальном расстоянии друг от друга и из будущего участка раковины. Из-за этого в образец могли попасть карбонаты из разносезонных приростов, что привело к усреднению образца, а некоторые сезоны могли быть пропущены. В обеих раковинах наибольший прирост обнаружен между первой и второй нерестовыми метками (если считать от края губы устья), что соответствует второй половине 2007 – первой половине 2008 г.

Орленок. На раковине экземпляра № 3 обнаружены 5 плохо различимых нерестовых меток (табл. 1), что соответствует возрасту не менее 6 лет (последняя нерестовая метка образовалась летом 2009 г., а собрана особь в сентябре 2009 г.). На графике сезонной динамики δO^{18} отражены 4 хорошо и 2 слабо выраженных минимума значений δO^{18} (рис. 2). Также в начале графика хорошо видно, что положение нерестовых меток относительно летних минимумов несколько смещено, хотя последние две метки, наиболее удаленные от губы устья, расположены вблизи значений летних минимумов. Очевидно, расстояние между точками 1–2 и 3–4 оказалось слишком большим, что привело к пропуску сезонного прироста. Следует отметить, что первые пять образцов взяты на максимальном расстоянии друг от друга, через 4–5 мм.

Голубая бухта. Четыре экземпляра, собранные в Голубой бухте, имели раковины приблизительно равного размера (табл. 1) с сильно корродированной поверхностью. Число нерестовых меток удалось подсчитать только для экземпляров 4 и 5. На графике сезонной динамики δO^{18} экземпляра № 4 хорошо выражены только три локальных минимума, вероятно, соответствующих периоду половозрелости (рис. 3). Количество нерестовых меток на раковине № 4 также равно трем. Таким образом, индивидуальный возраст экземпляра составил около 5 лет.

На графике сезонной динамики δO^{18} в раковине № 5 четыре нерестовые метки расположены очень близко друг к другу, между краем губы устья и местом забора третьего образца (рис. 3), поэтому несколько последних сезонных приростов раковины при бурении были пропущены и не отражены на графике. В остальной части графика сезонные изменения δO^{18} выражены очень отчетливо, а наиболее ранняя нерестовая метка расположена в одном из летних минимумов. Суммарные данные визуального и изотопного анализов позволили определить индивидуальный возраст этой особи в 7 лет.

У № 6 (рис. 1) осевых штрихов на поверхности раковины, которые можно было бы посчитать нерестовыми метками, существенно больше, чем отмеченных сезонных изменений значений δO^{18} . На графике (рис. 3) как нерестовые отмечены только те метки, которые совпадают с сезонными изменениями. Четвертый зимний пик на графике отсутствует, вероятно, потому, что в этом месте произошел облом губы, и участок раковины, соответствовавший зимнему периоду, был потерян. 9 точек, расположенных между

30 и 47 мм по оси абсцисс, соответствуют сезонным минимумам двух лет. Таким образом, возраст этой раковины по числу нерестовых меток и количеству сезонных минимумов составляет 5 лет.

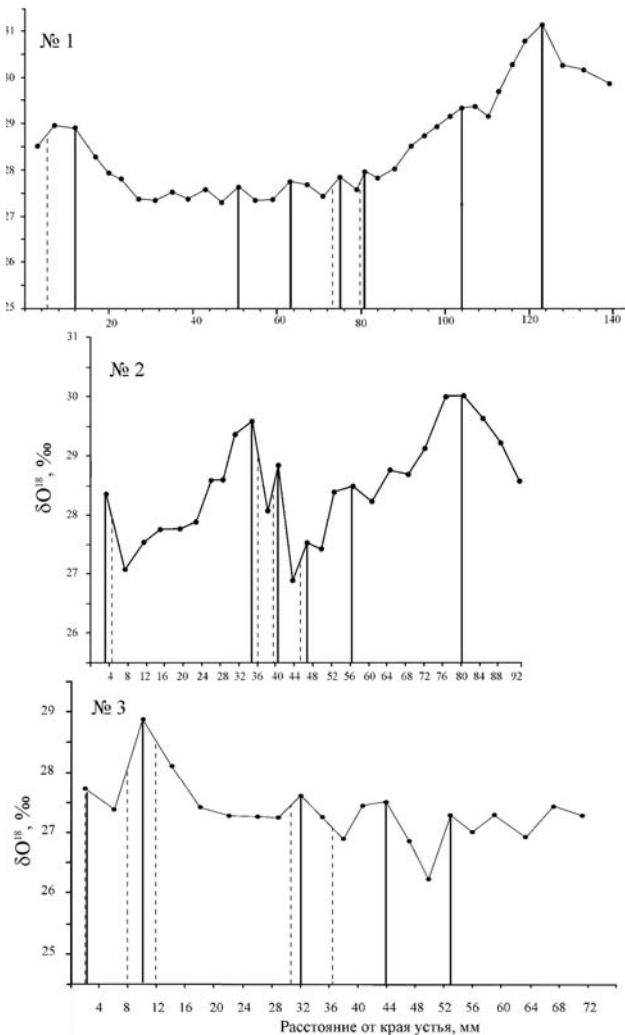


Рис. 2. Сезонная динамика δO^{18} в раковинах рапаны с косы Тузла (№ 1–2) и из «Орленка» (№ 3). Пунктиром показаны нерестовые метки, сплошными линиями – границы между годовыми приростами.

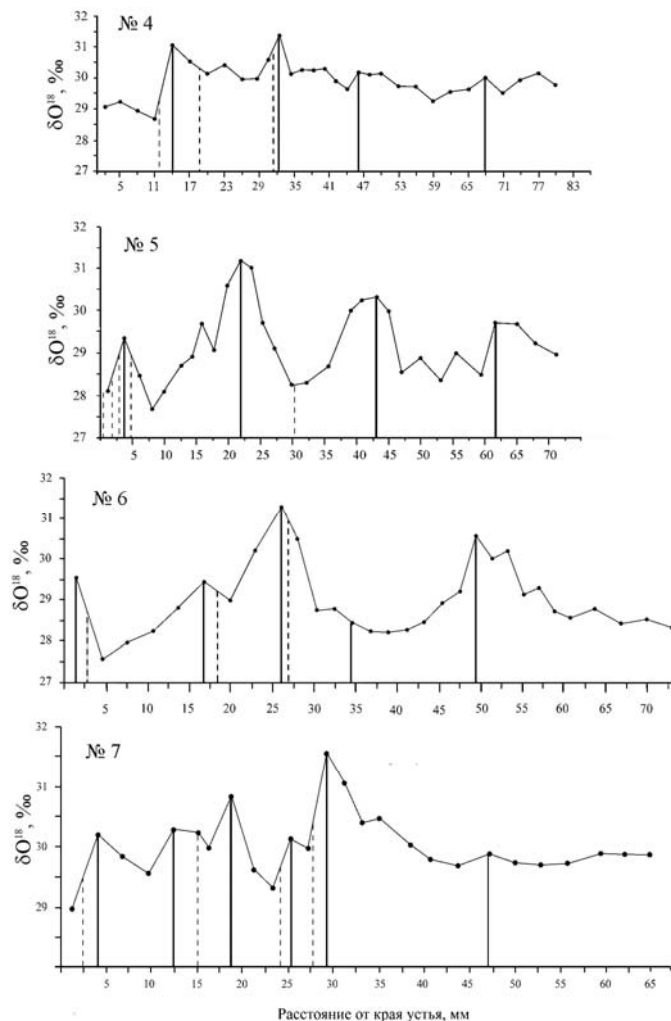


Рис. 3. Сезонная динамика δO^{18} в раковинах рапаны из Голубой бухты (№ 4–7).

Нерестовые метки на раковине 7-го экземпляра также очень плохо различимы. На графике (рис. 3) мы отмечаем 4 метки, соответствующие сезонным изменениям значения δO^{18} (возраст – более 5 лет). Общее число сезонных минимумов на графике также равно пяти.

Возраст, установленный вышеизложенным способом, никак не соотносится с числом колец прироста на крышечке (табл. 1), а совпадения (для № 1 и 6), видимо, случайны. Очевидно, метод подсчета колец на крышечке неприменим для определения индивидуального возраста рапаны.

Помимо этих данных по графикам сезонной динамики δO^{18} можно судить о скорости роста раковины в течение жизни, а также о сезоне выхода молодой рапаны из кокона.

Крайние правые части графиков соответствуют первому году жизни рапаны, и по ординате крайней точки, наиболее удаленной от губы устья (и ближайшей к апексу), можно судить о времени года, когда молодая рапана вышла из кокона. Сезон размножения рапаны длится с конца мая по конец сентября (Чухчин, 1961 в); соответственно, потомство от особей, спарившихся в начале периода нереста, выйдет из коконов в конце июня–начале июля, а от спарившихся в конце периода нереста – в октябре. Температура воды прибрежной зоны в июле уже достигает своего годового максимума, поэтому содержание δO^{18} в раковине молодой, появившейся в это время, будет минимальным, в то время как в октябре–ноябре температура воды снижается в среднем на 3–4 °С, и значение δO^{18} в раковинах более поздней молодой рапаны будет выше, чем в раковинах ранней. Таким образом, можно предположить, что из семи экземпляров рапаны, изученных в этой работе, три вышли из кокона осенью (№ 2, 3, 6), и четыре – летом (№ 1, 4, 5, 7).

Скорость роста раковины максимальна в первые два года, до образования первой нерестовой метки. К этому моменту линейные размеры раковины (расстояние по оси абсцисс от апекса до 1-й метки) были максимальными у № 1 (60 мм) и № 2 (45 мм) с косы Тузла (рис. 2). Линейные размеры № 3–7 к моменту

образования первой нерестовой метки составляли 37, 38, 40, 38 и 37 мм соответственно (рис. 2–3). В дальнейшем рост раковины замедляется, но неодинаково: годы сильного прироста чередуются с годами слабого прироста.

У особей, взятых из одного экотопа, приросты одного года могут сильно различаться по величине. Например, у № 5 из Голубой бухты прирост последнего года и двух предыдущих составляет около 2 мм, у № 4 прирост последнего года составляет 12 мм, у № 6 и 7 прирост предпоследнего года составляет 16 и 12 мм соответственно (рис. 3). У № 1 и 2 с косы Тузла годовые приросты сопоставимы: в предпоследний год обе раковины нарастили существенную часть своей линейной длины (почти половину – № 1 и треть – № 2), тогда как в предыдущие годы половозрелости, с момента образования 1-й нерестовой метки, выросли незначительно. В то же время, раковина № 1 почти в два раза выше № 2, несмотря на то, что моложе (№ 1 – 5 лет, № 2 – 6 лет). Характерно также увеличение относительного веса раковины у медленно растущих особей (см. табл. 1). Видимо, рост рапан зависит от индивидуальных особенностей жизни – количества пищи, которая даже в одном экотопе распределена неравномерно, физиологических особенностей. Подобная зависимость была отмечена для литторин (Kemp, Bertness, 1984): с ухудшением условий питания раковины составляющих популяцию особей утолщались, и увеличивалась их доля в общем весе тела. Важное значение, видимо, имеют условия, в которых рапана прожила первые два года после выхода из кокона, потому что это – период наиболее активного роста, в который она наращивает почти половину своих линейных размеров (см. графики).

Заключение

Таким образом, совместное использование двух методов позволяет достаточно точно определить возраст рапаны: в случае недостаточной выраженности экстремума значений δO^{18} на графике наличие или отсутствие вблизи этого места на раковине нерестовых меток позволяет подтвердить или опровергнуть его сезонный статус. Наоборот, если нерестовые метки на раковине выражены слабо или не видны, изотопный анализ позволяет определить возраст по числу летних минимумов.

Кроме того, по протяженности сезонных экстремумов можно судить о скорости роста раковины в течение жизни, а по относительному значению δO^{18} в приростах раковины, расположенных в районе апекса, – о сезоне выхода молодой рапаны из кокона.

Надо также отметить, что при расположении точек бурения на плече оборотов раковины, расстояние в 2 мм между ними во многих случаях слишком велико. В идеале, чтобы не пропустить сезонные приросты, особенно ближе к губе устья, необходимо сверлить отверстия на расстоянии 1–1.5 мм с диаметром не больше 0.5 мм.

Благодарности. Авторы выражают признательность И.С. Даровских и Р.Д. Косьяну за помощь в сборе материала, а также А.В. Тиуну (ИПЭЭ РАН) за предоставленную возможность проводить исследования на масс-спектрометре. Работа была поддержана грантом РФФИ № 09-05-00707а.

Список литературы

- Матвеева Т. А. Биология *Purpura lapillus* L. в районе Восточного Мурмана. Тр. Мурманск. Биол. Станции, 1955. Т. 2. С. 48–61.
- Чухчин В.Д. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте. Тр. Севастоп. Биол. Станции, 1961 а. Т. 14. С. 169–177.
- Чухчин В.Д. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутской устричной банке. Тр. Севастоп. Биол. Станции, 1961 б. Т. 14. С. 178–187.
- Чухчин В.Д. Размножение рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Чёрном море. Тр. Севастоп. Биол. Станции, 1961 в. Т. 14. С. 163–168.
- Barroso, C.M., Nunes, M., Richardson, C.A., Moreira, M.H. 2005. The gastropod statolith: a tool for determining the age of *Nassarius reticulatus*. Mar. Biol. 2005. Vol. 146. P. 1139–1144.
- Epstein S., Buchsbaum R., Lowenstam H., Urey H. C. Carbonate-Water Isotopic Temperature Scale. GSA Bulletin, 1951. Vol. 62, No. 4. P. 417–426
- Harding J. M. Predation by blue crabs, *Callinectes sapidus*, on rapa whelks, *Rapana venosa*: possible natural controls for an invasive species? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2003. Vol. 297. P. 161–177.
- Jones D. S., Irvy R. Q. Marking Time with Bivalve Shells: Oxygen Isotopes and Season of Annual Increment Formation. Palaios, 1996. Vol. 11. P. 340–346.
- Kemp P., Bertness M. D. Snail shape and growth rates: Evidence for plastic shell allometry in *Littorina littorea*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1984. Vol. 81. P. 811–813.
- Kideys, A.E. Determination of age and growth of *Buccinum undatum* L. (Gastropoda, Prosobranchia) off Douglas, Isle of Man. Helgol. Meeresunters, 1996. Vol. 50. P. 353–368.
- Kirby M.X., Soniat T.M., Spero H.J. Stable Isotope Sclerochronology of Pleistocene and Recent Oyster Shells (*Crassostrea virginica*). Palaios, 1998. Vol. 13. P. 560–569
- Kosyan A.R. Muricid *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in the Black Sea. Proceedings of the Ninth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 09, 10-14 November 2009, Sochi, Russia. MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey. Vol. 1. P. 305–315.

- Power A. J., Sellers C. J., Walker R. L. Growth and sexual maturity of the knobbed whelk, *Busycon carica* (Gmelin, 1791), from a commercially harvested population in coastal Georgia // Occasional papers of the university of Georgia marine extension service, 2009. Issue 4. P. 1–24.
- Richardson C.A., Saurela C., Barroso C.M., Thain J. Evaluation of the age of the red whelk *Neptunea antiqua* using statoliths, opercula and element ratios in the shell. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2005. Vol. 325, P. 55–64.
- Santarelli L., Gros P. Dertermination de l'âge et de la croissance de *Buccinum undatum* L. (Gastropoda, Prosobranchia) à l'aide des isotopes stables de la coquille et de l'ornementation operculaire. *Ocean Acta*, 1985. Vol. 8. P. 221–229.
- Vasconcelos P., Gaspar M. B., Pereira A. M., Castro M. Growth rate estimation of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) based on mark/recapture experiments in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast, southern Portugal). *Journal of Shellfish Research*, 2006. Vol. 25, No 1. P. 249–256.

ИСКОПАЕМЫЕ МЕЗОЗОЙСКИЕ ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA: CLADOCERA): ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ПЯТЬ ЛЕТ

А.А. Котов

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071, Москва, Ленинский проспект, 33, alexey-a-kotov@yandex.ru*

В 60-е годы XX-го века в западной литературе ветвистоусые ракообразные рассматривались как эволюционно молодая группа, обособившаяся уже в кайнозойской эре (Tasch, 1969). Фрай (Frey, 1967) усомнился в столь позднем обособлении кладоцер, решив, что они появились как минимум в мезозое. Впоследствии были найдены ископаемые ветвистоусые ракообразные из перми (Смирнов, 1970), юры (Смирнов, 1971) и, особо хорошо сохранившиеся, многочисленные и относительно разнообразные, с границы юрского и мелового периодов (Smirnov, 1992). К настоящему времени сложилось мнение, что кладоцеры – это древняя группа, видимо, среднепалеозойского происхождения (Fryer, 1995). За весь предшествующий период изучения ископаемых ветвистоусых ракообразных, они были найдены в мезозойских отложениях лишь четырежды (Смирнов, 1971; Fryer, 1991; Lai Xing-rong, 1990; Smirnov, 1992). До последнего времени считалось, что их остатки редко сохраняются в ископаемом состоянии (Dumont, Negrea, 2002; Котов, 2007 а, б).

Однако ископаемые остатки Cladocera были найдены нами в образцах из коллекции Палеонтологического музея РАН как минимум из еще семи мезозойских местонахождений Сибири и Монголии (Kotov, Korovchinsky, 2006; Kotov, 2007, 2009 а, б): 1) Усть-Балей. Иркутская обл., Российская Федерация. Тоарский век, нижняя юра; 2) Новоспасское. Бурятия, РФ. Тоарский-ааленский века, нижняя-средняя юра; 3) Чалуниха. Читинская обл., РФ. Вероятно титонский век, верхняя юра; 4) Унда. Читинская обл., РФ. Титонский век, верхняя юра; 5) Хотонт. Ара-Хангайский аймак, Монголия. Граница юра-мел; 6) Хутэл-Хара. Восточногобийский аймак, Монголия. Нижний мел, 129±9 млн. лет назад; 7) Хасурты. Бурятия, РФ. Нижний мел.

Помимо этого, в Усть-Балее и еще четырех других юрских местонахождениях (Союты, Согул, Кубеково, Тушилга) были обнаружены коготки неизвестных животных, которые также могут принадлежать ветвистоусым ракообразным (Kotov, 2007).

Неожиданностью явился тот факт, что наиболее часто в ископаемом состоянии сохраняются представители отряда Stenopoda Sars, 1865 с относительно тонкими покровами. Остатки, явно принадлежащие ктеноподам, найдены в четырех местонахождениях из семи. Описано два новых, вымерших рода. Так, наиболее архаичный представитель отряда *Smirnovidaphnia smirnovi* Kotov, 2007 (относящийся к ранее неизвестному вымершему роду *Smirnovidaphnia* Kotov, 2007 из трибы Sidini подсемейства Sidinae семейства Sididae) в отличной сохранности найден в нижнеюрском Усть-Балее. К тому же роду относится и кладоцера, описанная Смирновым (1971) как *Archedaphnia testacea* Smirnov, 1971 из нижней-средней юры, и изначально ошибочно отнесенная автором к семейству Daphniidae Straus, 1820 отряда Anomopoda Sars, 1865. В нижнемеловых отложениях из Хутэл-Хары выявлен род *Archelatona* Kotov et Korovchinsky, 2006, относящийся к более продвинутой трибе сидид, Latonini. Единственный экземпляр рачка из того же рода найден в Хотонте (граница юры и мела), но его сохранность недостаточна для подтверждения идентичности вида таковому в Хутел-Харе. Упомянутые выше коготки также, возможно, принадлежат представителям отряда Stenopoda.

В местонахождениях Усть-Балей, Чалуниха и Унда найдены *Leptodorosida zherikhini* Kotov, 2007 и *Leposida ponomarenkoi* Kotov, 2007 – представители двух родов семейства Leptodorosididae Kotov, 2007, принадлежащего вымершему отряду Cryptopoda Kotov, 2007. Последний характеризуется однообразными грудными конечностями фильтрующего типа, полностью покрытыми раковинкой (как у современных Stenopoda), но при этом антеннами II, несущими 4-члениковые экзоподит и эндоподит, членики которых были снабжены многочисленными щетинками (подобно таковым у представителей современного

отряда Harporoda Sars, 1865). Ископаемые криптоподы сочетают плезиоморфные признаки разных современных отрядов и являются наиболее архаичными ветвистоусыми ракообразными, известными к настоящему времени. При этом у них имелась массивная головная капсула, что следует расценивать как доказательство плезиоморфности данного признака для Cladocera.

Представители отряда Anomopoda Sars, 1865 (включая семейство Prochydoridae Smirnov, 1992, отнесение которого к Anomopoda небесспорно) найдены только в 3-х местонахождениях: Хутэл-Харе (эфиппиумы Daphniidae), Хасурты (род *Palaeorak* Kotov, 2009 из ископаемого семейства Prochydoridae) и Хотонте. В последнем танатоценозе найдены взрослые аномоподы, принадлежащие как минимум к четырем различным видам: три вида из двух родов Prochydoridae (ранее описанные Смирновым (Smirnov, 1992)) и как минимум один вид Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894. Помимо них нами выявлены и эфиппиумы как минимум пяти видов из семейства Daphniidae, включая Daphniidae gen. sp.?, один вид *Simocephalus* Schoedler, 1858 и три вида рода *Daphnia* O.F. Mueller, 1785.

Большинство эфиппиумов *Daphnia* из Хотонта (относящихся к двум разным видам) принадлежало к подроду *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) Dybowski et Grochowski, 1895, однако, были найдены и немногочисленные эфиппиумы, принадлежавшие к подроду *Daphnia* s. str. То есть к концу юры – началу мела, около 145 млн. лет назад, дифференцировались уже не только роды семейства Daphniidae, но и даже два «современных» подрода рода *Daphnia*, что согласуется с оценками по «молекулярным часам», согласно которым род *Daphnia* дифференцировался не менее 200 млн. лет назад (Colbourne, Hebert, 1996), а подроды *Daphnia* s. str. и *Ctenodaphnia* – не менее 120 млн. лет назад (Lehman et al., 1995).

Распространенная точка зрения (Benzie, 2005) о гондванском происхождении подрода *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) после его находки нами в «лавразийском» местонахождении (причем, расположенного на противоположной от Гондваны стороне будущего Евразийского континента) должна быть отвергнута. Редкость представителей *D.* (*Ctenodaphnia*) на «лавразийских» территориях (в Голарктике) может быть скорее объяснена их массовым вымиранием вследствие аридизации обширных территорий, чем гондванским происхождением, в чем мы солидарны с Н.М. Коровчинским (Korovchinsky, 2006).

Повторное исследование описанных Н.Н. Смирновым (1970) пермских ископаемых из Казахстанского местонахождения Караунгир (Казахстан) с использованием сканирующего электронного микроскопа не подтвердило их принадлежности к ветвистоусым ракообразным (и даже к членистоногим). Таким образом, наиболее древнее на сегодняшний день местонахождение, в котором найдены отпечатки, которые с уверенностью могут быть отнесены к кладоцерам, – это Усть-Балей (ранняя юра). Причем, нами там найден обильный материал (сотни отпечатков) по сразу двум архаичным таксонам, принадлежащим к двум разным отрядам, что подтверждает древность кладоцер.

Мезозойская фауна кладоцер значительно отличалась от современной. Нами описано несколько вымерших таксонов разных рангов (отряда, семейства, рода и вида). Число отрядов нехищных ветвистоусых ракообразных в мезозое было больше, чем в настоящее время (не менее трех против двух современных). В то же время, уже как минимум на границе юры и мела древние таксоны, вымершие к настоящему времени (Prochydoridae), сосуществовали с «современными» родами и даже подкладами. Совокупность новых данных подтверждает гипотезу о том, что современные кладоцеры – реликты, оставшиеся от некогда гораздо более разнообразной фауны после ее массового вымирания (Korovchinsky, 2006).

Иллюзия «редкости» сохранения мезозойских кладоцер в ископаемом состоянии возникла из-за недостаточного внимания карцинологов к палеонтологическим коллекциям. Большинство местонахождений, в которых нами были найдены ископаемые кладоцеры, давно известны палеонтологам (Oppenheim, 1885; Brauer et al., 1889). Весьма вероятно, что ископаемые мезозойские и палеозойские ветвистоусые ракообразные могут быть найдены в коллекциях других музеев мира.

Благодарности. Автор глубоко признателен А.Г. Пономаренко, Д.Е. Щербакову, И.Д. Сукачевой и Е.Д. Лукашевич (ПИН РАН) за их тяжкий труд по сбору и сортировке окаменелостей и консультации по различным вопросам палеонтологии; Н.Н. Смирнову за постоянные полезные дискуссии по поводу различных сторон биологии кладоцер; а также безвременно ушедшему из жизни оператору сканирующего электронного микроскопа ИПЭЭ РАН В.Н. Антропову за огромную помощь в исследованиях окаменелостей. Исследование поддержано РФФИ (проект 09-04-00201-а) и Программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (проект 1.1.8.).

Список литературы

- Котов А.А. Происхождение Cladocera (Branchiopoda, Crustacea): Обзор. Сообщение 1 // Зоол. журн. 2007 а. Т. 86, № 5. С. 526–536.
- Котов А.А. Происхождение Cladocera (Branchiopoda, Crustacea): Обзор. Сообщение 2 // Зоол. журн. 2007 б. Т. 86, № 6. С. 643–653.
- Смирнов Н.Н. Cladocera (Crustacea) из пермских отложений Восточного Казахстана // Палеонтол. журн. 1970. № 3. С. 95–100.

- Смирнов Н.Н. Новый вид рода *Archedaphnia* (Cladocera, Crustacea) из Юрских отложений Забайкалья // Палеонтол. журн. 1971. №3. С. 119–121.
- Benzie J.A.H. The genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae) // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, Vol. 21. Ghent: Kenobi Productions & Leiden: Backhuys Publishers, 2005. 376 pp.
- Brauer F., Redtenbacher J., Ganglbauer L. Fossile Insekten aus der Jura-formation Ost-Siberiens // Mém. Acad. Imper. Sci. Saint-Petersbourg, 7 Ser., 1889. Bd. 36. S. 1–22.
- Colbourne J.K., Hebert P.D.N. The systematics of North American *Daphnia* (Crustacea: Anomopoda): a molecular phylogenetic approach // Phil. Trans. R. Soc. London, B, 1996. Vol. 351. P. 349–360.
- Dumont H.J., Negrea S.V. Introduction to the class Branchiopoda // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, Vol. 19. Leiden: Backhuys Publishers, 2002. 398 pp.
- Frey D.G. Phylogenetic relationships in the family Chydoridae (Cladocera) // Symposium on Crustacea, India, 1967. P. 29–37.
- Fryer G. A daphnid ephippium (Branchiopoda: Anomopoda) of Cretaceous age. Zool. J. Linn. Soc., 1991. Vol. 102. P. 163–167.
- Fryer G. Phylogeny and adaptive radiation within the Anomopoda: a preliminary exploration // Hydrobiologia, 1995. Vol. 307. P. 57–68.
- Korovchinsky N.M. The Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) as a relict group // Zool. J. Linn. Soc., 2006. Vol. 147. P. 109–124.
- Kotov A.A. Jurassic Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) with a description of an extinct Mesozoic order // J. Nat. Hist., 2007. Vol. 41. P. 13–37.
- Kotov A.A. A revision of the extinct Mesozoic family Prochydoridae Smirnov, 1992 (Branchiopoda: Cladocera) with a discussion of its phylogenetic position // Zool. J. Linn. Soc., 2009 a. Vol. 155. P. 253–265.
- Kotov A.A. New finding of Mesozoic ephippia of the Anomopoda (Crustacea: Cladocera) // J. Nat. Hist., 2009 b. Vol. 43. P. 523–528.
- Kotov A.A., Korovchinsky N.M. First record of fossil Mesozoic Ctenopoda (Crustacea, Cladocera) // Zool. J. Linn. Soc., 2006. Vol. 146. P. 269–274.
- Lai Xing-rong. Fossil cladoceran ephippia from the Cretaceous of the Songliao Basin, Northeast China // Acta Micropal. Sin., 1990. Vol. 7, № 1. P. 77–81.
- Lehman N., Pfrender M.E., Morin P.A., Crease T.J., Lynch M. A hierarchical molecular phylogeny within the genus *Daphnia* // Mol. Phyl. Evol., 1995. Vol. 4. P. 395–407.
- Oppenheim P. Die Ahnen unserer Schmetterlinge in der Secundär- und Tertiärperiode // Berlin. Entomol. Zeit., 1885. Bd. 29. S. 331–345.
- Smirnov N.N. Mesozoic Anomopoda (Crustacea) from Mongolia // Zool. J. Linn. Soc., 1992. Vol. 104. P. 97–116.
- Tasch P. Evolution of the Branchiopoda. Phylogeny and evolution of Crustacea // Mus. Compar. Zool., Spec. Publ., 1969. Vol. 1963. P. 145–157.

ДОННЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ В ПИТАНИИ ЛЕЩА

Е.В. Кравченко

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, (ФГУП КаспНИРХ),
414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspriy-info@mail.ru*

Лещ – один из массовых видов рыб в Волго-Каспийском бассейне. Изучение его питания является составной частью экологических исследований, проводимых на акватории Северного Каспия. Полученные данные представляют большой практический интерес при разработке предложений, направленных на рациональное использование кормовых ресурсов Каспийского моря ихтиофауной.

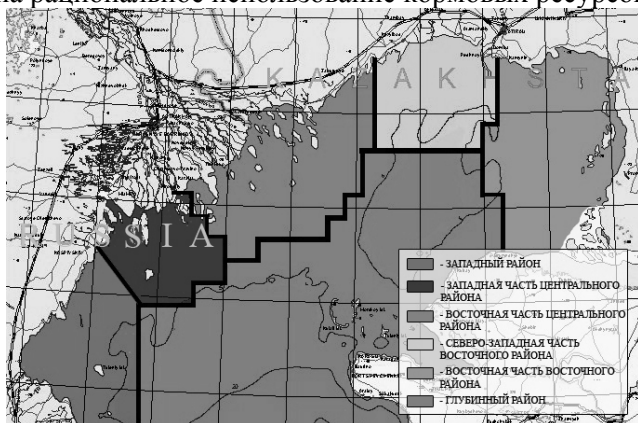


Рис. 1. Районирование западной части Северного Каспия.

Поэтому чтобы проследить динамику качественных и количественных изменений рациона рыб использовалось районирование, принятое в 1935 г. М.В. Желтенковой (1938) (западный, центральный и глубинный районы) (рис. 1).

Основанием для данной работы послужил материал, собранный в летний период нагула рыб (июль–август) по всей акватории западной части Северного Каспия с 1997 по 2008 г. Его обработка проводилась в лабораторных условиях по общепринятой методике (Методическое пособие..., 1974). Всего обработано и проанализировано 1696 кишечника.

Лещ по типу питания относится к бентофагам. В течение всех лет наблюдений лещ осваивал нагульные пастбища западной части Северного Каспия в разной степени. Основная причина – условия, которые формировались для размножения и развития донных беспозвоночных

Каждый из этих районов имеет свои особенности. Западный район находится под влиянием волжских вод, которые обогащают местные воды питательными веществами и опресняют их. Центральный район, расположенный в устьевой зоне р. Волги, охватывает наиболее опресненную часть, богатую биогенными элементами. С 1997 г. для более качественной оценки он дополнительно разбит на два подрайона – западный и восточный. Для всего центрального района характерно сильное зарастание высшей водной растительностью. Вместе оба района (западный и центральный) охватывают зону глубин до 6-метровой изобаты.

Преобладающие в этой зоне песчаные и илистые грунты, быстрый прогрев воды создают благоприятные условия для размножения таких представителей донной фауны как черви, ракообразные, личинки насекомых (хинономиды), а также слабосоленатоводные и солоноватоводные моллюски (Малиновская, 2007). Оставшаяся часть Северного Каспия (свыше 6 м) приурочена к глубинному району, для которого характерна высокая соленость воды (до 11–12‰), более «пестрый» состав грунтов, а также неустойчивый газовый режим.

Лещ – эвригалинный, солоноватоводный вид, поэтому его нагул проходил в зоне слабого осолонения (2–6‰), преимущественно на пастбищах западного и центрального районов. Благодаря строению своего рта, он легко и быстро обыскивает дно, не зарываясь глубоко в грунт в поисках добычи. Поэтому донные беспозвоночные животные (черви, ракообразные, хинономиды и моллюски) встречались в рационе леща в течение всех лет наблюдений (табл. 1).

Таблица 1. Состав пищи леща в различных районах западной части Северного Каспия (% от массы)

Компоненты пищи	Западный			Центральный						Глубинный			Западная часть Северного Каспия 1997-2008
	1997-2000	2001-2004	2005-2008	Западный подрайон			Восточный подрайон			1997-2000	2001-2004	2005-2008	
				1997-2000	2001-2004	2005-2008	1997-2000	2001-2004	2005-2008				
Ракообразные:	17.6	18.0	16.4	6.1	13.6	17.0	58.0	32.6	32.7	64.6	30.8	65.8	22.7
в т. ч. Cumacea	8.4	2.6	6.3	2.7	3.2	7.1	26.1	6.8	8.0	43.2	15.2	38.6	7.4
Gammaridae	6.1	5.7	5.1	2.3	8.4	6.9	30.7	21.4	21.3	20.5	15.6	26.9	11.0
Черви:	34.9	49.7	35.7	57.3	42.5	32.5	16.2	31.2	20.3	12.7	60.2	6.9	35.3
в т. ч. Hediste diversicolor	2.2	13.3	4.3	0.6	1.3	3.1	4.2	2.9	2.3	10.0	6.6	6.6	4.5
Ampharetidae	31.3	35.5	30.8	50.5	41.2	29.4	11.9	28.3	18.0	2.5	53.6	0.3	29.9
Хинономиды	18.0	14.6	19.0	10.1	16.4	17.1	4.5	7.6	17.3	0.6	-	+	15.2
Моллюски	15.8	5.8	1.9	0.5	0.4	2.3	2.5	5.3	3.2	2.8	-	3.4	4.3
в т. ч. Adacna polymorpha	8.8	2.3	0.9	0.2	0.3	0.6	0.7	5.0	0.3	1.0	-	0.1	2.0
A. glabra	5.1	2.4	0.7	-	0.1	0.8	1.2	+	1.5	0.8	-	-	1.5
Прочие	13.7	11.9	27.0	26.0	27.1	31.1	18.8	23.3	26.5	19.3	9.0	23.9	22.5
Общий индекс наполнения кишечника, ‰	31.5	25.8	38.8	30.1	31.6	34.3	23.9	26.2	36.7	29.6	7.3	48.3	32.2
Количество рыб, экз.	193	286	282	153	117	161	105	111	231	30	10	17	1696

Черви в составе пищи были представлены многощетинковыми полихетами (Ampharetidae, Hediste diversicolor) и малощетинковыми Oligochaeta, ракообразные – планктонными (Ostracoda, Copepoda, Cladocera) и высшими донными (Gammaridae, Cumacea, Corophiidae, Mysidacea, Rhithropanopeus harrisi, Balanus improvisus) формами, моллюски – представителями слабосоленатоводного (Dreissena sp., Adacna glabra), солоноватоводного (Adacna polymorpha, Didacna sp.) и морского (Abra ovata, Cerastoderma lamarcki, Mytilaster lineatus, Teodoxus pallasii) комплексами. Помимо этих гидробионтов в составе пищи встречалась рыба (бычки), гидроиды и компоненты, сопутствующие питанию бентосоядных рыб (грунт с органическими остатками).

Лещ является малопластичной рыбой, поэтому основа его рациона за весь период наблюдений формировалась преимущественно за счет использования мягких форм бентоса – червей, высших донных ракообразных и хинономид (в среднем 35.3, 22.7 и 15.2% от массы пищевого комка соответственно). Моллюски потреблялись лещом в небольших количествах (в среднем 4.3%).

Преобладающее значение в питании леща из червей имели многощетинковые полихеты сем. Ampharetidae, из ракообразных – представители отр. Amphipoda (сем. Gammaridae) и Cumacea, из моллюсков – Adacna polymorpha и A. glabra (табл. 1). Интенсивное потребление многощетинковых полихет (Ampharetidae), живущих в построенных ими илистых или песчаных трубках, а также рачков Cumacea, зарывающихся в самый поверхностный слой грунта, способствовало значительному содержанию в кишечниках рыб грунта с органическими остатками (в среднем 22.5%).

Все гидробионты использовались в пищу лещом в различных районах западной части Северного Каспия неравнозначно (табл. 1).

Во все годы наблюдений за питанием леща черви, преимущественно Ampharetidae, и хинономиды в наибольшем количестве потреблялись лещом в западном районе (34.9–49.7 и 14.0–19.0, соответственно) и у выхода в море западных рукавов дельты Волги (западный подрайон центрального района) (32.5–57.3 и 10.1–17.1% соответственно). По мере продвижения на восток их количество в рационе заметно уменьшалось, но при этом значительно возрастала роль ракообразных, достигая наибольших значений у

выхода в море восточных рукавов дельты Волги (восточный подрайон центрального района) (32.6–58.0%) и в глубинном районе (30.8–65.8%). Наибольшую значимость для питания леща в глубинном районе приобретали многощетинковые полихеты Hereidae (*Hediste diversicolor*) и ракообразные из отр. Сипасеа. Моллюски в рационе рыб встречались всегда, но наибольшее их количество отмечалось в отдельные годы в западном районе (15.8%) и в восточном подрайоне центрального района (5.3%).

Интенсивность потребления лещом корма в различных районах западной части Северного Каспия на протяжении 1997–2008 гг. была неравнозначна и нестабильна. Наибольший ее показатель отмечался во всех районах в 2005–2008 гг., который в западном районе не превышал 38.8, в западном подрайоне центрального – 34.4, в восточном подрайоне центрального – 36.7 и в глубинном – 48.3⁰/₀₀₀.

Таким образом, многолетние исследования нагула леща в летний период в западной части Северного Каспия свидетельствовали о том, что питание рыб на пастбищах, расположенных в различных его районах, отличалось как качественно, так и количественно. Колебания видового разнообразия по годам были незначительными, о чем свидетельствовала стабильность доминирующего корма у леща по районам. В количественном отношении донная фауна претерпевала довольно значительные межгодовые изменения, что непосредственно отражалось на нестабильности интенсивности потребления корма данным видом рыб. Следовательно, качественно-количественная характеристика питания леща является косвенным показателем состояния донных беспозвоночных животных на местах откорма рыб.

Список литературы

- Желтенкова М.В. Питание воблы Северного Каспия / М.В. Желтенкова // Зоологический журнал. 1938. Т. 17. Вып. 1. С. 146–165.
- Малиновская Л.В. Состояние макрозообентоса западного района Северного Каспия в начале XXI века / Л.В. Малиновская // Мат. докл. междунар. научно-практич. конф. «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке». Астрахань: КаспНИРХ, 2007. С. 172–175.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. С. 253.

ВОДНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ УСАДЬБЫ ЗНАМЕНСКОЕ-САДКИ: ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

М.Г. Кривошеина

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071, Москва, Ленинский проспект, 33, dipteramarina@rambler.ru*

Малые водоемы – пруды, старицы, небольшие болота, заполненные водой ямы и каналы – представляют собой экосистемы, не очень заметные в ландшафтном масштабе. Тем не менее, они играют важную роль в поддержании естественного уровня общего биоразнообразия территорий и чрезвычайно важны для выживания большого количества полуводных организмов, как растений, так и животных, в том числе беспозвоночных. Такие экосистемы относятся к числу наименее устойчивых и особо уязвимых. В нарушенной среде они быстро изменяются и исчезают в результате естественной сукцессии, но при этом быстро формируются в новых местах. Составляющие их локальные популяции растений и животных сохраняются благодаря разнообразным приспособлениям для расселения и переживания неблагоприятных условий, а также за счет экологических коридоров, связывающих динамичные локальные популяции в более устойчивые метапопуляции.

На урбанизированных территориях мегаполисов, в частности в Москве, динамическая устойчивость этой структуры серьезно нарушается. Основные причины такого нарушения – фрагментация природного ландшафта и разрушение связей между популяциями, загрязнение, ликвидация таких водоемов и др. (Кривошеина, Семенов, 2006; Семенов, Кривошеина, 2009).

Малые водоемы на территории Москвы в настоящее время можно разделить на три группы: практически уничтоженные, сильно загрязненные и превращенные в места несанкционированных свалок; декоративные и естественные. Природные экосистемы и природные организмы в водоемах первых двух групп практически отсутствуют. Попытки воссоздать в декоративных водоемах элементы природной среды связаны со значительными затратами и сложностями, которые не всегда удается преодолеть (Семенов, 2010).

Настоящая работа является частью исследований по проекту «Реставрация экологически и исторически ценных биоценозов в урбанизированной среде: методология восстановления популяций наземных животных с водной личиночной стадией развития (земноводные, насекомые)» программы «Биоразнообразие» Президиума РАН. Для исследования были выбраны водоемы – каскад из 3 прудов при усадьбе Знаменское-Садки. Выбор территории определялся тем, что с одной стороны, усадьба находится на тер-

ритории мегаполиса, а с другой стороны, доступ на территорию в настоящее время практически закрыт и рекреационное воздействие существенно ограничено.

Усадьба Знаменское-Садки, относительно недавно включенная в черту Юго-Запада Москвы, находится рядом с МКАД в районе Северное Бутово и является памятником архитектуры и садово-паркового искусства, в ансамбле которого на первое место выступает прекрасный, хорошо сохранившийся английский парк с объемно-пространственной структурой, включающей серию полян, оформленных пейзажными группами, серию больших и малых прудов. В настоящее время это один из немногих хорошо сохранившихся ландшафтных парков в Москве. В данный момент в усадьбе располагается Научно-исследовательский институт охраны природы и заповедного дела.

Основными древесными породами в парке являются липа, дуб, клен, ясень, ель. Вблизи прудов произрастают разные виды ив. Водная и околотовная флора представлена следующими растениями: белокрыльник болотный, уруть мутовчатая, ряска малая и трехдольная, камыш укореняющийся, рогоз широколистный, хвощ приречный, сусак зонтичный, осока пузырчатая.

Целью настоящей работы была разработка методологии реставрации экосистем малых природных водоемов и связанных с ними популяций водно-наземных животных в условиях урбанизированной среды европейской части России. Был изучен состав водных беспозвоночных животных как пример природного комплекса, закрытого для посещения на протяжении последних 15 лет. Одновременно аналогичные сравнительные исследования проводились в разных районах Москвы и Подмосковья на природных и антропогенных водоемах со сходным составом растительности.

Всего нами было обнаружено около 40 видов водных беспозвоночных. Все они постоянно регистрируются в данных прудах на протяжении 2006–2010 гг. Таким образом, пруды усадьбы Знаменское-Садки являются примером долговременного существования комплекса водных беспозвоночных на территории мегаполиса при условии исключения рекреационного воздействия.

Таблица 1. Состав водных беспозвоночных каскада прудов усадьбы Знаменское-Садки

№ п/п	Название вида	Водоем 1	Водоем 2	Водоем 3
1.	<i>Glossiphonia complanata</i>	+	+	–
2.	<i>Herpobdella octoculata</i>	+	–	+
3.	<i>Planorbis planorbis</i>	+	+	+
4.	<i>Sphaerium</i> sp.	+	+	–
5.	<i>Lymnaea stagnalis</i>	+	–	+
6.	<i>Coretus corneus</i>	–	+	–
7.	<i>Pisidium</i> sp.	–	–	+
8.	<i>Physa</i> sp.	–	–	+
9.	<i>Aplexa</i> sp.	–	–	+
10.	<i>Asellus aquaticus</i>	+	+	–
11.	<i>Cloeon dipterum</i>	+	–	+
12.	<i>Stenophylax</i> sp.	+	–	–
13.	<i>Limnephilus stigma</i>	–	–	+
14.	<i>Corixa dentipes</i>	+	–	–
15.	<i>Sigara falleni</i>	–	+	–
16.	<i>Gerris lacustris</i>	+	+	+
17.	<i>Notonecta lutea</i>	+	–	–
18.	<i>Ilyocoris cimicoides</i>	+	–	–
19.	<i>Cataclysta lemnata</i>	+	–	–
20.	<i>Sympetrum</i> sp.	+	–	–
21.	<i>Sympetrum sanguineum</i>	–	+	–
22.	<i>Sympetrum vulgatum</i>	–	+	–
23.	<i>Lestes sponsa</i>	–	+	–
24.	<i>Calopteryx splendens</i>	–	+	–
25.	<i>Pyrrhosoma</i> sp.	–	+	–
26.	<i>Ischnura elegans</i>	–	–	+
27.	<i>Coenagrion puella</i>	–	–	+
28.	<i>Coenagrion pulchellum</i>	–	–	+
29.	<i>Sympecma</i> sp.	–	–	+
30.	<i>Aeshna grandis</i>	–	–	+
31.	<i>Dytiscus</i> sp.	+	+	–
32.	<i>Acilius</i> sp.	+	–	–
33.	<i>Hydrobius fuscipes</i>	–	+	–
34.	<i>Gyrinus</i> sp.	+	+	+
35.	<i>Hyphydrus</i> sp.	–	–	+
36.	<i>Haliplus flavicollis</i>	+	–	–

№ п/п	Название вида	Водоем 1	Водоем 2	Водоем 3
37.	<i>Helodes</i> sp.	+	+	–
38.	<i>Odontomyia</i> sp.	–	+	+
39.	<i>Notiphila riparia</i>	–	+	–
40.	<i>Dichaeta caudate</i>	–	+	+
41.	<i>Paracoenia fumosa</i>	–	–	+

Список литературы

- Кривошеина М.Г., Семенов Д.В. Локальные сообщества. Малые водоемы в городской среде: сохранение природных экосистем и популяций редких видов // ЭКОREAL. 2007. № 3(10). С. 32–36.
- Семенов Д.В., Кривошеина М.Г. Экологическая реставрация: оптимальный подход к сохранению на урбанизированных территориях экосистем малых водоемов и связанных с ними популяций полуводных организмов // Мониторинг состояния природно-культурных комплексов лесопарковых территорий. Сб. докл. юбилейной научно-практич. конф. Москва. Департамент природопользования и охраны окружающей среды. 2009. С. 67–70.
- Семенов Д.В. Природный сад. Актуальный подход к планированию и сохранению природных популяций в урбанизированной среде // Цветоводство. 2010 (январь–февраль). С. 14–18.

РАЗНООБРАЗИЕ И СОСТАВ ДОМИНАНТНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ КАЗАХСТАНА

Е.Г. Крупа

РГП «Институт зоологии», Казахстан, 050060, Алматы, аль-Фараби 93а, elena_krupa@mail.ru

Разнообразие сообществ водных животных – общее число видов и степень их доминирования – изменяются под влиянием различных естественных и антропогенных факторов – минерализации и химического состава природных вод, характера и интенсивности загрязнения, морфометрических особенностей водоемов, сезонно-климатических особенностей.

Летом 1997–2008 гг. исследовано разнообразие зоопланктона 44 водоемов с минерализацией воды 0.2–130.0 г/дм³, площадью 0.2–1136.0 км² и максимальными глубинами 1.5–54.0 м. В соответствии с последним показателем, водоемы были разделены на три категории – морфометрически олиготрофные (МО, глубины более 10–15 м), морфометрически мезотрофные (ММ, глубины 5–7 м) и морфометрически эвтрофные (МЭ, глубины менее 3.0 м). Максимальная температура воды, в зависимости от водоема, изменялась от 12 до 28 °С.

Общее число выявленных в составе зоопланктона видов варьировало от 3 до 168. Величина показателя существенно возрастала при увеличении объема собранного материала (числа проб), периодичности сборов, а также биотопического разнообразия. За счет крупных размеров и неоднородных условий среды наиболее высоким разнообразием по общему числу видов характеризовались планктонные сообщества озер Алаколь (135 наименований), Балхаш (220), Шардаринского водохранилища (168). В Шардаринском водохранилище при ежегодном осушении заросших мелководий от мая–июня к сентябрю общее число выявленных видов снижалось от 40–80 до 24–47. Ограниченным разнообразием характеризовался, как правило, зоопланктон небольших слабо зарастающих водоемов блюдцеобразной формы, из-за своих размеров и морфометрии, представляющих собой практически единый биотоп. Среднее число видов на пробу изменялось от 3.0 до 19.7. Наибольшее абсолютное и среднее число видов выявлялось в зоопланктонных сообществах мелководных зарастающих озер и зарастающей литоральной зоне крупных водоемов.

В пресных водоемах, при суммарном содержании растворенных солей до 1.0–1.5 г/дм³, зоопланктон имел разнообразный состав, во многом определяемый характером и уровнем антропогенного воздействия, а также их морфометрическими особенностями. Характерными компонентами сообществ холодноводных глубоководных озер (МО) при отсутствии источников загрязнения являлись крупные виды ракообразных (*Daphnia longispina*, *D. galeata*, *D. pulex*, *Acanthodiptomus denticornis*, *Eudiptomus graciloides*), коловратки Bdelloida, *Asplanchna priodonta*. Из представителей отр. Cyclopoida встречались немногочисленные *Cyclops vicinus* и *Megacyclops viridis*, чаще всего представленные неполовозрелыми особями. При умеренной антропогенной нагрузке на глубоководные озера фон сообщества формировали как крупные (*Daphnia galeata*, *Eudiptomus graciloides*), так и более мелкие по размеру виды (*Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina kessleri*, *Diaphanosoma macrophthalma*, *Mesocyclops leuckarti*). Среди Copepoda усиливалось значение циклопов, хотя Calanoida еще сохраняли доминирующее положение, преимущественно по биомассе. При повышенной нагрузке спектр доминантов сужался до 1–2 видов: в оз. Маркаколь – Bdelloida (по численности) и *Arctodiptomus bacillifer* (по биомассе), в оз. Тургенское – *Keratella quadrata* (по численности) и *Acanthodiptomus denticornis* (по биомассе). В группе озер средней глубины (ММ) доминантные комплексы зоопланктона имели близкий состав, включающий средние и

мелкие виды ракообразных – *Arctodiaptomus salinus*, *Diaphanosoma lacustris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, при повышенной нагрузке еще и *Bosmina longirostris*. При слабом антропогенном воздействии на мелководные озера (МЭ) состав доминирующих видов был аналогичен таковому глубоководных холодноводных озер: *Daphnia longispina*, *D. galeata*, *Eudiaptomus graciloides*. В отличие от последних, в озерах МЭ категории высокой численности достигали коловратки *Keratella quadrata longispina* и *Hexarthra fennica*. Также как и в морфометрически олиготрофных озерах, при повышении антропогенного воздействия на мелководные озера доминирование переходило к более мелким видам ракообразных родов *Bosmina* и *Diaphanosoma* (на юге – *D. lacustris*, *B. longirostris*, на севере – *D. brachyurum* и *B. kessleri*), усиливалось значение циклопа *Mesocyclops leuckarti*. Существенные изменения структуры сообществ отмечались в мелководных зарастающих озерах. Доминантные комплексы зоопланктона были представлены зарослевыми видами коловраток и ветвистоусых, младшими возрастными стадиями веслоногих, при наиболее равномерном распределении видов по численности и биомассе. Значения индекса Шеннона-Уивера, учитывающие общее число видов и степень их доминирования, варьировали в широких пределах – от 0.30 до 3.03 бит. Величина показателя возрастала в двух направлениях – при уменьшении глубины водоемов (МО→ММ→МЭ) и в каждой морфометрической категории при усилении антропогенного воздействия. В обратном направлении происходило изменение величины средней индивидуальной массы зоопланктона – при уменьшении глубин озер и усилении антропогенного воздействия наблюдалось измельчение средних размеров особи.

В водохранилищах существенное влияние на динамику разнообразия зоопланктоценозов оказывало поступление токсических веществ.

Среди глубоководных минерализованных водоемов (МО, минерализация 4.1–7.2 г/дм³) наибольшие значения индекса разнообразия отмечались для зоопланктона оз. Алаколь – 2.11 ± 0.09 бит/экз. и 1.70 ± 0.09 бит/мг. Минимальными величинами показателя характеризовалось сообщество оз. Киши Шабакты – 1.19 ± 0.04 бит/экз. и 0.97 ± 0.08 бит/мг, при промежуточном положении оз. Балхаш – 1.60 ± 0.07 бит/мг. В состав доминантных комплексов зоопланктона всех озер входил *Arctodiaptomus salinus*. Помимо него, в Киши Шабакты высокой численности достигала *Daphnia pulex*, в Балхаше – *Diaphanosoma lacustris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, Алаколе – *Brachionus plicatilis*, *B. quadridentatus*, *Keratella quadrata*, *M. leuckarti*. Помимо различий в величинах минерализации воды, оз. Алаколь существенно отличалось от Балхаша и Киши Шабакты по абсолютному содержанию и соотношению ионов натрия и калия. Своеобразный химический состав воды озер обуславливал, очевидно, различия качественного состава зоопланктоценозов: в оз. Балхаш и Киши Шабакты коловратки были чрезвычайно малочисленны, в то время как эта группа играла ведущую роль в зоопланктоне оз. Алаколь.

В мелководных озерах при минерализации воды 2–3 г/дм³ состав доминирующих видов чаще всего включал ракообразных *Diaphanosoma lacustris*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Arctodiaptomus salinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *T. vermifer*, *T. taihokuensis*, *T. oithonoides*, *Cyclops vicinus*. При сумме ионов 3.1–10.0 г/дм³ основу количественных показателей зоопланктона формировали *Ceriodaphnia laticaudata*, *Diaphanosoma lacustris*, *Daphnia magna*, *D. pulex*, *Thermocyclops vermifer*, *Arctodiaptomus salinus*, *Arctodiaptomus bacillifer*, *Megacyclops viridis*, *Hemidiaptomus ignatovi*, *Metadiaptomus asiaticus*, *M. incrassatus*, *Apocyclops dengizicus*. Резкое сужение спектра доминирующих видов происходило при дальнейшем увеличении суммарного содержания растворенных солей. При величине показателя 10–40 г/дм³ фон планктона создавали *D. magna*, *A. salinus*, *T. dybowskii*, *A. bacillifer*. При 40–130 г/дм³ доминировали *Moina mongolica*, *A. dengizicus*, *A. salinus*, *Cletocamptus retrogressus*. При дальнейшем росте минерализации воды (130–380 г/дм³) преимущественно развивалась *Artemia* sp., для которой, по нашим данным, оптимальна сумма растворенных солей 140–280 г/дм³.

Максимальные значения индекса Шеннона-Уивера отмечались при минерализации воды 5–6 г/дм³, что связано со смешанным составом фауны, представленной как умеренно эвригаллиными, так и солелюбивыми видами. Согласно имеющимся данным (Хлебович, 1962), солевой диапазон 5–8 г/дм³ является экологическим барьером, препятствующем смешению пресноводной и морской фаун. Применительно к исследованным внутренним водоемам увеличение значений индекса разнообразия зоопланктона при минерализации 5–6 г/дм³ обусловлено снижением доминирования как умеренно эвригаллиных видов, для которых условия уже неблагоприятны, так и слабым доминированием солелюбивых видов, для которых суммарное содержание солей еще не вошло в зону оптимума.

Список литературы

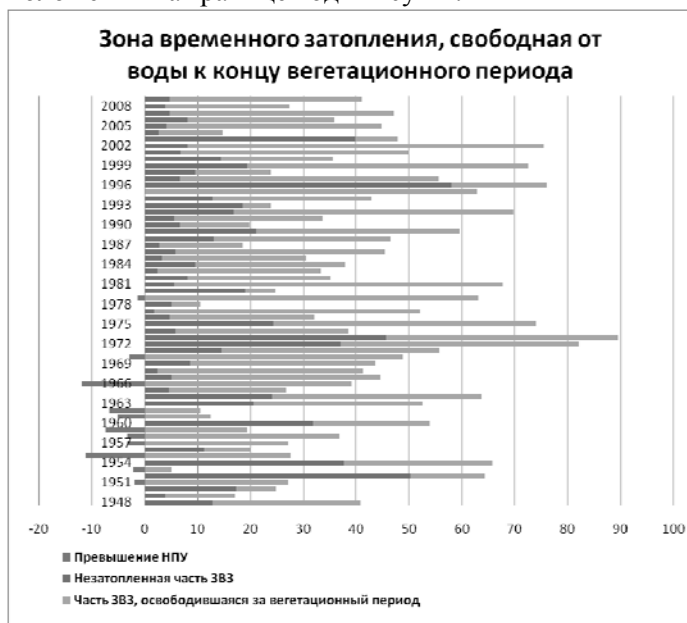
Хлебович В.В. особенности состава водной фауны в зависимости от солености среды // Журн. общей биол. 1962. Т. 23, № 2. С. 90–96.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ПЕРИОД С 1946 ПО 2009 ГГ.

А.В. Кузнецов, И.А. Рыбникова

Дарвинский государственный природный биосферный заповедник

Введение. В прибрежной зоне наиболее выражены процессы изменения биотического комплекса, происшедшие под влиянием затопления и дальнейшего динамического развития водохранилища. Особое значение в прибрежной части водохранилища имеет зона временного затопления – мелководная часть, расположенная между нормальным проектным уровнем (НПУ) – 102 м над уровнем моря по балтийской системе и отметкой 98 м. Это центральный структурный блок водно-наземного экотона, где проявляется максимальное взаимовлияние двух сред (Залетаев, 1997). Биотический комплекс зоны временного затопления начал формироваться в первые годы образования водохранилища, процесс этот не закончился до сих пор. Сезонные и годовые колебания уровня водохранилища стали мощным нарушающим фактором, определяющим развитие всех элементов биоты. Все большее значение приобретают сукцессионные процессы, формирующие современный облик зоны временного затопления. Для анализа использованы некоторые элементы биотического комплекса, относящиеся к различным трофическим уровням и тесно связанные между собой. Это растительность зоны временного затопления и некоторые виды растительоядных млекопитающих – облигатных обитателей прибрежной зоны. Используются также многолетние данные по некоторым, тесно связанным с мелководной зоной птицам, таким как цапли, чайки, крачки и водоплавающие. Особое значение для характеристики биотического комплекса прибрежной зоны имеют пернатые хищники (включая сов), занимающие вершины трофических пирамид и являющиеся консументами высшего порядка. Следует подчеркнуть, что именно прибрежная зона водохранилища является местом наивысшей концентрации биоразнообразия в силу своего экотонного положения на границе воды и суши.



Материал и методика. В работе использованы данные многолетних наблюдений, проведенных в Дарвинском заповеднике по программе Летописи природы с 1946 по 2009 гг. Для характеристики уровня режима использованы данные гидрометеопоста заповедника – средние за декаду, т.е. по три ежемесячно.

Результаты. *Уровненный режим водохранилища.* Изменение уровня водохранилища в течение года определяется особенностями водного баланса и искусственным регулированием стока и зависит от водности года, внутригодового распределения притока и режима работы гидросооружений (Рыбинское водохранилище, 1972).

С целью более четкой дифференциации маловодных и многоводных лет были выделены критерии, позволяющие отнести конкретный

год к определенной категории по степени водности. Были выделены четыре категории лет по степени водности: многоводные, полноводные, маловодные и катастрофически маловодные годы. Поскольку эти критерии относятся только к вегетационному периоду, особое значение имела доля площади зоны временного затопления, свободная от воды к концу вегетационного периода. В многоводные годы она составляла менее 30%, в полноводные годы – менее 50%, в маловодные годы – более 50%, а в катастрофически маловодные годы – более 75% общей площади зоны временного затопления, расположенной между 102 и 98 горизонталями (рис. 1, табл. 1).

Для развития и формирования биоты зоны временного затопления большое значение имеет стабильность уровня водохранилища. В результате анализа всего массива данных с 1948 по 2009 гг. с использованием указанных критериев были выделены периоды стабильного и нестабильного уровня (табл. 2).

В периоды стабилизации уровня мелководья полностью или почти полностью затапливаются в течение всего вегетационного периода и это продолжается в течение нескольких лет. В периоды нестабильного уровня, многоводные и полноводные годы чередуются с маловодными годами. Условия для развития растительности и животного населения в такие периоды сильно различаются.

Таблица 1. Критерии водности года

Показатели	Многоводный год	Полноводный год	Маловодный год	Катастрофически маловодный год
Максимальный уровень	Выше 101.5 отметки	Выше 101.0 отметки	Выше 101.0 отметки	Ниже 100.5
Уровень конца вегетационного периода	Выше 100.5	Выше 100.0 отметки	Обычно ниже 100.0	Ниже 99.0
Переход через отметку 100.5 над у.м.	Не переходит точку 100.5 при снижении уровня, т.е. мелководья не освобождаются от воды	В некоторые годы переходит через отметку 100.5 м над у.м.	Уровень 100.5 не достигается при подъеме воды (мелководья не заливаются водой), либо переходит эту отметку на короткий период.	Уровень 100.5 не достигается при подъеме уровня (мелководья не заливаются водой), либо переходит ее на короткий период в ранние сроки (июнь).
Незатопленная часть ЗВЗ	Меньше 15%	Меньше 20%	Чаще всего больше 20% (0–40%)	Более 30%
Свободная от воды к концу вегетации часть ЗВЗ	Менее 30%	Менее 50%	Более 50%	Более 75%

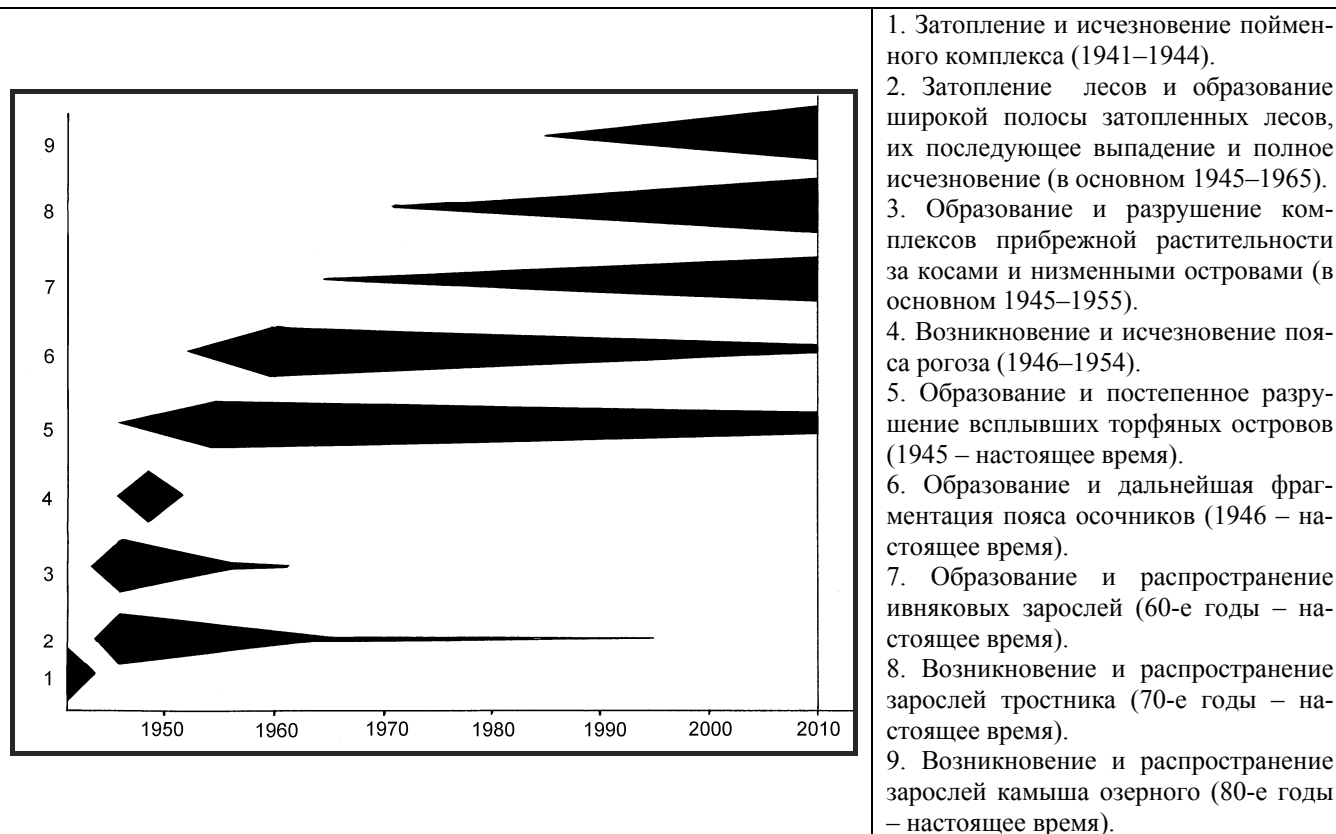
Таблица 2. Основные показатели уровня режима за период 1948–2009 гг.

Год	Макс. уровень	Уровень конца вегетации	Незатопленная часть ЗВЗ (%)	Превышение НПУ (%)	Часть ЗВЗ, освобожденная от воды за вегетационный период (%)	Свободно от воды к концу вегетационного периода (%)	Время перехода уровня через отметку 100,5 м	Периоды
1948	101.49	100.37	12.75		28.00	40.75	2 д 09	Первый период стабилизации уровня
1949	101.85	101.32	3.75		13.25	17.00	не освоб	
1950	101.31	101.01	17.25		7.50	24.75	не освоб	
1951	102.08	100.92	0.00	2.00	29.00	27.00	не освоб	Первый период нестабильного уровня
1952	99.99	99.43	50.25		14.00	64.25	не дост	
1953	102.09	101.8	0.00	2.25	7.25	5.00	не освоб	
1954	100.5	99.37	37.5		28.25	65.75	не дост	Второй период стабилизации уровня
1955	102.45	100.90	0.00	11.25	38.75	27.50	не освоб	
1956	101.55	101.2	11.25		8.75	20.00	не освоб	
1957	102.13	100.92	0.00	3.25	30.25	27.00	не освоб	Второй период нестабильного уровня
1958	102.13	100.66	0.00	3.25	36.75	33.50	не освоб	
1959	102.3	101.13	0.00	7.50	29.25	21.76	не освоб	
1960	100.73	99.85	31.75		22.00	53.75	2 д 07	Второй период нестабильного уровня
1961	102.21	101.50	0.00	5.25	17.75	12.50	не освоб	
1962	102.27	101.58	0.00	6.75	17.25	10.50	не освоб	
1963	101.18	99.90	20.50		32.00	52.50	1 д 09	Третий период стабилизации уровня
1964	101.04	99.46	24.00		39.50	63.50	3 д 07	
1965	101.82	100.93	4.50		22.25	26.75	не освоб	
1966	102.48	100.44	0.00	12.00	50.50	39.00	не освоб	Третий период нестабильного уровня
1967	101.80	100.22	5.00		39.50	44.50	2 д 09	
1968	101.91	100.35	2.25		39.00	42.25	1 д 07	
1969	101.66	100.26	8.50		35.00	43.50	1 д 09	Третий период нестабильного уровня
1970	102.12	100.13	0.00	3.00	49.75	48.75	2 д 09	
1971	101.42	99.77	14.50		41.25	55.75	3 д 08	
1972	100.52	98.72	37.00		45	82.00	2 д 06	Третий период нестабильного уровня
1973	100.14	98.38	45.50		44	90.50	не дост	
1974	101.77	100.48	5.75		32.75	38.50	2 д 09	
1975	101.03	99.04	24.25		49.75	74.00	2 д 06	Четвертый период стабилизации уровня
1976	101.81	100.72	4.75		27.25	32.00	не освоб	
1977	101.93	99.92	1.75		50.25	52.00	1 д 09	
1978	101.8	101.58	5.00		5.50	10.50	не освоб	Четвертый период нестабильного уровня
1979	102.06	99.54	0.00	1.50	63.00	63.00	2 д 08	
1980	101.24	101.02	19.00		5.60	24.50	не освоб	
1981	101.78	99.30	5.50		62.00	67.50	2 д 08	Четвертый период стабилизации уровня
1982	101.68	100.60	8.00		27.00	35.00	не освоб	
1983	101.91	100.67	2.25		31.00	33.25	не освоб	
1984	101.62	100.49	9.50		28.25	37.75	2 д 08	Четвертый период нестабильного уровня
1985	101.87	100.78	3.25		27.25	30.50	не освоб	
1986	101.77	100.19	5.75		39.50	45.25	не освоб	
1987	101.89	101.26	2.75		15.75	18.50	не освоб	Четвертый период нестабильного уровня
1988	101.48	100.14	13.00		33.50	46.50	1 д 08	
1989	101.16	99.62	21.00		38.50	59.50	2 д 07	
1990	101.74	101.21	6.50		13.25	19.75	не освоб	Четвертый период нестабильного уровня
1991	101.78	100.66	5.50		28.00	33.50	не освоб	
1992	101.33	99.21	16.75		53.00	69.75	2 д 07	
1993	101.26	101.05	18.5		5.25	23.75	не освоб	Четвертый период нестабильного уровня
1994	101.49	100.29	12.75		30.00	42.75	2 д 09	
1995	102.00	99.49	0.00		62.75	62.75	3 д 07	

Год	Макс. уровень	Уровень конца вегетации	Незатопленная часть ЗВЗ (%)	Превышение НПУ (%)	Часть ЗВЗ, освободившаяся от воды за вегетационный период (%)	Свободно от воды к концу вегетационного периода (%)	Время перехода уровня через отметку 100,5 м	Периоды
1996	99.68	98.96	58.00		18.00	76.00	не дост	Пятый период стабилизации уровня
1997	101.74	99.78	6.50		49.00	55.50	2 д 08	
1998	101.62	101.05	9.50		14.25	23.75	не освоб	
1999	101.23	99.10	19.25		53.25	72.50	3 д 07	
2000	101.43	100.58	14.25		21.25	35.50	не освоб	
2001	101.73	100.00	6.75		43.25	50.00	3 д 08	
2002	101.68	98.99	8.00		67.25	75.25	2 д 07	
2003	100.41	100.67	39.75		-6.50	33.25	3 д 07	
2004	101.09	101.41	2.50		12.25	14.75	не освоб	
2005	101.84	100.21	4.00		40.75	44.75	2 д 09	
2006	101.68	100.57	8.00		27.75	35.75	не освоб	
2007	101.81	100.12	4.75		42.25	47.00	3 д 08	
2008	101.85	100.91	3.75		23.50	27.25	не освоб	
2009	101.81	100.36	4.75		36.25	41.00	не освоб	

Основные процессы, прошедшие в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища за период 1948–2009 гг. На фоне сезонных и ежегодных изменений растительности и животного населения в результате колебаний уровня водохранилища происходит сукцессионное развитие биотического комплекса прибрежной зоны водохранилища, включающее следующие основные процессы (табл. 3):

Таблица 3. Основные процессы в биотическом комплексе прибрежной зоны Рыбинского водохранилища



1. Затопление и исчезновение пойменного комплекса (1941–1944).
2. Затопление лесов и образование широкой полосы затопленных лесов, их последующее выпадение и полное исчезновение (в основном 1945–1965).
3. Образование и разрушение комплексов прибрежной растительности за косами и низменными островами (в основном 1945–1955).
4. Возникновение и исчезновение пояса рогаза (1946–1954).
5. Образование и постепенное разрушение всплывших торфяных островов (1945 – настоящее время).
6. Образование и дальнейшая фрагментация пояса осочников (1946 – настоящее время).
7. Образование и распространение ивняковых зарослей (60-е годы – настоящее время).
8. Возникновение и распространение зарослей тростника (70-е годы – настоящее время).
9. Возникновение и распространение зарослей камыша озерного (80-е годы – настоящее время).

- затопление и полное исчезновение пойменного комплекса: рек, старичных озер, лугов, дубовых и черноольховых лесов (1941–1944);
- формирование поясности растительности в зоне временного затопления (1946–1955);
- образование и гибель пояса рогаза (1946–1954);
- затопление лесов на склонах древнеозерной террасы и образование широкой полосы затопленных лесов, ставших специфическими местообитаниями для многих видов птиц. Выпадение и исчезновение затопленных лесов (1945–1965);
- образование и трансформация плавающих торфяных островов (1945 г. – настоящее время);
- возникновение и разрушение комплексов мелководий между косами и мелкими низменными островами (1945–1955);

- формирование, развитие и сокращение площади пояса осочников. Сокращение площади осочников происходит за счет их фрагментации при внедрении ивняков и двукисточника тростниковидного (1946 г. – настоящее время);
- появление и разрастание ивняковых зарослей (60-е годы – настоящее время); сопровождающееся сокращением площади и фрагментацией пояса осочников;
- формирование в зоне временного затопления зарослей двукисточника тростниковидного (70-е годы – настоящее время);
- выпадение подтопленных лесов (1965–1975);
- формирование болотных березняков в зоне подтопления (1970 – настоящее время);
- образование и развитие тростниковых зарослей (начало 70-х годов – настоящее время);
- появление и развитие в мелководной зоне зарослей камыша озерного (середина 80-х годов – настоящее время).

Растительность зоны временного затопления. Для закрытых от волнобоя участков зоны временно-го затопления (внутренние заливы, мелководья за косами и островами) характерна поясность в распределении растительных сообществ (Леонтьев, 1956; Кутова, 1957). Характер распределения поясов растительности меняется в зависимости от уровня режима текущего года и предыдущих лет. Существенно различается растительность зоны временного затопления в периоды стабильного и нестабильного уровней. Обводнение или осушение зоны затопления выступает в роли фактора нарушения, на который различные виды растений реагируют по-разному. Особенно серьезные изменения растительного комплекса прибрежной зоны происходили в катастрофически маловодные годы (1972, 1973, 1996).

На фоне сезонных и ежегодных изменений растительности, идущих под влиянием нарушающего воздействия колебаний уровня водохранилища, происходят сукцессионные (многолетние) изменения растительности. В первую очередь они определяются толерантностью ряда видов к колебаниям уровня. Наибольшее значение имеют следующие виды или группы видов, определяющие современный облик зоны временного затопления:

Осочники (виды рода *Carex*) – занимают верхнюю часть зоны временного затопления, являются основными местообитаниями для мелких млекопитающих и змей. В настоящее время площадь осочников существенно (не менее чем на порядок) сократилась в результате распространения ивняков и двукисточника тростниковидного.

Двукисточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*) – распространяется в поясе осочников, способствуя фрагментации и сокращению площади осокового пояса.

Ивняки (виды и межвидовые гибриды рода *Salix*) – разрастаются в осоковом поясе, в наибольшей степени способствуя его фрагментации и сокращению площади. Процесс распространения ивняков начался в 60–70 гг., лавинообразно усилился в 90-е гг. и продолжается в настоящее время.

Тростник (*Phragmites australis*). Формирование зарослей тростника началось в начале 70-х гг. прошлого века, особенно после катастрофически маловодных 1972–1973 гг. К концу 90-х гг. этот процесс охватил огромные площади зоны временного затопления, что привело к формированию обширного, местами достигающего ширины 2–3 км тростникового пояса. Развитие тростниковых зарослей продолжается до настоящего времени.

Камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*) появился после катастрофических 1972–1973 гг., образование зарослей началось в 80-е гг. Этот процесс охватывает мелководные участки водохранилища, расположенные во внутренних заливах, в устьях рек и под защитой сохранившихся островов.

Млекопитающие. Зону временного затопления используют многие виды млекопитающих. В обзор включены лишь наиболее значимые облигатные обитатели зоны временного затопления и кабан, как вид, деятельность которого оказывает существенное влияние на развитие растительных сообществ.

Полевка-экономка (*Microtus oeconomus*) – самый массовый вид млекопитающих, постоянно обитающий в поясе осочников зоны временного затопления. Численность сильно колеблется по годам. Достигает высокой численности в годы с низким уровнем водохранилища, либо в годы, когда осочники рано освобождаются от воды. Основной кормовой объект хищных млекопитающих, дневных хищных птиц и сов. В годы высокой численности полевки-экономки в зоне затопления гнездятся такие миофаги как ушастая сова, канюк и пустельга. В эти же годы увеличивается число лисьих выводков и количество лисят в выводке (Калецкая, 1953). Вследствие сокращения площади осочников численность полевки-экономки сокращается. Продолжительные периоды стабильно высокого уровня также приводят к депрессии численности этого вида.

Водяная полевка (*Arvicola terrestris*). Была очень обычна в первые годы после затопления, достигая наиболее высокой численности в 1948–1954 гг. (Калецкая, 1957). Высокая численность водяной полевки совпадает с развитием рогозового пояса, вероятно потому, что рогоз обеспечивал ее зимними кормами. С исчезновением пояса рогоза численность водяной полевки существенно сократилась. До начала 2000-х

гг. этот вид сохранялся небольшими локальными поселениями на некоторых внутренних заливах заповедника и на огородах в деревнях. В настоящее время, после длительного периода стабильно высокого уровня с 2004 по 2009 гг. этот вид в зоне временного затопления не отмечен вообще. Известны лишь отдельные поселения на огородах вблизи человеческого жилья.

Ондатра (*Ondatra zibethica*). Этот вид никогда не был многочисленным в зоне временного затопления, поскольку для него неблагоприятны перепады уровня водохранилища. Особенно страдает ондатра в маловодные годы, следующие за многоводными, когда обнажаются норы и зверьки становятся особенно уязвимы для хищников. В настоящее время численность ондатры исключительно низкая, в заповеднике известно всего несколько поселений этого вида, совершенно отсутствующего на многих участках побережья.

Бобр (*Castor fiber*). Появился в заповеднике в 1980-е гг. Освоил различные типы местообитаний – верховья рек и ручьев, старые мелиоративные каналы, крутые берега заливов и ивняковые заросли на всплывших торфяных островах. Крупные размеры и высокая экологическая пластичность позволила бобру освоить все подходящие уголья в зоне временного затопления, приспособиться к колебаниям уровня водохранилища (Завьялов и др., 2005). Может оказывать модифицирующее влияние на растительные сообщества в пределах своих поселений.

Кабан. Появился в заповеднике в 70-е гг. прошлого века, наивысшей численности достиг в 80-х гг. При высокой численности становится мощным фактором нарушения, оказывая сильное модифицирующее влияние на растительные сообщества зоны временного затопления, особенно в маловодные годы. Кабаны перепахивают большие площади, избирательно уничтожая заросли стрелолиста и сусака. Выкапывая и расчлняя корневища тростника, кабан способствует ускорению его вегетативного размножения.

Птицы. В зоне временного затопления с весны до осени постоянно обитают кулики, чайки и крачки, серые цапли и водоплавающие птицы. Особое значение имеют дневные хищные птицы, структура сообщества которых может быть использована в качестве интегрального индикатора состояния биотического комплекса (Кузнецов, Кузнецов, 1998). Различные группы птиц по-разному реагируют на сезонные изменения уровня водохранилища и на процессы, идущие в зоне затопления. Ограничимся лишь несколькими примерами.

Серая цапля (*Ardea cinerea*). Большие колонии этого вида, включающие сотни гнезд существовали в затопленных лесах в первые годы после затопления. По мере выпадения затопленных лесов численность серой цапли сокращалась. К настоящему времени в заповеднике нет ни одной колонии этого вида.

Серебристая чайка (*Larus argentatus*). Этот типичный обитатель побережий крупных озер и морей появился здесь лишь с образованием водохранилища. Гнездится исключительно на всплывших торфяных островах, выбирая участки открытого торфа (Немцев, Кузнецов, 1992).

Черная крачка (*Clidonias niger*). Гнездится на сплавинах в зарослях тростника и камыша озерного, с разрастанием которых численность вида увеличивается.

Гоголь (*Bucephala clangula*). Местное название этого вида – утка-дубовка, связано с его гнездованием в дуплах дубов, лип и осин, в изобилии произраставших в пойменных лесах до затопления их водами водохранилища. Затопление поймы и исчезновение пойменных лесов поставило этот вид на грань исчезновения, от которого гоголь был спасен благодаря комплексу биотехнических работ, организованных Дарвинским заповедником (Немцев, 1988).

Лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*). Первая пара кликунов загнездилась в заповеднике на озере среди верховых болот в 1983 г. С конца 1980-х гг. стали отмечаться выводки лебедей в зоне временного затопления. Лебеди начали гнездиться в зарослях тростника, с развитием которых численность гнездящихся птиц увеличивалась. В настоящее время в заповеднике обитает около 150 особей лебедя-кликун, половина из которых здесь гнездится. Гнезда лебедей в основном приурочены к тростниковым зарослям в зоне временного затопления (Кузнецов, 2006).

Большой подорлик (*Aquila clanga*). На всем пространстве своего ареала основа питания этого вида – водяная полевка. Именно высокая численность водяной полевки в 1949–1954 гг. стала причиной высокой численности большого подорлика, быстро заселившего всю прибрежную зону заповедника. В дальнейшем происходило постоянное снижение численности этого вида. В настоящее время в заповеднике ежегодно гнездится одна пара больших подорликов (Бабушкин, Кузнецов, 2008).

Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*). Судя по литературным данным, этот вид не гнезвился в Молого-Шекснинском междуречье до образования водохранилища. В первые годы после затопления орланы гнездились в затопленных лесах. Численность вида постоянно возрастала. По мере выпадения затопленных лесов орланы перемещались в прибрежные гривы высокоствольного леса. В настоящее время численность вида на территории заповедника и его охранной зоны достигает 27–30 гнездящихся пар (Кузнецов, Бабушкин, 2006).

Скопа (*Padion haliaetus*). До образования водохранилища отдельные пары скопы гнездились вблизи крупных озер среди верховых болот на водоразделе Шексны и Мологи. С образованием водохранилища скопа загнездилась в затопленных лесах, после выпадения которых перешла на верховые болота. Численность постоянно увеличивалась. В настоящее время численность скопы в заповеднике и его охранной зоне достигает 40–45 гнездящихся пар (Кузнецов, Немцев, 2005).

Змеяд (*Circaetus gallicus*). Один из самых редких видов хищных птиц нашей зоны. Гнездование двух пар в заповеднике отмечено в 1950–70 гг., в период максимального развития осокового пояса (Немцев, 1988). Развитие обширного тростникового пояса и образование ивняковых зарослей, сопровождавшееся фрагментацией и сокращением площади осочников, привело к полному исчезновению этого вида.

Заключение. Затопление обширных территорий приводит к гибели многих видов и катастрофическим изменениям биотического комплекса. На месте исчезнувших экосистем возникают новые, приспособленные к существованию в условиях периодического затопления. При этом происходит как сокращение численности и исчезновение ряда видов, так и увеличение численности видов, сумевших приспособиться к новым условиям существования. В результате процессов, прошедших в прибрежной зоне после затопления Молого-Шекснинской низменности, продолжается формирование биотического комплекса, адаптированного к режиму водохранилища. Важнейшее значение на современном этапе имеют такие процессы как развитие тростникового пояса, распространение ивняков и зарослей двукосточника тростниковидного, сопровождающееся фрагментацией осокового пояса. В результате этого происходит снижение численности мелких млекопитающих (полевки-экономки и водяной полевки) и сокращение численности связанных с ними хищных птиц. В то же время увеличивается численность хищных птиц-рыбоядов (скопы и орлана-белохвоста). Развитие тростникового пояса способствовало появлению и увеличению численности лебедя-кликун. Существенное влияние на растительные сообщества оказывают такие виды-эдификаторы, как кабан и бобр. Процесс формирования биотического комплекса прибрежной зоны Рыбинского водохранилища продолжается. Для понимания этого процесса необходимо его изучение и мониторинг силами специалистов различных профилей.

Список литературы

- Бабушкин М.В., Кузнецов А.В. Тенденции изменения численности и некоторые особенности экологии большого и малого подорликов в Дарвинском заповеднике /Изучение и охрана большого и малого подорликов в Северной Евразии. Иваново, 2008. С. 37–45.
- Завьялов Н.А., Крылов А.В., Бобров А.А., Иванов В.К., Дгебуадзе Ю.Ю. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука, 2005. 188 с.
- Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С. 11–29.
- Калецкая М.Л. Фауна млекопитающих Дарвинского заповедника и ее изменения под влиянием Рыбинского водохранилища / Рыбинское водохранилище, Ч. 1. М.: Изд. МОИП, 1953. С.95–121.
- Калецкая М.Л. Роль режима Рыбинского водохранилища в жизни млекопитающих Дарвинского заповедника / Труды Дарвинского государственного заповедника. Вып. 4. Вологда, 1957. С. 7–78.
- Кузнецов А.В., Кузнецов И.А. Структура сообщества хищных птиц как интегральный индикатор состояния среды и некоторые подходы к ее изучению // Материалы III конференции по хищным птицам Восточной Европы и Северной Азии. Ставрополь, 1998. С. 69–71.
- Кузнецов А.В. Лебедь-кликун в Дарвинском заповеднике – история формирования популяционного ядра / Труды Дарвинского государственного природного биосферного заповедника. Вып. 16. Череповец, 2006. С. 113–114.
- Кузнецов А.В., Немцев В.В. Основные тенденции изменения фауны и численности хищных птиц Дарвинского заповедника за шестидесятилетний период его существования // Материалы юбилейной научной конференции, посвященной 60-летию Дарвинского государственного природного биосферного заповедника. Череповец, 2005. С. 58–61.
- Кузнецов А.В., Бабушкин М.В. Распространение и численность орлана-белохвоста в Вологодском поозерье и юго-восточном Прионежье // Труды Дарвинского государственного природного биосферного заповедника/ Вып. 16. Череповец, 2006. С. 81–83.
- Кутова Т.Н. Экологическая характеристика растений зоны временного затопления Рыбинского водохранилища // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вып. 4. Вологда, 1957. С. 403–466.
- Леонтьев А.М. Об изменениях растительности под влиянием первых лет затопления и подтопления Рыбинским водохранилищем // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вып. 3. Вологда, 1956. С. 27–90.
- Немцев В.В. Птицы // Фауна Дарвинского заповедника. Флора и фауна заповедников СССР. Оперативно-информационный материал. М., 1988. С. 29–57.
- Немцев В.В., Кузнецов А.В. Серебристая чайка на Рыбинском водохранилище // Серебристая чайка. Распространение, систематика, экология. Ставрополь, 1992. С. 62–65.
- Рыбинское водохранилище. Л.: Наука, 1972. 360 с.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОЛОНИЙ ГИДРОФИЛЬНЫХ ПТИЦ НА ЗООПЛАНКТОН ОТКРЫТОГО И ЗАЩИЩЕННОГО ПРИБРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Д.В. Кулаков, А.В. Крылов, В.Г. Папченков

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН
152742, пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, krylov@ibiw.yaroslavl.ru

В ряду многочисленных исследований зоопланктона разнотипных пресноводных экосистем убедительно показано, что количественный и качественный состав беспозвоночных определяется влиянием множества абиотических, биотических и антропогенных факторов. Среди них наиболее значимое воздействие оказывает количество органических и биогенных веществ, высокое содержание которых чаще всего определяется точечными и рассеянными источниками антропогенного загрязнения. Однако дополнительное поступление органических и биогенных веществ происходит и под влиянием колониальных поселений птиц, что продемонстрировано как на примере наземных, так и водных экосистем (Втюрина, 2002; Кулакова, 2008; Hahn et al., 2007, 2008; Kameda et al., 2006; Longcore et al., 2006). На химический и биологический режим локальных участков литоральной зоны пресноводных водоемов такое воздействие способны оказывать продукты жизнедеятельности гидрофильных (водных и околоводных) птиц, среди которых в бассейне Верхней Волги наиболее многочисленны представители семейств чайковые (Laridae) и цаплевые (Ardeidae). Несомненно, что характер изменения структуры сообществ гидробионтов в этих условиях может зависеть от многих факторов и в первую очередь от гидрологических характеристик, а также от межгодовых различий численности колоний гидрофильных птиц. Цель работы — изучение зоопланктона открытых и защищенных участков литоральной зоны Рыбинского водохранилища в условиях влияния продуктов жизнедеятельности колоний гидрофильных птиц и межгодовых различий показателей зоопланктона в зависимости от численности колонии водных птиц.

Исследования проводили с мая по сентябрь 2009 г. в Волжском плесе Рыбинского водохранилища. Материал собирали на глубине 0.4–0.8 м на участках открытого и защищенного побережья в зонах влияния гнездовой гидрофильных птиц, а также на аналогичных по морфометрическим и гидрологическим характеристикам фоновых станциях. В период гнездования (май–июль) пробы собирали 1 раз в 10 дней, после покидания птицами гнездового участка (август, сентябрь) — 2 раза в месяц. На каждой станции собирали по 5–10 проб, процеживая с помощью ведра через газ с размером ячеи 64 мкм 25 л воды. Станция отбора проб представляла собой участок ~10–15 м², в разных точках которого с помощью ведра собирали интегральную пробу. Пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения..., 1975). Зоопланктон оценивали по числу видов (*S*), численности (*N*), биомассе (*B*), доле таксономических групп от общей численности и биомассы (%), коэффициенту трофности (*E*) (Мяэметс, 1980). Статистическую обработку материалов проводили с использованием программы STATISTICA 6.0.

Зоопланктон открытого участка литоральной зоны находился под влиянием продуктов жизнедеятельности колонии серой цапли (*Ardea cinerea* L.). Колония располагалась на острове Радовский (58°03' с.ш., 38°17' в.д.), занимала площадь 300×150 м, насчитывала ~100 гнезд (~200 взрослых птиц). Гнезда располагались в кронах берез, осин и сосен на высоте 10–15 м, в среднем по 2–3 гнезда на одном дереве, максимум — 5. Первый ряд деревьев, заселенных птицами, находился в 60 м от уреза воды. Продукты жизнедеятельности поступали в воду с дождевым стоком по склону пологого берега. Растительный покров открытого мелководья представлен тянущейся вдоль острова то широкой, то узкой с небольшими перерывами полосой тростника южного и редким пятнами куртин камыша озерного, отстоящих от полосы тростника на 10–20 м. В отличие от фонового участка, на котором кроме поля тростника южного, шириной около 30 м, и отстоящих пятен камыша, на участке мелководий у колонии серой цапли в пределах полосы тростника южного той же ширины, расположено небольшое пятно тростника высочайшего *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile, также встречается горец земноводный и небольшие кусты ив. В район гнездования птицы прилетели в конце марта – начале апреля, и в течение недели приступили к ремонту и/или постройке гнезд. Начало кладки пришлось на середину апреля, первые птенцы появились в середине мая, массовое вылупление — 20–30 мая. Наиболее активное кормление пришлось на июнь – первую половину июля. Массовый вылет птенцов наблюдался 15–30 июля, после чего колония резко опустела.

Защищенный участок литоральной зоны (58°02' с.ш., 38°15' в.д.) испытывал влияние продуктов жизнедеятельности колонии сем. чайковых (Laridae). На наиболее мелководных местах защищенного мелководья регистрировались небольшие пятна-островки макрофитов, которые и занимались гнездами птиц. В этих пятнах много камыша укореняющегося *Scirpus radicans* Schkuhr, ежеголовника всплывшего *Sparganium emersum* Rehm., погруженной формы омежника водного. В наиболее глубокой центральной части залива господствовали заросли кувшинки, пузырчатки, рдестов, сочетающиеся с куртинами ка-

мыша, стрелолиста и других растений. У берегов стали хорошо заметны местами весьма обширные заросли тростника. В целом степень зарастания составляла 70%, при этом наиболее бросающиеся в глаза заросли воздушно-водных растений занимали не более 25%. Фоновый участок залива, расположенный в ее нижней части, имел такое же 70-процентное зарастание с господством тростника, перед полями которого расположена редкая полоса пятен камыша озерного с густыми пятнами горца земноводного и рдеста блестящего *Potamogeton lucens* L. Другие виды макрофитов имели менее существенное значение. В середине мая было обнаружено 35 гнезд озерной чайки (*Larus rudibundus* Linnaeus) с кладками по 2–3 яйца. После продолжительных дождей и последующего повышения уровня воды гнезда утонули, численность птиц в колонии снизилась до единичных особей. В конце мая, на расстоянии 300 м от бывшей колонии озерной чайки образовали колонию малые чайки (*Larus minutus* Pallas) (~ 40 гнезд), в непосредственной близости от них в небольшом количестве гнездились черная (*Chlidonias niger* L.) (3 гнезда), и речная крачки (*Sterna hirundo* L.) (5 гнезд). Гнезда располагались в зарослях макрофитов в 40–120 м от минерального берега. Глубина под гнездами составляла до 1.5 м. В каждом гнезде находилось по 2–3 яйца. Появление птенцов малой чайки зарегистрировано в 20-х числах июня – начале июля. Максимальная нагрузка на биотоп пришлась на период кормления птенцов — в июле. К концу июля почти все птенцы подросли, и вместе с взрослыми птицами покинули гнездовую территорию.

В зоопланктоне контрольного открытого участка отмечено 33 вида беспозвоночных (16 — Rotifera, 3 — Copepoda, 14 — Cladocera), в районе влияния гнездовья цапель — 38 видов (18 — Rotifera, 4 — Copepoda, 16 — Cladocera). На контрольном участке защищенного мелководья зарегистрировано 42 вида зоопланктеров (21 — Rotifera, 3 — Copepoda, 18 — Cladocera), в районе колонии чайковых — 38 видов (19 — Rotifera, 2 — Copepoda, 17 — Cladocera). По величине коэффициента трофности все станции открытого и защищенного мелководья характеризовались как гиперτροφные участки (соответственно 4.23 и 4.05, 13.0 и 5.0). То есть, несмотря на сохранение трофического статуса, в условиях влияния продуктов жизнедеятельности птиц регистрировалось снижение абсолютных величин коэффициента трофности, что наиболее ярко проявилось в условиях защищенного мелководья.

На участках открытого мелководья большую часть времени исследований существенных различий по числу видов зоопланктеров в одной пробе не было, как, впрочем, и в условиях защищенного мелководья, где только в июле наблюдалось достоверно большее разнообразие беспозвоночных в зоне влияния колонии чайковых (табл. 1).

Таблица 1. Показатели зоопланктона ($M \pm m$; $p < 0.05$) фоновых (I) и находящихся под влиянием птиц (II) участков литоральной зоны Волжского плеса Рыбинского водохранилища

Показатель	Месяц	Открытое мелководье				Защищенное мелководье			
		I		II		I		II	
		M	m	M	m	M	m	M	m
Число видов	V	9.0	2.6	13.5	2.1	11.5	2.1	14.0	2.5
	VI	6.1	2.0	5.8	2.2	13.5	2.1	10.4	2.3
	VII	5.7	1.7	6.1	1.1	11.6*	4.2	21.0	3.8
	VIII	12.0	2.1	12.0	2.4	13.6	1.8	11.0	2.1
	IX	3.2	1.1	4.0	1.5	11.5	2.2	14.0	2.3
Численность, тыс. экз./м ³	V	53.0	21.0	77.0	15.0	271.3	96.8	138.8	104.5
	VI	40.0	17.0	23.0	12.4	81.3*	54.2	197.6	48.2
	VII	16.0	8.0	11.0	7.4	112.2	33.5	91.3	24.8
	VIII	23.0	12.4	29.0	11.4	37.3	8.6	47.2	11.4
	IX	4.0	3.5	9.0	6.1	141.5	28.1	108.4	52.1
Биомасса, г/м ³	V	0.273	0.170	0.553	0.120	0.916	0.230	1.039	0.320
	VI	0.141	0.100	0.150	0.009	0.489*	0.250	1.304	0.210
	VII	0.070	0.010	0.062	0.015	0.314*	0.110	0.822	0.070
	VIII	0.264	0.180	0.527	0.210	0.452*	0.090	0.952	0.060
	IX	0.025	0.007	0.070	0.005	0.251	0.100	0.342	0.120

Примечание. * — достоверные различия.

Численность зоопланктона на участках открытого мелководья практически не различалась (табл. 1). В период гнездования основу численности составляли коловратки и веслоногие ракообразные, однако в зоне влияния продуктов жизнедеятельности птиц в мае и июне доля коловраток была достоверно меньше, в июне — значимо больше обилие веслоногих ракообразных, в июне и июле — ветвистоусых (табл. 2). В течение периода исследований среди доминирующих по численности видов на обоих участках отмечены ювенильные Cyclopoida, *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Euchlanis deflexa* Gosse, только на фоновой станции обнаружены *Cyclops vicinus* Uljanin, *Keratella quadrata* (O.F. Müller), *K. cochlearis tecta* (Gosse), только на участке рядом с колонией цапель — *Polyphemus pediculus* (L.), *Eudiaptomus gracilis* (Sars), *Asplanchna priodonta* Gosse, *Alona rectangula* Sars. Необходимо отметить, что заметных различий числа доминирующих видов не обнаружено.

Таблица 2. Доля таксономических групп зоопланктеров исследованных участков литоральной зоны

Месяц	Участок	Доля в общей численности, %						Доля в общей биомассе, %					
		Rotifera		Copepoda		Cladocera		Rotifera		Copepoda		Cladocera	
		M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m
Открытое мелководье													
V	I	35.3*	12.1	62.3	16.8	2.4	2.5	34.0*	4.2	61.8	13.3	4.2*	5.1
	II	7.5	6.4	73.1	17.5	19.4	12.2	2.6	1.8	54.5	12.6	42.9	18.2
VI	I	57.6*	18.3	32.3*	12.9	10.1	9.5	54.1	24.1	22.1*	5.8	23.8*	10.4
	II	23.4	14.3	58.2	10.8	18.4	11.2	21.0	12.1	35.3	7.1	43.7	9.2
VII	I	32.4	21.2	63.6	24.7	4.1*	3.8	11.3	5.2	70.1	15.3	18.5	10.2
	II	9.3	9.4	78.7	15.9	12.0	2.6	3.3	3.5	85.7	20.4	11.0	12.2
VIII	I	5.7	3.8	65.9	11.4	28.4	10.4	0.2*	0.4	48.9*	14.2	50.9	20.4
	II	5.5	4.1	76.4	18.1	18.2	12.7	1.1	1.5	74.0	10.5	24.9	21.9
IX	I	2.4	2.5	12.8*	8.3	84.8	22.9	0.8	0.6	12.1*	8.4	87.1	9.8
	II	2.6	1.8	36.6	6.2	60.8	25.6	0.2	0.5	30.2	7.6	69.6	20.4
Защищенное мелководье													
V	I	34.4	10.1	62.8	14.8	2.8	3.1	28.4	9.2	56.4	20.2	15.2*	5.4
	II	40.1	12.4	53.2	16.9	6.8	4.2	26.8	3.2	34.3	14.2	38.9	8.4
VI	I	20.5*	8.1	59.1*	5.3	20.4	4.9	15.6	8.4	40.8*	5.8	43.7*	7.2
	II	4.4	3.8	79.9	6.1	15.7	3.4	10.5	5.2	29.0	6.3	60.5	3.6
VII	I	10.5	3.5	77.9	7.1	11.6	4.2	30.1	6.3	36.7	7.6	33.2	5.4
	II	9.9	2.9	78.9	5.5	11.2	3.1	10.5	5.4	29.0	9.2	60.5	9.2
VIII	I	15.6*	5.1	45.5*	3.1	38.9	8.1	2.1	1.8	22.7*	4.2	75.1	5.5
	II	6.8	4.2	66.0	7.5	27.2	12.2	0.4	0.6	40.9	5.6	58.6	8.6
IX	I	19.9*	8.1	77.3	8.5	2.9*	2.5	14.9	4.8	70.4*	15.3	14.7*	11.2
	II	3.6	4.1	84.5	14.2	11.9	3.7	1.5	2.1	49.4	8.2	49.1	9.3

Примечание. * — достоверные различия.

На участках защищенного мелководья достоверно бóльшая численность зоопланктона в зоне влияния птиц была лишь в июне, в остальное время значимых отличий не зафиксировано, наблюдалась даже тенденция сокращения численности в районе гнездовья (табл. 1). В июне, августе и сентябре зоопланктон, обитающий в районе гнездовья, достоверно отличался меньшей долей коловраток и большей долей веслоногих ракообразных в общей численности сообщества (табл. 2). На обоих биотопах среди доминирующих по численности зоопланктеров зарегистрированы науплиусы и копеподиты Cyclopoida, *Brachionus calyciflorus spinosus* Wierz., *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella quadrata*, *Platyas patulus* (Müller), *Chydorus sphaericus* и *Acroperus harpae* Baird, при этом только на фоновом участке — *Keratella cochlearis cochlearis* Carlin, *Mytilina ventralis ventralis* (Ehrenb.), *Euchlanis deflexa*, *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller), только на участке в районе гнездовья — *Asplanchna priodonta*, *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Bosmina longirostris*, *Lecane luna* (Müller). Каких либо закономерностей в изменении числа доминантов на исследованных участках не обнаружено.

Биомасса зоопланктона в районе влияния колонии цапель достоверно не отличалась от аналогичных показателей на фоновом участке (табл. 1). В мае на контрольной станции значимо больше была доля коловраток в общей биомассе зоопланктона, в июне, августе и сентябре — меньше доля веслоногих ракообразных, в июне — ветвистоусых (табл. 2). Среди доминантов отмечены nauplii и copepoditae Cyclopoida, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina* O.F. Müller, *D. galeata* G.O. Sars, *Cyclops vicinus*, *Euchlanis deflexa*, *Alona rectangula*, *Asplanchna priodonta*, *Sida crystallina* (O.F. Müller), лишь на фоновом участке — *Brachionus calyciflorus spinosus*, *Keratella quadrata*, *Eucyclops macrurus* (Sars), *Bipalpus hudsoni* Imhof, *Polyarthra dolichoptera*, только в зоне гнездовья — *Cyclops strenuus* (Fischer), *Eudiaptomus gracilis* (Sars), *Acroperus harpae*. Различий по числу доминантов между изученными биотопами не зафиксировано.

На защищенном и заселенном чайковыми участке литоральной зоны водохранилища в летние месяцы наблюдалась достоверно бóльшая биомасса зоопланктона (табл. 1). На заселенном птицами участке на протяжении всего периода исследований наблюдались значимые отличия доли таксономических групп зоопланктеров в общей биомассе сообщества: была меньше доля коловраток (июль, сентябрь), больше доля веслоногих (июнь–август) и ветвистоусых (май, июнь, сентябрь) ракообразных (табл. 2). Доминировали nauplii и copepoditae Cyclopoida, *Brachionus calyciflorus spinosus*, *Polyphemus pediculus*, *Asplanchna priodonta*, *Simocephalus vetulus*, *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Cyclops vicinus*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia galeata*, *Chydorus sphaericus*, только на фоновом участке — *Cyclops strenuus*, *Eucyclops macrurus*, *Polyarthra dolichoptera*, *Graptoleberis testudinaria* (Fischer), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller), *Euchlanis deflexa*, *Alona rectangula*, *Eurycercus lamellatus* (O.F. Müller), только в

районе гнездового участка — *Daphnia cucullata* Sars, *Sida crystallina*. Число доминирующих по биомассе видов на исследованных станциях защищенного мелководья не различалось.

В целом, на участках защищенного мелководья число видов, численность и биомасса зоопланктона были выше, чем на аналогичных участках открытого побережья.

Полученные результаты свидетельствуют, что продукты жизнедеятельности колоний гидрофильных птиц способствуют изменению показателей зоопланктона, что особенно ярко проявляется в условиях защищенного мелководья. Здесь в период гнездования и даже после покидания птицами гнездового участка достоверно возрастала биомасса зоопланктона, снижается доля коловраток в общей численности и биомассе сообщества, а также увеличивалась доля веслоногих и ветвистоусых ракообразных. На открытом участке побережья значимых изменений численности и биомассы зоопланктона не зафиксировано, но, как и в условиях защищенного мелководья, изменялось соотношение таксономических групп. Число видов зоопланктона в зоне гнездовья открытого побережья по сравнению с фоновым биотопом возрастало, на защищенном — снижалось. На обоих типах мелководий при влиянии птиц зарегистрировано снижение абсолютных величин коэффициента трофности. По числу доминирующих видов между исследованными фоновыми и находящимися под влиянием продуктов жизнедеятельности птиц участками существенных отличий не отмечалось.

Увеличение количества зоопланктона в условиях оптимального гидрологического режима при дополнительном поступлении минеральных, органических и биогенных веществ — вполне закономерная реакция, которая наблюдается и при антропогенном эвтрофировании. Но таких глубоких последствий, какие отмечаются при антропогенном воздействии, в условиях влияния птиц не зарегистрировано. Одна из основных причин — ограничение времени воздействия продуктов жизнедеятельности птиц сроками их гнездования. Однако антропогенное воздействие на водоемы уже к началу летнего сезона вызывает заметные структурные перестройки зоопланктона, при котором наблюдается увеличение доли коловраток и/или ветвистоусых ракообразных на фоне сокращения относительного обилия веслоногих ракообразных (Андроникова, 1996). В случае влияния продуктов жизнедеятельности птиц, напротив, доля Rotifera в общей численности и биомассе зоопланктона снижается, а доля Copepoda — увеличивается.

Следовательно, имеется специфический механизм влияния экскрементов птиц на гидробионтов, как это уже было отмечено и ранее (Брагинский, 1957; Евдущенко, 1959). Специфичность влияния, на наш взгляд, определяется богатым содержанием азота в продуктах жизнедеятельности птиц, и его поступление с их экскрементами и погадками может увеличивать стехиметрические соотношения содержания азота и фосфора до величин, благоприятных для развития копепод (Толмеев, 2006).

Таким образом, поступление продуктов жизнедеятельности птиц способствует возрастанию количества зоопланктона защищенного мелководья, в то время как на открытом участке влияние птиц нивелируется неблагоприятными для развития планктонных беспозвоночных гидродинамическими условиями. Независимо от изменений количества зоопланктона на открытом и защищенном побережье при воздействии птиц наблюдается увеличение доли веслоногих и ветвистоусых ракообразных и снижение доли коловраток. Основные причины специфической реакции зоопланктона — ограниченное время воздействия продуктов жизнедеятельности птиц и химический состав их экскрементов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (09-04-00080-а).

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Брагинский Л.П. Динамика прудового зоопланктона и ее изменения под влиянием удобрений. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Киев: 1957. 17 с.
- Втюрина Т.П. Изменение химического состава почвы в колониях грачей и поливидовых ночевках врановых // Врановые птицы: экология, поведение, фольклор: Сб. науч. тр. / Под ред. В.М. Константинова, Е.В. Лысенкова. Саранск: Мордов. гос. пед. ин-т., 2002. С 11–19.
- Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. Ярославль: типография политехн. ин-та, 1976. 230 с.
- Евдущенко А.В. Удобрение степных прудов Украины посредством выращивания водоплавающей птицы и развитие фитопланктона // Тр. VI-го совещания по проблемам биологии внутренних вод. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 81–85.
- Крылов А.В., Кулаков Д.В., Касьянов Н.А., Цельмович О.Л., Папченков В.Г. Зоопланктон защищенного зарастающего мелководья Рыбинского водохранилища в условиях влияния колониального поселения птиц // Биология внутр. вод. 2009. № 2. С. 56–61.
- Кулакова Н.Ю. Роль зоогенного фактора в формировании потоков азота в ландшафтах северного Прикаспия (на примере Джаныбекского стационара) // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Мат. 2-й Междунар. конф. / Саратовский государственный университет. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. С. 184–188.

- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Мяэметс А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.
- Толмеев А.П. Концепция «экологической стехиометрии» в водных экосистемах: литературный обзор // Сибирский экол. журн. 2006. № 1. С. 13–19.
- Hahn S., Bauer S., Klaassen M. Estimating the contribution of carnivorous waterbirds to nutrient loading in freshwater habitats // *Freshwater Biology*. 2007. V. 52. P. 2421–2433.
- Hahn S., Bauer S., Klaassen M. Quantification of allochthonous nutrient input into freshwater bodies by herbivorous waterbirds // *Freshwater Biology*. 2008. V. 53. P. 181–193.
- Kameda K., Koba K., Hobara S., Osono T., Terai M. Pattern of natural ¹⁵N abundance in lakeside forest ecosystem affected by cormorant-derived nitrogen / *Limnology and Aquatic Birds. Proceedings of the Fourth Conference Working Group on Aquatic Birds of Societas. Internationalis Limnologiae (SIL)*, Sackville, New Brunswick, Canada, August 3–7, 2003 // *Hydrobiologia*. 2006. P. 69–86.
- Longcore J.R., Mc Auley D.G., Pendelton G.W., Bennatti C.R., Mingo T.M., Stromborg K.L. Macroinvertebrate abundance, water chemistry, and wetland characteristics affect use of wetlands by avian species in Maine / *Limnology and Aquatic Birds. Proceedings of the Fourth Conference Working Group on Aquatic Birds of Societas. Internationalis Limnologiae (SIL)*, Sackville, New Brunswick, Canada, August 3–7, 2003 // *Hydrobiologia*. 2006. P. 143–167.

ДЕЭВТРОФИРОВАНИЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА: СВИДЕТЕЛЬСТВО СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ МЕЙОБЕНТОСА

Е.А. Курашов, Д.С. Дудакова

*Учреждение Российской академии наук Институт озероведения РАН
ул. Севастьянова 9, 196105, г. Санкт-Петербург, Россия, evgeny_kurashov@mail.ru*

Введение

Характер изменения экосистемы крупнейшего в Европе озера Ладожского в последней трети 20-го и начале 21-го веков носит сложный характер. В 1970-х и 80-х гг. интенсивно развивалось антропогенное эвтрофирование озера (Антропогенное эвтрофирование..., 1982; Ладожское озеро..., 1992). Закономерным завершением этого процесса стала трансформация всей озерной экосистемы в более эвтрофное состояние (достижение мезотрофного статуса) только к концу 20-го века и дестабилизация функционирования экосистемы (Петрова и др., 2005), что было зафиксировано и по изменению мейобентоса открытой зоны Ладожского озера (Курашов, 2002).

Было показано, что изменение сообществ мейобентоса в открытой зоне озера (а именно формирование скоплений диапаузирующих циклопов) указывает на изменение всей озерной среды в сторону более эвтрофного состояния, поскольку мейобентос отражает происходящие изменения значимые не только для донных сообществ, но также и для планктона. Это важное свойство делает мейобентос уникальным индикатором трансформирования экологического состояния больших озер умеренной климатической зоны (Курашов, 1997, 2000, 2002).

То, что в целом озеро приобрело черты мезотрофного, а по отдельным характеристикам и эвтрофного водоема, подтверждалось сравнительным анализом других лимнологических параметров (гидрохимических и гидробиологических) за период 1990–1997 гг., когда скопления диапаузирующих циклопов еще не развивались в озере, и период 1998–2004 гг., когда эти скопления стали явно выражены (Курашов и др., 2004).

Проведенные в последние годы исследования всех сообществ открытой зоны Ладожского озера не выявили никаких дальнейших тенденций ухудшения качества озерной среды. Более того, полученные данные говорят о стабильном состоянии озера и, даже, о возможном улучшении качества вод. В частности, исследования фитопланктона показали, что на основных глубоководных станциях в структуре водорослевых сообществ нельзя выявить четко выраженного преобладания тех или иных видов. Количественные показатели развития водорослей соответствовали олиготрофному типу вод хорошего качества. Среднесезонные величины биомассы и концентрации хлорофилла-а для мелководных участков находились в пределах 0.5–1.3 г м⁻³ и 1.9–2.8 мг м⁻³ соответственно, а для глубоководных – 0.6–0.7 г м⁻³ и 1.7–1.8 мг м⁻³ (Разработка сценариев ..., 2009). Согласно существующей классификации трофии вод по продуктивности фитопланктона, воды мелководий в целом можно отнести к слабо мезотрофному, а воды глубоководного района – к олиготрофному типу (OECD, 1982). Потенциально вредные синезеленые водоросли массового развития не имели даже летом, т.е. качество вод озера, оцениваемое по состоянию фитопланктона, весьма хорошее. Сходные тенденции отмечаются для зоо- и бактериопланктона (Разработка сценариев ..., 2009). Все это говорит о том, что, вероятно, наблюдается деэвтрофирование озерной экосистемы и формируется специфическое пост-мезотрофное состояние озера.

Многолетний постоянный мониторинг структуры и количественного развития мейобентоса позволяет выявить тенденции трансформации экосистемы озера, как в отдельных его районах, так и в целом (Курашов, 2005). В связи с этим задача настоящей работы – показать те изменения, которые произошли в мейобентосе озера в последние годы, и которые, возможно, являются свидетельством протекающего в настоящее время деэтрофирования Ладожского озера.

Материал и методы исследования

В данной работе представлены результаты исследования мейобентоса, полученные на стандартных глубоководных мониторинговых станциях продольного разреза (табл. 1) через все озеро в августе 2007–2009 гг. Наблюдения на станциях данного стандартного разреза ведутся много лет начиная с 80-х гг. прошлого века, и по полученным на них данным с достаточным основанием можно судить в целом о состоянии всего озера и отдельных его лимнологических зон. Отбор и обработка проб мейобентоса проводились по стандартным методикам (Курашов, 2007). Полученные результаты 2007–2009 гг. сравнивали с таковыми для этих же станций за предыдущие годы исследования. Учитывались данные только для августа–сентября, когда в Ладожском озере планктонные циклопы р. *Cyclops* способны уходить в диапаузу.

Результаты исследования и обсуждение

Проводившиеся с начала 80-х гг. XX-го века исследования мейобентоса Ладожского озера застали время, когда большие площади озера содержали еще ненарушенные сообщества донной мейофауны. Изменения мейобентоса под влиянием антропогенного фактора наблюдались в отдельных губах на юге Ладоге и некоторых заливах в северной шхерной зоне озера (Курашов, 1994).

Состав мейобентоса и его количественное развитие на станциях в открытых районах озера в годы исследований до середины 90-х гг. не отличались в пределах незначительных межгодовых различий. Повышение количественных показателей мейобентоса в период 1991–1994 гг. по сравнению с состоянием, наблюдавшимся до 1986 г., указывало на определенную тенденцию, но было статистически не достоверно (Курашов, 2002). При этом увеличение количественных показателей мейобентоса в открытой зоне Ладожского озера не сопровождалось изменением его видовой и трофической структур.

В результате подробных исследований (Курашов, 1997) было показано, что в «норме» (олиготрофный период состояния экосистемы) для Ладожского озера совершенно не характерно образование в донных биотопах профундали скоплений диапаузирующих копеподитов планктонных циклопов. Рисунок 1 демонстрирует типичную структуру сообщества мейобентоса на станциях в центральной и глубоководной зонах озера на глубинах 60, 65 м (ст. 82 и ст. 55) и 190 м (ст. 105).

В профундальных биотопах, подверженных антропогенному воздействию, диапаузирующие циклопы становятся доминирующим компонентом донной мейофауны (30–98% суммарных численности и биомассы мейобентоса). Такие заметные изменения мейобентоса наблюдались до середины 90-х годов на участках акватории непосредственно примыкающих к источникам загрязнения (заливы и шхеры), но не отмечались в открытых районах Ладоги (Курашов, 2002).

Особенностью результатов исследований последних лет 20-го столетия и начала 21-го века (1998–2004 гг.) является то, что в пробах из центральной зоны Ладоги (глубины от 50 до 220 м) стали обнаруживаться большие количества диапаузирующих циклопов преимущественно р. *Cyclops*, чего в более ранние годы на этих станциях не отмечалось. В наиболее глубокой зоне озера (150–220 м) такие скопления диапаузирующих циклопов стали обнаруживаться начиная с 1999 г.

Исследования 2001–2004 гг. подтвердили стабильность произошедших изменений в структуре мейобентоса Ладоги. В качестве примера на рис. 2 представлена структура изменившегося сообщества на 3 самых глубоких станциях продольного разреза в центральной зоне озера в 2003 г. В таблице 1 приведены количественные показатели развития сообщества для отдельных лет в разные периоды, маркируемые структурой сообщества мейобентоса («олиготрофный» до 1998, мезотрофный с чертами эвтрофии (1998–2004), период деэтрофирования или пост-мезотрофный (с 2007 г.)).

Следует обратить внимание еще на одно существенное изменение, касающееся количественного развития мейобентоса в биотопах открытой Ладоги. В самой глубоководной части Ладоги (180–220 м) биомасса мейобентоса никогда не превышала 100–150 мг м⁻². Однако, в 1999 г. на глубине 220 м была зафиксирована общая биомасса 684 мг м⁻², а к 2003 г. биомасса достигла почти 3 г м⁻² при численности свыше 50 тыс. экз. м⁻² (табл. 1). Значительное увеличение количественных показателей мейобентоса было отмечено и на других станциях центральной части озера, особенно на ст. 55, где средняя биомасса составила 5.5 г м⁻².

Примечательно, что наблюдавшиеся изменения в бентали озера, отражающие общую трансформацию экосистемы озера в сторону более высокого трофического статуса, проявились по прошествии примерно двух условных водообменов с середины 70-х гг. прошлого века, когда начал интенсивно развиваться процесс антропогенного эвтрофирования Ладожского озера, и который привел к состоянию рез-

кой дестабилизации функционирования экосистемы во второй половине 90-х гг. 20-го века (Петрова и др., 2005). Это является свидетельством сложности проявления последствий антропогенного воздействия и эвтрофирования в таком огромном водоеме как Ладога.

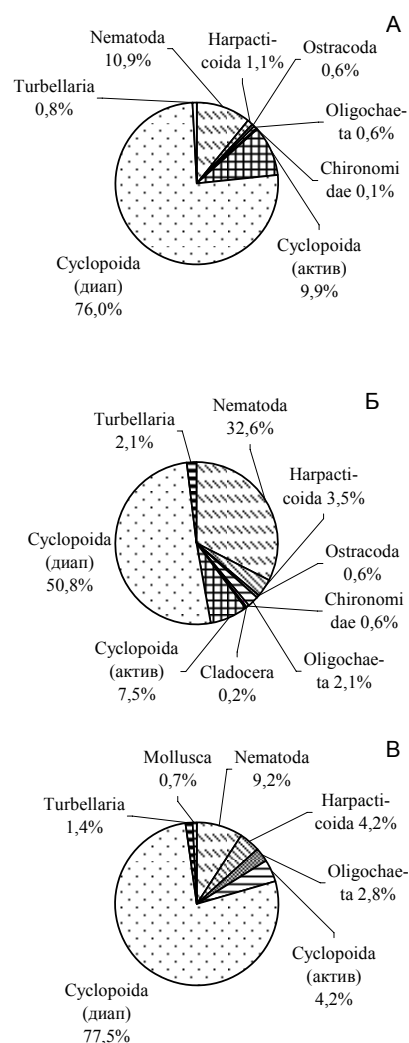
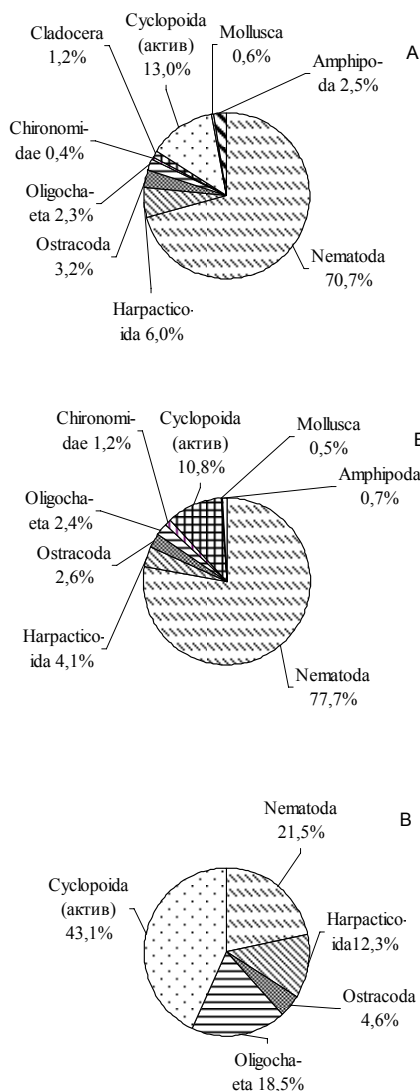


Рис. 1. Структура сообщества мейобентоса по численности на ст. 55 (А), ст. 82 (Б) и ст. 105 (В) в Ладожском озере (1983 г.).

Рис. 2. Структура сообщества мейобентоса по численности на ст. 55 (А), ст. 82 (Б) и ст. 105 (В) в Ладожском озере (2003 г.).

Таблица 1. Средние численность (тыс. экз. м⁻², над чертой) и биомасса (г м⁻², под чертой) мейобентоса на станциях в центральной и глубоководной зонах Ладожского озера.

Станция/координаты	Глубина, м	1983	2003	2007	2008	2009
55 / (60°47.2' с.ш.; 31°32.1' в.д.)	65	<u>39.3</u>	<u>424.0</u>	<u>15.2</u>	<u>5.2</u>	<u>24.8</u>
		1.06	5.54	0.19	0.03	0.36
82 / (60°59.0' с.ш.; 31°10.3' в.д.)	60	<u>13.9</u>	<u>128.5</u>	<u>13.2</u>	<u>11.2</u>	<u>8.4</u>
		0.19	2.63	0.20	0.16	0.54
105 / (61°21.4' с.ш.; 30°44.7' в.д.)	190	<u>2.1</u>	<u>56.8</u>	<u>8.8</u>	*	<u>2.4</u>
		0.11	2.88	0.22		0.16

Примечание. * – не удалось отобрать пробы по погодным условиям.

Наблюдавшаяся картина позволяет предположить, что в Ладожском озере повторился сценарий изменения экосистемы оз. Констанц (другого глубокого большого озера), где повсеместное распространение мейобентосных видов-индикаторов эвтрофных условий (*Canthocamptus staphylinus* (Jurine), *Cypria ophthalmica* (Jurine)) и большие количества диапаузирующих циклопов отражают длительную историю сильного эвтрофирования оз. Констанц. В то же самое время, другие виды Harpacticoida и Ostracoda, предпочитающие олиготрофные условия и доминировавшие, очевидно, ранее, также обитают в профундальной зоне этого озера (Курашов, 2004). Это же стало характерно и для Ладожского озера в период 1998–2004 гг.

Таким образом, в огромном Ладожском озере в конце 1990-х гг. и начале XXI-го века, шли разнонаправленные процессы. В целом озеро достигло мезотрофного статуса и приобрело отдельные черты эвтрофного водоема. В то же время, в более динамичной южной части озера в результате снижения антропогенной нагрузки наблюдались определенные и устойчивые признаки улучшения озерной среды (снизились количественные показатели, появились не встречавшиеся ранее виды-индикаторы олиготрофных условий), т.е. протекал процесс олиготрофирования (Курашов и др., 2004).

Продолжавшиеся исследования мейобентоса показали, что начиная с 2007 г. наблюдается снижение количественных показателей развития мейобентоса и резкое сокращение или полное исчезновение скоплений диапаузирующих циклопов в открытых районах Ладожского озера (табл. 1, рис. 3). Структура сообщества (рис. 3) стала близка к той, которая наблюдалась до 90-х гг., т.е. до периода резкой дестабилизации экосистемы озера.

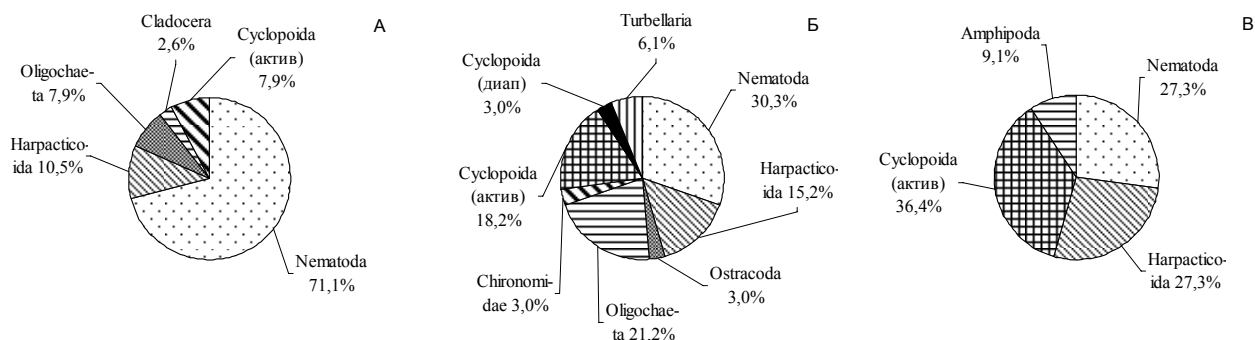


Рис. 3. Структура сообщества мейобентоса по численности на ст. 55 (А), ст. 82 (Б) и ст. 105 (В) в Ладожском озере (2007 г.).

Возникает вопрос, почему в определенный период развития экосистемы Ладожского озера, характеризующийся дестабилизацией озерных процессов (Петрова и др., 2005), стали образовываться скопления диапаузирующих циклопов, т.е. уход копепоидов планктонных циклопов в донную диапаузу от неблагоприятных условий? Очевидно, ответ следует искать в закономерностях трансформации озерного растворенного органического вещества (РОВ), прежде всего гуминового вещества. Высказана вполне обоснованная гипотеза (Петрова и др., 2005) о том, что сформировавшаяся к концу 20-го века специфическая активность биоты способствовала, при дефиците доступных форм фосфора в воде, пополнению запаса фосфора, доступного для фито- и бактериопланктона, разрушая частично консервативную, высокомолекулярную фракцию РОВ.

В процессе трансформации гуминового комплекса в озере происходит разрыв химических связей с образованием гуминового вещества с меньшей молекулярной массой и низкомолекулярных соединений (Петрова и др., 2005). В низкомолекулярную фракцию переходит часть биогенных элементов и металлов. Образовавшиеся низкомолекулярные соединения в ходе дальнейшей трансформации в толще озерной воды могут подвергаться биокаталитическому окислению. Можно предположить, что в ходе биокаталитического окисления высвобождающиеся ионы металлов могут приводить к своеобразной внутренней интоксикации водной толщи озера, на что и прореагировали планктонные циклопы, перестроив свой жизненный цикл в вариант, когда он протекает с уходом копепоидов в донную диапаузу (в основном на IV-й стадии) для избегания токсического воздействия при трансформации РОВ.

Прекращение образования скоплений диапаузирующих циклопов и снижение количественных показателей мейобентоса может свидетельствовать о переходе экосистемы озера в более благоприятное состояние, отражать стабилизацию протекания озерных процессов и уменьшение/прекращение разрушения основного пула РОВ, прежде всего гуминового комплекса. По-видимому, в настоящее время в ходе деэвтрофирования экосистемы на первый план в качестве регуляторов функционирования экосистемы (в частности, высвобождения и потребления фосфора) выходят внутриводоемные процессы, не связанные с интенсивным разрушением гуминового вещества.

Таким образом, настоящий пост-мезотрофный период развития Ладожского озера характеризуется тем, что эволюция экосистемы приобрела «гистерезисный» характер (Поздняков и др., 2009), а возвращение экосистемы в менее трофное состояние сопровождается формированием новых специфических черт и характеристик основных сообществ водоема, что определяет совершенно новый этап в развитии Ладожского озера.

Список литературы

- Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. Петрова Н.А. (ред.). Л.: Наука, 1982. 304 с.
Курашов Е.А. Мейобентос как компонент озерной экосистемы. СПб.: «Алга-Фонд», 1994, 224 с.

- Курашов Е.А. Мейобентос озерных экосистем: экология и реакция на антропогенные воздействия. Автореф. дисс. ... доктора биологических наук. СПб. 1997. 52 с.
- Курашов Е.А. Результаты исследования мейобентоса больших озер. Значение мейобентоса для мониторинга // Ладожское озеро. Мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. С.223–230.
- Курашов Е.А. Мейобентос профундали и закономерности его изменения // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. С.211–224.
- Курашов Е. А. Мейобентос озера Констанц: структура сообщества, выделение групп сходных биотопов и оценка последствий эвтрофирования // Биология внутр. вод. 2004. № 4. С. 69–78.
- Курашов Е. А. Мейобентос как индикатор трансформации экосистемы Ладожского озера // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. IV (XXVII) Международная конференция (5–10 декабря 2005 г. Вологда, Россия). Сб. мат. Ч. 1. Вологда, 2005. С. 235–237.
- Курашов Е.А. Методы и подходы для количественного изучения пресноводного мейобентоса // Актуальные вопросы изучения микро-, мейозообентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов. Тематические лекции и материалы I Международной школы-конференции, Россия, Борок, 2–7 октября 2007 г. Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2007. С. 5–35
- Курашов Е.А., Авинский В.А., Летанская Г.И., Капустина Л.Л., Барбашова М.А. Современное состояние экосистемы Ладожского озера // VI Всероссийский гидрологический съезд, 28 сентября – 1 октября 2004 г., Санкт-Петербург. Тезисы докладов. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. С. 206–207
- Ладожское озеро – критерии состояния экосистемы. СПб.: Наука, 1992. 328 с.
- Петрова Н.А., Иофина И.В., Капустина Л.Л., Кулиш Т.П., Петрова Т.Н., Расплетина Г.Ф. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера (Этапы трансформации экосистемы, 1975–2004) // Экологическая химия. 2005. Т. 14. С. 209–234.
- Поздняков Д.В., Коросов А.А., Петрова Н.А., Петтерссон Л.Х., Грассл Х. Исследование «гистерезисного» характера возвращения Ладожского озера из мезотрофного состояния // Исследование Земли из космоса. 2009. № 1. С. 45–59
- Разработка сценариев развития экосистемы Ладожского озера и качества его воды на перспективу до 2100 года : Отчет ИНОЗ РАН. СПб., 2009. Т. 2. 120 с.
- OECD. Eutrophication of Waters // Monitoring, assessment and control OECD. Paris, 1982. 154 p.

РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО *HETEROCOPE SALIENS*, В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С РАСТЕНИЯМИ

С.А. Курбатова, И.Ю. Ершов

УРАН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина,
152742, п. Борок, Ярославская обл., kurb@ibiw.yaroslavl.ru

В водоемах среди растений формируется своеобразный «микроклимат» для водных беспозвоночных. Гидрохимические и гидробиологические характеристики среды отличаются от таковых на открытых участках. Особенности развития зоопланктона среди водных растений очень сложно проследить в естественных водоемах, в условиях действия огромного множества других факторов. Использование экспериментальных экосистем дает такую возможность.

Цель работы – установить различия в видовом составе и численности зоопланктонного сообщества, а также в динамике численности популяции хищного вида *Heterocope saliens* Lilljeborg в присутствии различных видов водных растений, относящихся к разным экологическим группам.

Экспериментальные экосистемы создавали в пластиковых лотках объемом 300 л, которые размещали в открытом бетонном бассейне, заполненном водой. В лотки заливали отфильтрованную через газ № 76 речную воду. Зоопланктон предварительно отлавливали из прудов и концентрировали в одной емкости, из которой в последующем примерно в равном количестве заселяли в каждый лоток. Через неделю в экспериментальные экосистемы поместили водные растения. Для опыта использовали погруженные растения – роголистник *Ceratophyllum demersum* L. и элодею *Elodea canadensis* (Mich.) (по 1000 г сырой массы на лоток) и плавающий на поверхности воды – водокрас *Hydrocharis morsus-ranae* L. (по 250 розеток, ~ 400 г на лоток). Каждый вариант эксперимента выполняли в трех повторностях, включая контроль, в котором растения отсутствовали. Наблюдения вели в течение двух месяцев с 2.07.2008 по 2.09.2008 г. Пробы зоопланктона отбирали еженедельно пробоотборником на 0.5 л в шести точках лотка, фиксировали в 4%-м формалине и обрабатывали общепринятыми гидробиологическими методами (Методические..., 1982).

Для экспериментальных экосистем без растений (контрольных) была характерна низкая общая численность зоопланктона. Численность и биомасса *Heterocope saliens* постепенно снижались в течение шести недель (в среднем с 6 до 1 экз./л и с 1.5 до 0.2 мг/л). После этого срока общая численность зоо-

планктона начала возрастать. В период доминирования *H. saliens* (2.07–12.08), когда биомасса этого рачка составляла 60–100% общей биомассы зоопланктона, средняя численность была 13 экз./л, затем она увеличилась до 108 экз./л. Это происходило, в основном, за счет мелкоразмерных планктеров, поэтому значительного увеличения биомассы не отмечали. В сообществе возросло количество науплиусов Copepoda, хидорид *Alona rectangula* Sars и *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller). Крупноразмерные Cladocera развития не получили. Среди коловраток более многочисленной была *Lecane luna* Müller.

Во всех экосистемах с растениями зоопланктон был разнообразнее, чем в контроле (таблица).

Таблица. Количество видов зоопланктона, отмеченных в различных вариантах эксперимента

	Copepoda	Cladocera	Rotifera	Общее
Контроль	5	5	7	17
Водокрас	7	5	10	22
Элодея	8	9	5	22
Роголистник	7	8	10	25

В экосистемах с водокрасом низкая численность (в среднем 23 экз./л) оставалась на протяжении всего опыта. Динамика численности *Heterocope saliens* была сходной с контрольной. Но в отличие от контроля, после исчезновения *H. saliens*, общая численность зоопланктона оставалась невысокой до конца опыта. Биомасса зоопланктона, по мере уменьшения численности *H. saliens*, постепенно снижалась с 4 мг/л до 0.1 мг/л. В сообществе после *H. saliens* доминировали ювенильные Copepoda (науплиусы и копеподиты). С меньшей численностью развивались хидориды. В основном, как в контроле, *Alona rectangula* и в меньшей степени *Chydorus sphaericus*. В отличие от контроля, в экосистемах с водокрасом в пробах постоянно присутствовал *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller) (со средней за опыт численностью 1 экз./л). Отмечали более высокую численность коловраток (в среднем за опыт 2 экз./л, против 0.7 экз./л в контроле). Наибольшего развития получили *Lecane luna*, *L.(M.) lunaris* (Ehrenberg), *Mytilina mucronata* (Müller), *M. ventralis* (Ehrenberg), *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Testudinella patina* Hermann, *Trichotria poccillum* (Müller).

В экосистемах с погруженными растениями роголистником и элодеей зоопланктон развивался обильнее, чем с плавающим водокрасом или в лотках без растений. С роголистником средняя за опыт численность составила 134 экз./л, биомасса 0.9 экз./л. С элодеей средняя численность была 114 экз./л, биомасса 1.3 экз./л. Таким образом, в среднем за весь период наблюдений общая численность зоопланктона в лотках с роголистником превышала контрольную в 2.6 раз, а биомасса в 1.5 раза, с элодеей численность была больше в 2.2 раза, биомасса в 2.1 раза. Количество *Heterocope saliens* уменьшалось быстрее: в течение 4-х недель с роголистником и в течение двух недель с элодеей.

В присутствии роголистника, после исчезновения *Heterocope saliens* из планктона, в сообществе отмечались Copepoda обычные для литорали и зарослей водных растений: *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *E. macruroides* (Lilljeborg), *Megacyclops viridis* (Jurine), а также обычный компонент прудового планктона *Mesocyclops leuckarti* (Claus). Численность Cladocera была выше контрольной весь период наблюдений и составила в среднем 17 экз./л. С большей, чем с водокрасом, численностью в пробах присутствовал *Simocephalus vetulus* (в среднем 4 экз./л) и рачки сем. Chydoridae (в среднем 12 экз./л). В отличие от предыдущих вариантов наиболее многочисленными были со 2-ой по 7-ю недели опыта *Graptoleberis testudinaria* (Fischer), достигая в этот период 7 экз./л, и с 5-ой по 10-ю недели – *Chydorus sphaericus* (в среднем 11 экз./л). К концу опыта отмечали появление единичных особей *Daphnia longispina* O.F. Müller. Численность и биомасса коловраток были выше контрольных первые 7 недель опыта. Наиболее массовыми были *Lecane (M.) arcuata* (Bryce), *Mytilina ventralis*, *Testudinella patina*.

Особенность зоопланктона в экосистемах с элодеей было наибольшее, в сравнении с другими вариантами опыта, развитие крупноразмерных Cladocera – *Simocephalus vetulus*, достигающего максимальной численности 22.07 (16 экз./л) и *Daphnia longispina*, наиболее обильная в конце августа (19.08) – начале сентября (2.09) (17 экз./л). С середины августа возрастало количество *Chydorus sphaericus*. В период с 12.08 по 2.09 средняя численность этого рачка была 22 экз./л. После быстрого снижения численности *Heterocope saliens*, среди Copepoda массовое развитие получили те же, что и в лотках с роголистником виды. Коловратки в присутствии элодеи были немногочисленными. Их количественные характеристики были ниже контрольных.

Проведенный эксперимент показал, что хищная калянида *Heterocope saliens* нуждается в открытых пространствах для полноценного питания. В лотках без растений и с плавающим водокрасом *H. saliens* существовала в планктоне длительное время пока, по-видимому, не истощилась кормовая база. В экспериментальных экосистемах с погруженными растениями этот рачок не имел возможности перемещаться эффективно для отлова жертв, что приводило к быстрой его гибели. Большая численность *Daphnia long-*

ispina среди элодеи свидетельствует о том, что дафния находит благоприятные условия для своего развития в этих зарослях и может укрыться в них от эупланктонных беспозвоночных хищников.

Своеобразие видового состава зоопланктона, изначально содержащего хищника, можно отметить как для разных видов водных растений, так и для разных экологических групп (погруженные и плавающие на поверхности воды).

Список литературы

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 33 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗООПЛАНКТОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.И. Лазарева

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия, laz@ibiw.yaroslavl.ru

Характер многолетней изменчивости сообществ традиционно обсуждают в связи с сукцессией экосистемы, в водных экосистемах – в связи с эвтрофированием. Долговременные изменения параметров сообществ не всегда носят направленный характер, часто наблюдаются квази-периодические колебания большой амплитуды, которые не могут быть объяснены сукцессией и которые обычно связывают с динамикой региональных климатических характеристик. В настоящей статье проанализированы разно-масштабные отклики зоопланктона на изменения в окружающей среде в течение полувеккового периода существования Рыбинского водохранилища. Материалом послужили архивные (1956–1995 гг.) и собственные (1997–2009 гг.) регулярные (май–октябрь) сборы зоопланктона в центральной части водохранилища. Схема расположения станций и методика отбора и лабораторной обработки проб приведены в работах (Лазарева и др., 2001; Лазарева, 2010). Расчеты суточной продукции и ее оценки за сезон (180 сут) выполнены на основании биомассы трофических групп метазоопланктона и среднесезонных значений удельной скорости продукции (суточных P/B -коэффициентов), схема расчетов и значения использованных коэффициентов даны в (Копылов и др., 2008, 2010). Потребление (G) различных видов пищи рассчитывали как сумму частных рационов, которые определяли пропорционально биомассе пищевых объектов в водоеме с учетом избирательности питания и доступности основных трофических ресурсов (Копылов и др., 2008, 2010). Пищевые взаимоотношения между трофическими группами планктонных организмов анализировали по литературным данным (Монаков, 1998; Казанцева, 2003; Копылов и др., 2008).

В пелагиали водохранилища с середины 1950-х до начала 1990-х гг. наблюдалось увеличение биомассы зоопланктона ($B_{\text{общ}}$) при почти неизменной численности, вызванное ростом обилия большинства видов ракообразных. Максимум зоопланктона отмечен в 1980-х гг., с 1992 г. отмечено снижение биомассы и продукции (табл. 1).

Таблица 1. Изменение биомассы и продукции зоопланктона в Рыбинском водохранилище в 1956–2009 гг. (6 «стандартных» станций)

Период, годы	Продукция		Биомасса, г/м ³		
	VII–VIII, мг/м ³ сут	V–X (180 сут), г/м ³	VI	VIII	Среднее V–X
1956–1969	–	14±3**	0.5–1.7	<1	0.4±0.03
1970–1980	77±12*	13±2*	0.8–2.8	0.4–1.8	0.7±0.05
1981–1990	252±36*	42±6*	2.0–4.6	0.9–2.1	1.6±0.11
1991–2000	152±14	27±2	1.4–2.7	0.5–1.3	1.1±0.06
2001–2006	365±100*	–	0.5–2.7	0.5–1.3	1.1±0.05***
2007–2009	82±5*	–	0.2–1.0	0.4–1.6	0.47±0.06

Примечание. * – данные за отдельные годы: 1977, 1988, 2005 и 2007 гг., ** – данные приведены (по: Владимирова, 1974), *** – наш расчет по материалам Е.А. Соколовой, прочерк – отсутствие данных.

В период 2001–2009 гг. в 2–3 раза уменьшилась летняя (июнь–август) численность всех групп зоопланктона, биомасса сообщества приблизилась к таковой в 1960–1970-е гг.

Сукцессия зоопланктона водохранилища происходила на фоне квазипериодических флуктуаций его параметров. Период колебаний видового богатства составил 6–7 лет, характеристик видового разнообразия, трофического коэффициента E и численности ~ 10 лет, средней массы зоопланктеров и биомассы сообщества ~ 20 лет (Лазарева, 1997, 2010; Лазарева и др., 2001). Каждые 10–20 лет наблюдали обратимые смены доминантов и субдоминантов. Более 60% вариаций биомассы зоопланктона были связаны с колебаниями количества фитопланктона и до 20% – с изменением объема речного стока, коэффициента водообмена и температуры воды водохранилища (Лазарева, 2010).

Наряду с флуктуациями отмечены направленные изменения характеристик зоопланктона. В 2007–2009 гг. средневегетационная численность коловраток оказалась очень низкой 25 ± 4 тыс. экз./м³, к примеру в 1956–1969 гг. она составляла 77–79 тыс. экз./м³. В те же сроки обилие копепоид возросло с $19–20$ до 24 ± 3 тыс. экз./м³, индексы N_{cr}/N_{tot} и B_z/B_{ph} увеличились с 0.4 до 1.1–3.1 и с 0.34 до 0.41–0.74 соответственно. Изменение состава доминантов преимущественно вызвано ростом численности и доли в планктоне дафний (*Daphnia galeata* Sars), калянид *Eudiaptomus gracilis* Sars и *E. graciloides* Lill. и снижением этих показателей для *Chydorus sphaericus* Müller. и коловраток рода *Conochilus* (Лазарева и др., 2001; Лазарева, 2010). Отмечены смены доминантов среди коловраток, например: *Polyarthra vulgaris* Carlin на *P. major* Bruck. На рубеже веков также заметно изменилась численность ряда других видов (табл. 2), зарегистрировано распространение по акватории и рост численности новых для водоема видов зоопланктона *Diaphanosoma orghidani* Negrea и *Asplanchna henrietta* Langhaus (Лазарева, 2008).

Таблица 2. Изменение встречаемости (В,%) и максимальной численности (N_{max} , тыс. экз./м³) в июле–августе некоторых видов зоопланктона в Рыбинском водохранилище в 1997–2007 гг.

Вид	1997–1998 гг. (n = 39)		2005–2007 гг. (n = 40)	
	В	N_{max}	В	N_{max}
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievins)	62	18.0–41.0	73	10.6–13.5
<i>Diaphanosoma orghidani</i> Negrea	0	0	25	0.8–1.1
<i>Limnospira frontosa</i> Sars	95	0.3–1.4	88	12.3–21.3
<i>Bosmina crassicornis</i> (P.E. Müller)	87	0.9–4.7	90	13.5–14.5
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	74	0.02–0.2	93	0.3–0.7
<i>Leptodora kindtii</i> Focke	79	0.5–1.4	98	0.3–1.8
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	38	1.1–3.5	40	1.1–80.4
<i>Asplanchna herricki</i> Guerne	23	0.1–1.1	33	0.1–0.4
<i>Asplanchna henrietta</i> Langhaus	0	0	13	4.4–5.4
<i>Synchaeta tremula</i> (O.F. Müller)	0	0	30	0.4–3.8
<i>Polyarthra major</i> Bruckhardt	49	40.0–56.0	100	16.9–37.8
<i>Polyarthra luminosa</i> Kutikova	3	единично	40	1.0–4.4
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin)	28	40.0–122.0	8	0.4–0.5

Примечание. Встречаемость рассчитана как отношение количества находок вида к числу обследованных биотопов (станций); здесь и далее: n – количество наблюдений (проб).

Следует отметить очень большое количество велигеров дрейссен в пелагиали водохранилища, которое, вероятно, отражает высокую плотность материнских поселений моллюсков. В 2007–2009 гг. средневегетационная численность велигеров в Главном плесе водохранилища достигала 11 тыс. экз./м³, летом они образовывали > 80% суммарной численности фильтраторов (зоопланктон + велигеры). Наибольшее количество велигеров отмечали в июле (до 190–210 тыс. экз./м³), в Главном плесе их средняя численность составляла 36 ± 10 тыс. экз./м³, в речных плесах – примерно вдвое больше (63 ± 15 тыс. экз./м³). Это сравнимо с обилием копепоид и коловраток.

В новом веке заметные изменения зарегистрированы в сезонном цикле развития сообщества водохранилища. С 1956 г. до конца 1990-х гг. почти ежегодно наблюдались три летних максимума $B_{общ}$ зоопланктона (табл. 3), чаще всего (15% лет наблюдений) отсутствовал августовский пик.

До конца 1960-х гг. высокие значения (> 1 г/м³) $B_{общ}$ зоопланктона обычно отмечали в первой–второй декадах июля, в целом они составляли 16–19% летних проб. В 1970-х гг. встречаемость «пиковых» $B_{общ}$ возросла до 38% проб, а максимум $B_{общ}$ сместился на вторую половину июня. В 1980-х гг. высокую $B_{общ}$ зоопланктона наблюдали почти в 70% летних проб, июньский пик был наибольшим по всем показателям, в Волжском плесе во второй декаде июня 1981, 1984 и 1988 гг. $B_{общ}$ превышала 9 г/м³. В 1990-х гг. встречаемость «пиковых» значений $B_{общ}$ зоопланктона снизилась до 57% летних проб, по-прежнему чаще регистрировали июньский пик, нередко высокую $B_{общ}$ отмечали в июле.

В современный период (2007–2009 гг.) в пелагиали Главного плеса водохранилища с мая по октябрь отмечена преимущественно очень низкая (< 1 г/м³) $B_{общ}$ зоопланктона. Значения $B_{общ}$ > 1 г/м³ регистрировали в 18–20% летних проб, что близко к наблюдавшемуся в 1950–1960-х гг. Пик развития сообщества наиболее часто регистрировали в августе, в это время $B_{общ}$ на отдельных станциях достигала 1.1–3.2 г/м³. Это намного ниже «пиковых» $B_{общ}$ зоопланктона во все предыдущие годы (табл. 3).

Осенний пик $B_{общ}$ (до 4.1 г/м³) зоопланктона чаще всего (30–35% проб) регистрировали во второй декаде октября в 1980–1990-х гг. (табл. 3), обычно он составлял около 40% летнего. В 1960-х гг. и с 2005 г. осенняя биомасса была < 1 г/м³. В октябре 2006–2007 гг. не только в центре водохранилища, но и в ранее богатых планктоном участках водохранилища, наблюдали очень низкую (< 0.5 г/м³) $B_{общ}$ зоопланктона. Для сравнения, в 1952–1953 гг. средняя $B_{общ}$ в это время составляла 1.0–1.1 г/м³, а максимальная достигала 2.6 г/м³ (Мордухай-Болтовская, 1956; Воронина, 1959).

В 1990–1995 гг. на пике эвтрофирования экосистемы продуктивность метазоопланктона (P_{mz}) водохранилища была вдвое выше, чем в 1950–1970-е гг. и близка к наблюдаемой в водных экосистемах эвтрофного типа. Уровень продуктивности сообщества Рыбинского водохранилища (27 г/м^3 за сезон) сопоставим с таковым (25 г/м^3) в Горьковском водохранилище в 1970-х гг. (Пидгайко, 1978) и в 1.4 раза выше отмеченного (19 г/м^3) для Куйбышевского водохранилища в середине 1980-х гг. (Тимохина, 2000). Средняя за сезон суточная продукция метазоопланктона в Главном плесе Рыбинского водохранилища (792 мг/м^2 или 0.40 ккал/м^2) близка к таковой в таких высокопродуктивных озерах, как Неро (0.35 ккал/м^2) (Копылов и др., 2008), Борисовское ($0.22\text{--}0.39 \text{ ккал/м}^2$) и Бисерово (0.37 ккал/м^2) (Андроникова, 1996). Продуктивность сообщества Волжского плеса (686 мг/м^2 или 0.34 ккал/м^2 сут) немного ниже по сравнению с центральной частью водохранилища, однако тоже соответствует уровню эвтрофных водоемов. Основную часть P_{mz} ($41\text{--}86\%$ за сезон) формировали мирные клadoцеры, на долю коловраток приходилось $5\text{--}31\%$. Продукция беспозвоночных хищников достигала $8\text{--}19\%$ таковой нехищного зоопланктона.

Таблица 3. Встречаемость и уровень летних (июнь – август) пиков биомассы зоопланктона ($B_{\text{общ}} > 1 \text{ г/м}^3$) в пелагиали Рыбинского водохранилища (6 «стандартных» станций) в 1956–2009 гг.

Период, годы	n	B_{max} и B_{mod} , г/м^3				B, %			
		VI	VII	VIII	IX–X	VI	VII	VIII	IX–X
1956–1960	239	<u>3.9</u>	<u>7.2</u>	<u>4.4</u>	<u>2.4</u>	4	8	4	8
		1.0–1.1	1.2–1.7	1.2–1.5	–				
1961–1969	471	<u>7.0</u>	<u>8.3</u>	<u>3.8</u>	<u>0.7</u>	6	9	4	0
		1.1–1.3	1.1–1.7	1.3–2.2	–				
1970–1979	507	<u>2.7</u>	<u>6.7</u>	<u>2.4</u>	<u>1.9</u>	16	11	9	5
		1.1–1.6	1.1–1.8	1.0–1.6	–				
1980–1989	591	<u>18.5</u>	<u>7.9</u>	<u>4.1</u>	<u>4.1</u>	26	21	21	35
		3.0–6.0	1.8–3.6	1.3–2.3	–				
1990–1997	398	<u>5.9</u>	<u>5.8</u>	<u>3.8</u>	<u>3.0</u>	21	19	17	30
		1.7–3.2	1.7–3.9	1.1–1.8	–				
2007–2009	71	<u>1.0</u>	–	<u>1.6</u>	<u>0.5</u>	5	0	13	0
		–		1.1–1.5	–				
2007–2009*	51	<u>1.1</u>	<u>1.2</u>	<u>3.2</u>	–	8	2	10	–
		1.0	–	1.3–1.6					

Примечание. В – встречаемость пиков $B_{\text{общ}}$, %; B_{max} – максимальная биомасса (числитель); B_{mod} – преобладающие (модальный интервал) значения «пиковой» биомассы (знаменатель); прочерк – показатель не рассчитывали.* – данные для 13-ти пелагических станций Главного плеса.

В 1990-х гг. метазоопланктон за сезон потреблял 13% продукции водорослей и 18% бактерий, а также значительную часть продукции простейших (22% флагеллят и 26% инфузорий). Рацион планктонных хищников в 1.4–1.9 раза превышал таковой в 1950–1970-х гг. Факультативные и облигатные хищники метазоопланктона выедали $>22 \text{ ккал/м}^2$ или 31% P_{mz} за сезон. Для рыб оставалось доступно 50 ккал/м^2 или почти 70% P_{mz} . «Чистая» продукция ($P_{\text{реал}} = P_{mz} - G_{mz}$) распределялась по группам зоопланктона следующим образом: 33.6 ккал/м^2 мирные клadoцеры, 7.3 ккал/м^2 коловратки, 3.9 ккал/м^2 мирные копеподы, 3.2 ккал/м^2 хищные клadoцеры и 1.4 ккал/м^2 всеядные и хищные циклопы. Таким образом, планктофаги всех возрастов были обеспечены полноценным кормом.

Основными потребителями P_{mz} внутри сообщества были копеподы (в основном *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops oithonoides*) и хищные клadoцеры, они выедали 15% и 13% P_{mz} соответственно. Воздействие беспозвоночных хищников на зоопланктон различалось в течение вегетационного периода. В пелагиали водохранилища максимум биомассы и продуктивности сообщества наблюдали в первой половине лета (табл. 4).

Наибольшее ($>40\%$) потребление P_{mz} хищниками отмечено во второй половине лета, тогда как весной и осенью они выедали $<15\%$. Наиболее напряженные трофические отношения между хищными и нехищными ракообразными складывались в июле, когда *Bythotrephes* и *Leptodora* ($326 \pm 75 \text{ экз./м}^3$) выедали фактически половину суточной продукции клadoцер, хищные копеподы ($7 \pm 1 \text{ тыс. экз./м}^3$) – $>50\%$ суточной P_{mz} . Из двух видов хищных клadoцер большее влияние на зоопланктон оказывала многочисленная *Leptodora kindtii*, составлявшая 90% численности обоих видов (в речных плесах до $3.4 \text{ тыс. экз./м}^3$). Совокупное воздействие хищных клadoцер и циклопов приводило резкому снижению ($<600 \text{ мг/м}^3$) биомассы мирных клadoцер в августе. Она увеличивалась только в сентябре, когда основная часть циклопов *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops oithonoides* опускались на дно (диапауза), а численность хищных клadoцер снижалась $<30 \text{ экз./м}^3$. Мирных коловраток и науплиусов хищники (копеподиты циклопов и *Asplanchna*) особенно сильно ($>200\%$ суточной продукции) выедали в июне. Пресс хищников (в основном Cyclopoida) буквально «срезал» ($<80 \text{ мг/м}^3$) ранне-летний пик мирных коловраток, осенний

подъем их биомассы тоже был не большим (40 мг/м³). Таким образом, при сравнительно невысоком (30% P_{mz} за сезон) общем потреблении в июне и июле отмечены напряженные трофические отношения между планктонными хищниками и нехищными животными, которые ограничивали общее количество метазоопланктона.

Таблица 4. Сезонные изменения продукции метазоопланктона и эффективности ее потребления планктонными хищниками в Рыбинском водохранилище в 1990–1995 гг. (6 «стандартных» станций)

Показатель	Весна (30 сут)	Лето-1 (45 сут)	Лето-2 (60 сут)	Осень (45 сут)
$V_{общ}$, г/м ³	0.55±0.11	2.13±0.16	1.16±0.07	0.88±0.06
P_{mz} , ккал/м ²	3.8±1.5	34.8±4.7	27.3±2.3	6.6±0.8
G_{mz} , ккал/м ²	0.2	9.1	11.8	0.8
G/P , %	5.3	26.1	43.2	12.1
$P_{реал}$ ($P_{mz} - G_{mz}$), ккал/м ²	3.6±1.5	25.7±4.7	15.5±2.3	5.8±0.8

Выводы. В течение 50-летнего периода в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища произошли существенные изменения, которые можно объединить в две группы: обратимые колебания структуры сообщества, численности, биомассы и не обратимые в данном временном интервале изменения (тренды).

В многолетней изменчивости сообщества выявлены колебания трех порядков 6–7 лет, около 10 и 20 лет. Получены регрессионные модели, позволяющие прогнозировать биомассу по результатам измерения концентрации хлорофилла фитопланктона и гидротермических характеристик водоема.

Направленные изменения в сообществе отмечены одновременно с периодическими флуктуациями его характеристик, они отражают сукцессию зоопланктона, связанную с эволюцией экосистемы водохранилища. Зафиксировано вселение и распространение новых видов, смены доминантов, а также увеличение численности ранее редких форм. С начала 90-х годов до настоящего времени в водохранилище наблюдается низкая плотность коловраток, в сообществе по численности преобладают рачки.

В 2007–2009 гг. по всей акватории водохранилища сезонный максимум зоопланктона был смещен на конец лета (август), что особенно сильно выражено в речных Шекснинском и Моложском плесах водохранилища. Величина летнего пика $V_{общ}$ в пелагиали определялась численностью кладоцер *Daphnia galeata*. Осенний (сентябрь–октябрь) пик биомассы зоопланктона не зарегистрирован. В открытом водохранилище во второй половине лета отмечена очень высокая численность велигеров дрейссен, особенно в речных плесах, их количество сравнимо с обилием копепоид и коловраток.

В 1990–1995 гг. на пике эвтрофирования экосистемы Рыбинского водохранилища продуктивность метазоопланктона была вдвое выше, чем в 50–70-е годы и близка к наблюдаемой в водных экосистемах эвтрофного типа. Около 70% продукции сообщества не использовалось беспозвоночными хищниками и было доступно для обеспечения пищевых потребностей рыб. Основным ресурсом для планктофагов служили кладоцеры, которые формировали > 70% $P_{реал}$.

При сравнительно небольшом (~ 30% P_{mz} за сезон) общем потреблении метазоопланктона отмечены напряженные трофические отношения между планктонными хищниками и нехищными животными летом (июнь–июль), которые ограничивали общую численность метазоопланктона.

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб.: Наука, 1996: 189 с.
- Владимирова Т.М. Продукция зоопланктона Рыбинского водохранилища // Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л.: Наука, 1974. С. 37–42.
- Воронина Н.М. Горизонтальное распределение зоопланктона в северных отрогах Рыбинского водохранилища // Тр. Всес. гидробиол. общества. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С.249–278.
- Казанцева Т.И. Балансовая модель экосистемы мелкого высокоэвтрофного озера // Журн. общ. биологии. 2003. Т. 64. № 2. С. 128–145.
- Копылов А.И., Лазарева В.И., Косолапов Д.Б. Потоки вещества и энергии в планктонной трофической сети озера // Состояние экосистемы оз. Неро в начале XXI века. М.: Наука, 2008. С. 293–324.
- Копылов А.И., Лазарева В.И., Пырина И.Л., Мыльникова З.М., Масленникова Т.С. Микробная «петля» в планктонной трофической сети крупного равнинного водохранилища // Успехи современной биологии. (в печати).
- Лазарева В.И. Многолетние вариации структуры зоопланктона Рыбинского водохранилища // Водные ресурсы. №1. 1997. С.90–96.
- Лазарева В.И. Распространение и особенности натурализации новых и редких видов зоопланктона в водоемах бассейна верхней Волги в начале XXI века. // Биол. внутр. вод. 2008. №1. С.81–88.
- Лазарева В.И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища (Под ред. А.И. Копылова). М.: Т-во научн. изданий КМК, 2010. 181 с.

- Лазарева В.И., Лебедева И.М., Овчинникова Н.К. Изменения в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища за 40 лет // Биол. внутр. вод. 2001. № 4. С.62–73.
- Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: ИПЭЭ РАН, 1998. 320 с.
- Мордухай-Болтовская Э.Д. Материалы по распределению и сезонной динамике зоопланктона Рыбинского водохранилища // Тр. биол. станции «Борок». Вып.2. 1956. С.108–124.
- Пидгайко М.Л. Биологическая продуктивность водохранилищ Волжского каскада // Водохранилища Волжско-Камского каскада и их рыбохозяйственное значение. Л.: Гос. ин-т речн. и рыб. хоз-ва, 1978. Т. 138. С. 45–82.
- Тимохина А.Ф. Зоопланктон как компонент экосистемы Куйбышевского водохранилища. Тольятти: Ин-т экологии волж. бассейна, 2000. 193 с.

МОЛЛЮСКИ МЯГКИХ ГРУНТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО МОРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Е.Б. Лебедев

*Дальневосточный морской биосферный государственный природный заповедник ДВО РАН,
690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, ev-lebedev@mail.ru*

Брюхоногие и двустворчатые моллюски, будучи одной из основных групп макробентоса, нередко определяют облик населения мягких грунтов. Залив Петра Великого расположен в юго-западной части Японского моря в зоне смешения бореальных и субтропических вод Тихого океана и имеет сложный гидрологический режим. Залив с севера находится под влиянием холодного Приморского течения, а с юга и юго-востока – теплого Корейского течения. В состав залива входят многочисленные хорошо прогреваемые летом и замерзающие зимой мелководные заливы и бухты. На выходе из залива, на глубине около 1000 м, у дна наблюдается постоянно низкая температура. В результате этого фауна залива Петра Великого отличается большим видовым разнообразием гидробионтов: здесь обитают как бореально-арктические, так и субтропические виды.

В Дальневосточном морском биосферном государственном природном заповеднике, созданном около 30 лет назад, в последние десятилетия были сконцентрированы исследования, пополнившие видовые списки брюхоногих и двустворчатых моллюсков (Климова, 1984; Гульбин, Семенов, 1987; Гульбин, 1990; Адрианов, Кусакин, 1998; Дальневосточный..., 2004). Постоянные мониторинговые исследования заповедных акваторий позволяют оценить тенденции фаунистических изменений в этом районе.

Нами установлен современный состав фауны брюхоногих и двустворчатых моллюсков мягких грунтов восточного и южного участков Дальневосточного морского заповедника. Материалом для работы послужили сборы макробентоса, выполненные на мягких грунтах на глубинах от 2 до 36 м летом 2005–2007 гг. Отбор проб производили дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0.11 м². Пробы промывали через сито с ячейей 1 мм и фиксировали 4% раствором формальдегида. Камеральную обработку материала осуществляли по общепринятой гидробиологической методике (Кусакин и др., 1974). Определение видов *Bivalvia* выполнено автором при консультации н.с. М.Б. Ивановой (ИБМ ДВО РАН). Идентификация *Gastropoda* была проведена при консультации н.с. В.В. Гульбина (ИБМ ДВО РАН). Систематика надвидовых таксонов приведена в современной трактовке (Гульбин, 2006; Гульбин, Чабан, 2007).

Брюхоногие моллюски на Восточном участке представлены 17 видами, на Южном участке – 21 видом (табл. 1). Таксономическое разнообразие их довольно велико. Встреченные моллюски отнесены к 27 видам, 23 родам, 14 семействам, 11 надсемействам и 6 клатам. Наиболее значительное место занимают представители клатов *Neogastropoda* (4 надсемейства, 4 семейства, 7 родов и 7 видов) и *Littorinimorpha* (3 надсемейства, 4 семейства, 7 родов и 7 видов). Остальные 4 клата включают 1–2 семейства, 1–3 рода и 1–3 (5) видов. На уровне семейств наибольшим числом таксонов выделяются *Trochidae* (2 рода и 4 вида), а также *Rissoidea* и *Pyramidellidae* (по 3 рода и 3 вида). По 1 виду встречено в 4 надсемействах (36%), 6 семействах (42%) и 19 родах (82%). Таким образом, большая часть родов и почти половина семейств брюхоногих (*Turbinidae*, *Littorinidae*, *Truncatellidae*, *Olivellidae*, *Muricidae* и *Philinidae*) на мягких грунтах были представлены 1 видом.

Таблица 1. Видовой состав брюхоногих моллюсков мягких грунтов восточного и южного участков Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого, Японское море)

Виды	БГХ	Районы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Класс <i>Gastropoda</i>														
Клад <i>Patellogastropoda</i>														
Надсем. <i>Asmaeoidea</i>														
Сем. <i>Lepetidae</i>														
<i>Cryptobranchia kuragiensis</i>	п, нБ	+										+		+

Виды	БГХ	Районы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Limalepeta lima</i>	п, нБ		+											
Сем. Lottiidae														
<i>Erginus puniceus</i>	т, шБ										+			
<i>Erginus sybaritica</i>	т, шБ										+			
Клад Vetigastropoda														
Надсем. Trochoidea														
Сем. Trochidae														
<i>Lirularia iridescens</i>	п, нБ	+										+		+
<i>Lirularia minima</i>	п, нБ								+					
<i>Lirularia picturata</i>	п, нБ											+		+
<i>Margarites</i> sp.													+	
Надсем. Turbinoidea														
Сем. Turbinidae														
<i>Homalopoma sangarens</i>	п, нБ											+		+
Клад Littorinimorpha														
Надсем. Littorinoidea														
Сем. Littorinidae														
<i>Epheria turrita</i>	п, нБ											+		
Надсем. Naticoidea														
Сем. Naticidae														
<i>Cryptonatica janthostoma</i>	п, шБ				+	+				+	+	+		
<i>Lunatia pila</i>	п, нБ				+									
Надсем. Rissooidea														
Сем. Rissoidae														
<i>Pusillina plicosa</i>	п, нБ		+								+	+		
<i>Setia candida</i>	п, нБ	+		+		+			+		+	+		
<i>Onoba</i> sp.		+												
Сем. Truncatellidae														
<i>Teinostoma atomaria</i>	п, СТ-нБ													+
Клад Neogastropoda														
Надсем. Olivoidea														
Сем. Olivellidae														
<i>Olivella borealis</i>	п, нБ					+		+				+		
Надсем. Muricoidea														
Сем. Muricidae														
<i>Boreotrophon candelabrum</i>	п, нБ												+	
Надсем. Conoidea														
Сем. Conidae														
<i>Bela erosa</i>	п, нБ					+			+	+				+
<i>Propebela golikovi</i>	п, нБ									+				+
Надсем. Pyramidelloidea														
Сем. Pyramidellidae														
<i>Chemnitzia multigrata</i>	п, СТ-нБ					+						+		
<i>Derjuginella rufofasciata</i>	п, нБ	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Menestho exarattissima</i>	п, нБ										+			
Клад Cephalaspidea														
Надсем. Philinoidea														
Сем. Philinidae														
<i>Philine scalpta</i>	п, СТ									+	+	+	+	+
Сем. Retusidae														
<i>Retusa succincta</i>	п, СТ-нБ													+
<i>Retusa</i> sp.		+												
Клад Nudipleura														
Nudipleura fam. gen. sp.				+	+									

Примечание. В таблицах цифрами обозначены места отбора бентосных проб: 1–9 – Восточный участок; 10–13 – Южный участок Дальневосточного морского биосферного государственного природного заповедника. БГХ – биогеографическая характеристика: СТ–нБ – субтропическо-низкобореальный, СТ – субтропический, нБ – низкобореальный, шБ – широкобореальный; п – приазиатский, т – тихоокеанский.

В большинстве местообитаний на обоих участках заповедника встречены мелкие илолюбивые моллюски *Setia candida* и *Derjuginella rufofasciata*, имеющие приазиатский низкобореальный ареал (Гульбин, 1990). Обычными видами брюхоногих являлись: на Восточном участке – приазиатский

низкобореальный моллюск *Bela erosa*; на Южном участке – приазиатский субтропический вид *Philine scalpta* и приазиатский широкобореальный вид *Cryptonatica janthostoma*. Около половины (48% видов) Gastropoda были редкими. Большинство редких видов были приазиатскими низкобореальными и, реже, субтропическо-низкобореальными видами. Крупные семейства – Trochidae, Rissoidae и Pyramidellidae – в основном включали приазиатские низкобореальные виды.

Подавляющее большинство встреченных видов брюхоногих моллюсков имеет местное тихоокеанское происхождение и характеризуется сравнительно нешироким распространением в пределах бореальной зоны. Виды с приазиатским низкобореальным ареалом составляли 79% всех Gastropoda на Восточном и 65% – на Южном участке. Доля относительно тепловодных видов гастропод: субтропических и субтропическо-низкобореальных на Восточном участке была ниже (14%), чем на Южном (20%). Широко распространенные в бореальных водах Пацифики виды на Восточном участке представлены малым числом видов и составляют лишь 7% всех Gastropoda. На Южном участке их доля вдвое больше – 15%. Итак, фауна брюхоногих моллюсков Южного участка заповедника более разнообразна и насыщена тепловодными и умеренноводными элементами.

По данным нашего исследования на Восточном участке отмечено 63 вида моллюсков, в том числе 42 двустворчатых. Чаще других встречались виды, предпочитающие илистые и песчаные грунты и обитающие в его верхнем слое (табл. 2). Это *Acila insignis*, *Leionucula ovatotruncata*, *Diplodonta semiasperoides* и *Alveinus ojanus*. Часто встречались *Maetra chinensis*, *Yoldia keppeliana*, *Axinopsida subquadrata*, *Felaniella usta*, *Liocyma fluctuosa*, *Spisula sachalinensis*. На Южном участке из 58 видов моллюсков встречено 39 видов Bivalvia. Чаще других встречаются *A. insignis*, *L. ovatotruncata*, *D. semiasperoides*, несколько реже – *A. ojanus*, *Y. keppeliana*, *A. subquadrata*, *Callithaca adamsii*, *Mya* sp. Ядро фауны Bivalvia обоих участков слагают тихоокеанские приазиатские низкобореальные и субтропические виды (Скарлато, 1981).

Таблица 2. Видовой состав фауны двустворчатых моллюсков мягких грунтов восточного и южного участков Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого, Японское море)

Виды	БГХ	Районы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Отряд Nuculida														
Сем. Nuculidae														
<i>Acila insignis</i>				+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Leionucula ovatotruncata</i>		+			+	+			+	+	+	+	+	+
Сем. Nuculanidae														
<i>Yoldia keppeliana</i>		+		+	+					+	+		+	
Отряд Mytilida														
Сем. Crenellidae														
<i>Crenella leana</i>													+	
Сем. Mytilidae														
<i>Musculus laevigatus</i>													+	
<i>Modiolus kurilensis</i>		+									+			
<i>Musculista senhousia</i>												+		+
<i>Crenomytilus grayanus</i>										+				
Сем. Glycymerididae														
<i>Glycymeris yessoensis</i>														+
Отряд Pectinida														
Сем. Pectinidae														
<i>Mizuhopecten yessoensis</i>														+
Отряд Pholadomyida														
Сем. Lyonsiidae														
<i>Lyonsia nuculaniformis</i>													+	
<i>Lyonsia</i> sp.												+		
Сем. Thraciidae														
<i>Thracia myopsis</i>			+	+							+		+	
<i>Thracia septentrionalis?</i>														+
<i>Thracia</i> sp.		+											+	
Отряд Lucinida														
Сем. Astartidae														
<i>Tridonta borealis</i>													+	
Сем. Hiatellidae														
<i>Hiatella arctica</i>											+		+	
Сем. Thyasiridae														
<i>Axinopsida subquadrata</i>				+						+	+	+	+	+

Виды	БГХ	Районы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Odontarina filatovi</i>													+	
Сем. Lucinidae														
<i>Pillucina pisidium</i>												+		+
Сем. Montacutidae														
<i>Borniopsis ariakensis?</i>												+		
<i>Nipponomysella obesa</i>												+		
Отряд Cardiida														
Сем. Ungulinidae														
<i>Diplodonta semiasperoides</i>		+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Felaniella usta</i>					+		+							+
Сем. Tellinidae														
<i>Cadella lubrica</i>					+							+		+
<i>Megangulus venulosa</i>					+									
<i>M. zyonoensis</i>					+						+			
<i>Megangulus</i> sp.				+									+	
<i>Macoma calcarea</i>			+	+							+			
<i>M. golikovi</i>		+					+							
<i>M. orientalis</i>													+	
<i>M. nipponica</i>		+												
<i>Macoma</i> sp.		+			+					+			+	+
<i>Gari kazusensis</i>		+												
Сем. Kelliellidae														
<i>Alveinus ojanus</i>		+		+	+	+			+		+	+	+	+
Сем. Veneridae														
<i>Dosinia japonica</i>														+
<i>Callista brevisiphonata</i>		+	+								+	+		
<i>Venerupis philippinarum</i>														+
<i>Liocyma fluctuosa</i>		+		+	+						+		+	
<i>Mercenaria stimpsoni</i>							+							
<i>Callithaca adamsi</i>			+								+	+	+	
Сем. Aloididae														
<i>Anisocorbula venusta</i>		+									+			
Сем. Cultellidae														
<i>Siliqua alta</i>					+			+						
Сем. Solenidae														
<i>Solen krusensterni</i>		+												
Сем. Mactridae														
<i>Mactra chinensis</i>					+	+		+				+		+
<i>Spisula sachalinensis</i>		+			+							+		+
<i>Mactromeris polynima</i>												+		+
<i>Raeta pulchella</i>											+			
Mactridae gen. sp.		+												
Сем. Myidae														
<i>Mya truncata</i>		+											+	
<i>M. priapus</i>				+							+		+	
<i>M. arenaria</i>													+	
<i>M. pseudoarenaria</i>												+	+	
<i>Mya</i> sp.				+	+				+		+	+	+	
Myidae gen.sp.		+												

Таким образом, наши результаты подтверждают сохранение значительного биологического разнообразия фауны брюхоногих и двустворчатых моллюсков мягких грунтов в акваториях Дальневосточного морского заповедника по сравнению с предыдущими исследованиями (Скарлато, 1981; Климова, 1984; Москалец, 1984; Гульбин, Семененко, 1987; Гульбин, 1990).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО-1 № 09-I-П23-08.

Список литературы

- Адрианов А.В., Кусакин О.Г. Таксономический каталог биоты залива Петра Великого. Владивосток: Дальнаука, 1998. 350 с.
- Гульбин В.В. Брюхоногие моллюски мягких грунтов сублиторали Дальневосточноморского заповедника // Систематика и экология гидробионтов Дальневосточного морского заповедника. Владивосток: ДВО АН СССР. 1990. С. 105-123.

- Гульбин В.В. Каталог раковинных брюхоногих моллюсков российских вод Японского моря. Ч. 1 // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2006. Вып. 10. С. 5–28.
- Гульбин В.В., Чабан Е.М. Каталог раковинных брюхоногих моллюсков российских вод Японского моря. Ч. 2 // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2007. Вып. 11. С. 5–30.
- Гульбин В.В., Семененко Н.К. Брюхоногие моллюски литорали Дальневосточного морского заповедника и сопредельных районов // Исследование литорали Дальневосточного морского заповедника и сопредельных районов. Владивосток: ДВО АН СССР. 1987. С. 68–82.
- Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота. Т. 2. Владивосток: Дальнаука. 2004. 848 с.
- Климова В.Л. Макрозообентос Дальневосточного государственного морского заповедника // Животный мир Дальневосточного морского заповедника. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1984. С. 4–29.
- Кусакин О.Г., Кудряшов В.А., Тараканова Т.Ф., Шорников Е.И. Поясообразующие флористические и фаунистические группировки литорали Курильских островов // Растительный и животный мир литорали Курильских островов. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1974. С. 574–623.
- Москалец И.П. К фауне двустворчатых моллюсков Дальневосточного государственного морского заповедника // Животный мир Дальневосточного морского заповедника. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1984. С. 30–37.
- Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана. Л.: Наука, 1981. 480 с.

СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ МАКРОЭПИБИОЗА ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

И.Р. Левенец, И.И. Овсянникова

*Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, iralevenetz@rambler.ru*

Двустворчатый моллюск *Mizuhopecten yessoensis* Jay, или приморский гребешок, обитает в низкобореальных и субтропических водах Японского моря предпочтительно на песчаных, илисто-песчаных и, реже, илистых грунтах. Залив Петра Великого, расположенный в юго-западной части моря на стыке теплых и холодных течений, характеризуется большим разнообразием факторов среды и, соответственно, таксономическим разнообразием населяющих его организмов.

Приморский гребешок является одним из основных промысловых и культивируемых объектов. В заливе Петра Великого этот вид образует скопления на глубинах 5–20 м. Популяции двустворчатых моллюсков являются естественными биофильтрами в морских водоемах, создавая за счет ускорения ими круговорота биогенных элементов локальные участки повышенной продуктивности (Галкина, 1983). На мягких грунтах уплощенные шероховатые раковины гребешка часто представляют собой дополнительный твердый субстрат и убежище для гидробионтов. Сидячие формы: водоросли, кишечнополостные, губки, мшанки, усонogie раки, моллюски привлекают подвижных организмов: ракообразных, червей, немертин, рыб. Создается эпибиоз – сообщество гребешка и его эпибионтов, которые воздействуют на его жизнедеятельность как отрицательно, так и положительно. Таким образом, макроэпибиоз может служить упрощенной моделью донных сообществ, а поселения гребешка являются дополнительными центрами биоразнообразия.

Поэтому изучение эпибионтов гребешка имеет как теоретический, так и практический интерес. Целью данного исследования является установление и сравнение состава макроэпибиоза гребешка *M. yessoensis* в пяти различных районах залива Петра Великого Японского моря.

Материалом послужили сборы живых особей разновозрастного гребешка в верхней sublиторали на илистых, илисто-песчаных и песчаных грунтах в природе и донной культуре. Отбор гребешков (всего 866 особей) из естественных и культивируемых поселений *M. yessoensis* производили водолазным способом на глубинах от 4 до 20 м. Пробы брали на глубинах, где регистрировали визуальные скопления гребешка.

В восточной части Амурского залива вблизи г. Владивостока пробы приморского гребешка в возрасте 2–9 лет брали с илистого грунта на гл. 5–7 м в весенние месяцы 1982, 1987, 1990, 1994 гг. и 1995 г. В б. Врангеля зал. Находка пробы гребешка в возрасте 2–8 лет брали с илисто-песчаного и илистого грунта на глубине 6–15 м летом 2001 г.

В восточной части зал. Посыета пробы гребешка в возрасте от 1.5 до 3 лет брали с илисто-песчаного грунта на глубинах 5–15 м в б. Троицы, 5–12 м в б. Витязь и 17–19 м в б. Алексева. Всего за период с ноября 1979 по октябрь 1980 г. в культивируемых поселениях собрана 181 особь. В центральной части зал. Посыета (б. Миносок) пробы гребешка из культивируемых поселений в возрасте 3–6 лет брали с илисто-песчаного грунта на глубине 4–7 м летом 1998 гг.

В юго-западной части зал. Петра Великого, в б. Сивучья и б. Калевала, отбор проб производили из естественных (173 особи) и культивируемых (147 экз.) поселений гребешка в возрасте от 2 до 17 лет. В б. Калевала пробы были отобраны с песчаного грунта на гл. 7–11 м летом 1999 г. В б. Сивучья пробы

брали с илисто-песчаного и песчаного грунта на гл. 8–16 м весной–летом 1996–1999 гг., а также летом 2007 г. Всего собрано 320 особей.

Пробы фиксировали 4% раствором нейтрального формальдегида. Учет макроэпибионтов для естественных и культивируемых поселений гребешка выполняли по уточненной стандартной методике (Силина, Овсянникова, 1995; Овсянникова, Левенец, 2004; Левенец и др., 2005). При анализе зонально-географического состава макроэпибиоза гребешка за основу были взяты зоогеографическая система А.Н. Голикова (1982) и фитогеографическая система Л.П. Перестенко (1982).

В центральной части залива Посъета в популяции культивируемого гребешка на обеих его створках зарегистрировано 27 видов гидробионтов из 10 типов и отделов, из них 15 видов водорослей. Среди макрофитов *M. yessoensis* обычно встречались *Polysiphonia* spp. и *Gelidium* spp. из красных, *Sphacelaria rigidula* из бурых, *Ulva lactuca*, *Codium fragile* и *Cladophora stimpsonii* из зеленых. Из животных чаще других отмечены полихеты: серпулида *Hydroides ezoensis* и спирорбиды *Neodexiospira alveolata* и *Paradexiospira vitrea*. У спирорбид наибольшую численность и долю покрытия регистрировали на нижней створке раковины. Частота встречаемости сверлильщиков на створках *M. yessoensis* в среднем по району невысока – около 5%.

Анализ зонально-географических групп эпибионтов показывает преобладание широкобореальных (42%) и относительно тепловодных (25%) видов. Доля относительно холодноводных видов составляет 4%. Биогеографический состав определяют, главным образом, тихоокеанские приазиатские и тихоокеанские широко распространенные виды. Заметно присутствие в эпибиозе амфибореальных видов. Средняя биомасса эпибиоза составляет 0.2 г/дм², а плотность поселения – 1.5 экз./дм². Доминирующими в эпибиозе являются полихеты *N. alveolata* по численности и *H. ezoensis* по биомассе. Характерными видами являются гастропода *Odostomia fujitani*, спирорбида *P. vitrea*, мшанка *Schizoporella unicornis* и водоросли *Polysiphonia morrowii*, *C. fragile* и *U. lactuca*. Особенностью данного района является преимущественное развитие спирорбид и серпулид (высокая численность и низкая смертность) на нижней створке гребешка.

В юго-западной части зал. Петра Великого отмечено 59 видов эпибионтов из 13 типов и отделов. Водоросли, видовое разнообразие которых определяют красные, составляют 62% от общего числа видов. Из животных по числу видов преобладают полихеты (14%). Эпибионты отмечены преимущественно на верхней, и лишь иногда на нижней створке. Частота встречаемости большинства видов не превышает 5–10%. Встречаемость раковин гребешка, пораженных сверлильщиком *Polydora brevipalpa*, высока и составляет около 94%.

Зонально-географический состав эпибиоза определяют, в основном, низкобореальные и широкобореальные виды. По биогеографическому составу преобладают тихоокеанские приазиатские виды. Однако в исследованной акватории заметно присутствие широко распространенных в Мировом океане, амфибореальных и тихоокеанских широко распространенных видов. Средняя биомасса эпибиоза составляет 5.6 г/дм², а плотность поселения – 15.3 экз./дм². Руководящими видами являются водоросли *Ulvaria splendens*, *P. morrowii*, *C. fragile*, *Codium yezoense*, *Cl. stimpsonii* (частота встречаемости 20–60%), которые доминируют совместно (2–3 вида). Баланус *Hesperibalanus hesperius* имеет высокую частоту встречаемости и плотность поселения, но его биомасса значительно уступает таковой водорослей. Доля мертвых баланусов здесь высокая.

Макрофиты встречены в эпибиозе как в стерильном, так и в фертильном состоянии. Микроводоросли отмечены на них в незначительных количествах. Морфологических аномалий не выявлено. Таким образом, в отличие от загрязненных акваторий Амурского залива и зал. Находка, водоросли не имеют явных признаков угнетения. Для юго-западной части зал. Петра Великого описано явление предпочтительного выбора водорослями раковин живых гребешков в качестве субстрата. Это дает нам основание предположить, что подвижность гребешка может защищать эпибионтные водоросли от выедания морскими ежами. По нашим данным, виды с нежным и мясистым слоевищем (*Polysiphonia*, *Masudaphycus*, *Sparlingia*, *Codium*, *Ulvaria*), привлекательные для хищников, в эпибиозе имели значительные размеры и массу и доживали до спороношения.

Итак, в составе макроэпибиоза приморского гребешка *M. yessoensis* в зал. Петра Великого нами зафиксировано около 100 видов гидробионтов из 13 типов и отделов. Основу видового богатства флоры составляют красные водоросли, а фауны – многощетинковые черви и моллюски. Основными группами эпибионтов, встречающимися во всех исследованных районах независимо от состава грунта, уровня загрязнения водоема, а также возраста хозяина – гребешка, являются:

а) толерантные к антропогенному и внешнему воздействию сидячие организмы, часто с защитными домиками, раковинами или оболочками: усонogie раки, полихеты-серпулиды и спирорбиды, водоросли, моллюски, актинии, асцидии, мшанки;

б) комменсалы и паразиты – сверлящие полихеты *Polydora*, *Dipolydora* и губки *Cliona*, а также эктопаразитические гастроподы *Odostomia*.

Зонально-географический состав макроэпибиоза в зал. Посъета определяют, главным образом, низкорбореальные и широкобореальные виды. Гидротермические особенности отдельных акваторий обуславливают вариации в количестве относительно холодноводных или тепловодных видов. Поэтому доля субтропическо-низкорбореальных видов наибольшая в центральной части зал. Посъета, где гидродинамические процессы выражены слабее, чем в открытой части зал. Петра Великого, и наблюдается потепление вод (Гауко, 1999, 2002). Основу биогеографического состава эпибионтов составляют виды местного происхождения: тихоокеанские приазиатские и тихоокеанские широко распространенные. В юго-западной части зал. Петра Великого, вероятно, благодаря наличию постоянных течений, идущих из открытого моря, заметно присутствие видов, которые широко распространены либо в северном, либо в обоих полушариях Мирового океана.

Макроводоросли составляют более половины всех встреченных в зал. Петра Великого эпибионтов. Как и многие животные, они предпочитают поселяться на раковинах старших особей гребешков ближе к брюшному краю створки, где создается микроциркуляция воды. Водоросли представлены, в основном, мелконитчатыми и кустистыми формами, а также микроскопическими эпифитами и эндофитами. Они, как правило, не создают значительной биомассы и не доминируют на створках гребешка. В других частях зал. Петра Великого, особенно в загрязненных, руководящим видом является баланус *H. hesperius* (Овсянникова, Левенец, 2003, 2004). Этот усоногий рак, имеющий небольшие размеры и короткий жизненный цикл с многократным нерестом, успешно конкурирует с другими Cirripedia и Polychaeta. Однако в центральной части зал. Посъета, в тепловодной б. Миноносок, часто складываются неблагоприятные для него и многих умеренноводных видов, например, моллюсков, условия воспроизводства (Габаев, 1990). Поэтому на створках гребешка доминируют субтропические по происхождению виды полихет: *H. ezoensis* и *N. alveolata*.

В юго-западной части залива, в б. Сивучья и б. Калевала, нами отмечено явное преобладание водорослей над остальными группами организмов (Levenetz, Ovsyannikova, 2004). Высокая смертность и низкие количественные показатели баланусов в эпибиозе, возможно, являются следствием конкурентных взаимоотношений с макрофитами. Для этой акватории иногда наблюдается более раннее оседание спор водорослей, чем личинок баланусов, на раковины гребешка. Водоросли часто образуют сплошной покров на верхней створке гребешка. Они также изредка встречаются и по краю нижней створки. Вследствие этого молодь баланусов, предпочитающая брюшной край раковины, испытывает недостаток свободного места для оседания. Быстрый рост водорослей ухудшает условия жизнедеятельности усоногих раков и может приводить к их угнетению и гибели. Вытеснение *H. hesperius* со створок гребешка водорослями, вероятно, происходит и вследствие недостаточного для воспроизводства количества личинок в юго-западной части зал. Петра Великого в отдельные годы (Даутов и др., 2001).

Таким образом, выделено ядро эпибиоза *M. yessoensis* в зал. Петра Великого. Его составляют широкобореальные виды бореального происхождения, толерантные к антропогенному прессу и воздействию абиотических факторов, из числа усоногих раков, водорослей, полихет, актиний и моллюсков. Анализ особенностей состава и структуры эпибиоза в различных акваториях позволяет выделить несколько условий, определяющих его разнообразие и обилие. Это потенциальная доступность субстрата, качество и количество пищи, гидрологический режим водоема, воздействие комплекса загрязняющих веществ, степень эврибионтности и толерантности отдельных видов. Нормальное морфологическое и репродуктивное состояние многих водорослей свидетельствует о более благоприятной экологической ситуации в зал. Посъета по сравнению с загрязненными акваториями зал. Петра Великого.

В целом для зал. Петра Великого в эпибиозе приморского гребешка более половины всех эпибионтов составляют макроводоросли. Наименьшее число видов отмечено в зал. Находка, наибольшее – в юго-западной части зал. Посъета. Красные водоросли, полихеты и моллюски преобладают по числу видов, усонogie раки и полихеты – по биомассе и плотности поселения. Руководящий в большинстве изученных районов рак *H. hesperius* успешно конкурирует с другими Cirripedia, а также с Polychaeta, выдерживая значительное заиление и загрязнение. Средняя биомасса и плотность эпибиоза в евтрофированных и загрязненных акваториях в несколько раз выше, чем в относительно чистых. В зал. Посъета при небольших значениях общей биомассы эпибионтов наблюдается заметное развитие макрофитов, приводящее в отдельных случаях к совместному доминированию нескольких видов водорослей. Зонально-географический состав эпибиоза в зал. Петра Великого определяют низкорбореальные и широкобореальные виды. Доля относительно тепловодных видов наибольшая в северо-восточной части Амурского залива и в центральной части зал. Посъета, где ослаблены гидродинамические процессы и наблюдается постепенное потепление вод. Разнообразие и обилие макроэпибиоза приморского гребешка в заливе Петра Великого определяются, прежде всего: потенциальной доступностью субстрата, гидрологическим

режимом водоема, качеством и количеством пищи, воздействием комплекса загрязняющих веществ, степенью эврибионтности и толерантности отдельных видов.

Данная работа выполнена при частичной поддержке грантов ДВО–1 № 09–I–П23–08, № 09–I–П 23–01 и № 09–I–П 15–03 и гранта “Marine biodiversity of the coastal zones in the NW Pacific: status, regional threats, expected changes and conservation” ARCP 2007–12–NMY.

Список литературы

- Габаев Д. Д. Биологическое обоснование новых методов культивирования некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в Приморье: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО АН СССР. 1990. 30 с.
- Галкина В.Н. Участие моллюсков *Mutilus edulis* в круговороте органического вещества в прибрежной зоне моря // Моллюски: Систематика, экология и закономерности распространения. Доклады VII Всесоюзного совещания по изучению моллюсков. Л.: Наука. 1983. С. 181–183.
- Голиков А.Н. О принципах районирования и унификации терминов в морской биогеографии // Морская биогеография. М.: Наука, 1982. С. 94–99.
- Левенец И.Р., Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. Состав макроэпibiоза приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого Японского моря // Бюлл. дальневост. малакол. о–ва. 2005. Вып. 9. С. 155–168.
- Даутов С.Ш., Куликова В.А., Корн О.М. Распределение личинок *Bivalvia*, *Echinodermata* и *Cirripedia* на акватории залива Петра Великого между устьем реки Туманной и островом Фуругельма // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Т. 2. Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 110–125.
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. Макроэпibiонты гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биология моря. 2003. Т. 29, № 6. С. 441–448.
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. Межгодовая динамика эпibiонтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 8. 2004. С. 61–74.
- Перестенко Л. П. О принципах зонального биогеографического районирования шельфа Мирового океана и о системах зон // Морская биогеография. М.: Наука, 1982. С. 99–114.
- Силина А.В., Овсянникова И.И. Многолетние изменения в сообществе приморского гребешка и его эпibiонтов в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биология моря. 1995. Т. 21, № 1. С. 59–66.
- Gayko L.A. Peculiarities of interannual variability of hydrometeorological parameters in the north-western Japan Sea (Peter the Great Bay) // Proceedings of the International Symposium Circulation Research of East Asian Marginal Seas (CREAMS). Fukuoka, Japan, January 26–28, 1999. Fukuoka. P. 238–243.
- Gayko L.A. Analysis of the long-term fluctuations of water and air temperature in Peter the Great Bay (Sea of Japan). Reports of the International Workshop of the Global Change Studies in the Far East. Vladivostok, Russia, September 7–9, 1999. V. 2. Vladivostok: Dalnauka, 2002. P. 66–84.
- Levenetz I.R., Ovsyannikova I.I. Macroepibiots of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the southwestern part of Peter the Great Bay, Sea of Japan // Mollusks of the Northeastern Asia and Northern Pacific: Biodiversity, Ecology, Biogeography and Faunal History: Abstracts. Vladivostok, October 4–6, 2004. P. 87–88.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАКОВИН ДРЕЙССЕНИД ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Р.А. Лизогубов

Саратовский Государственный Университет им. Н.Г. Чернышевского,
410010, г. Саратов, ул. Шехурдина, д. 8, к. 544, runet88@mail.ru

Начиная с XIX-го века большинство раковин дрейссенид ископаемых и ныне живущих, было описано только на основании морфологических особенностей. Некоторые раковины относились к разным видам на основании различия лишь нескольких систематически значимых признаков. Отдельные виды моллюсков р. *Dreissena* первоначально описывались как разные виды, и только с помощью современных методов молекулярной биологии удалось отнести их к одному виду. Одним из таких видов является *Dreissena rostriformis* Deshayes, 1838, обитающий в Волгоградском вдхр. Первоначально пресноводный представитель данного вида был описан Н.И. Андрусовым как *D. rostriformis*, но затем выделен в отдельный вид – *Dreissena bugensis* Andrusov, 1897. В 2004 г., после проведения анализа COI мтДНК, американскими и российскими учеными была установлена принадлежность обоих моллюсков к одному виду – *D. rostriformis*. У *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771, второго вида этого рода, встречающегося в Волгоградском вдхр., некоторые раковины по морфометрическим параметрам также могут быть отнесены к другим видам, обитающим в Каспийском море.

Целью настоящей работы было выявление, описание и систематизация всех морфологически отличных форм раковин обоих видов моллюсков, встречающихся в Волгоградском вдхр. Производилось сравнение моллюсков с образцами, отобранными в р. Иловля (Волгоградская обл.) и р. Чаган (Казахстан). Отбор проб производился с помощью различных типов дночерпателей (ДАК 1/40, Петерсона) и

скребком на различных типах грунтов по всему разрезу водохранилища в период с 2004 по 2009 гг. При обработке проб измерялись морфометрические параметры раковин и рассчитывались их соотношения (длина к ширине, длина к высоте, высота к ширине), учитывалась форма спинного, брюшного и заднего краев, положение макушек раковин, положение и форма килевого перегиба.

Среди исследуемых моллюсков было выявлено девятнадцать типов раковин, отличающихся морфологически – морфотипов, из них четыре для *D. polymorpha* и пятнадцать для *D. rostriformis*. По общей форме раковины морфотипы объединялись в морфокомплексы.

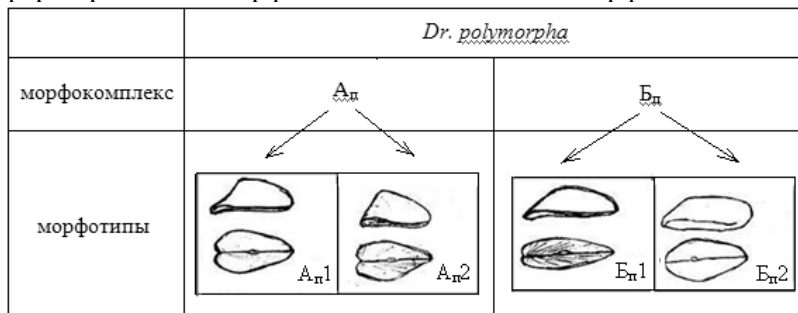


Рис. 1. Морфокомплексы и морфотипы раковин *D. polymorpha*.

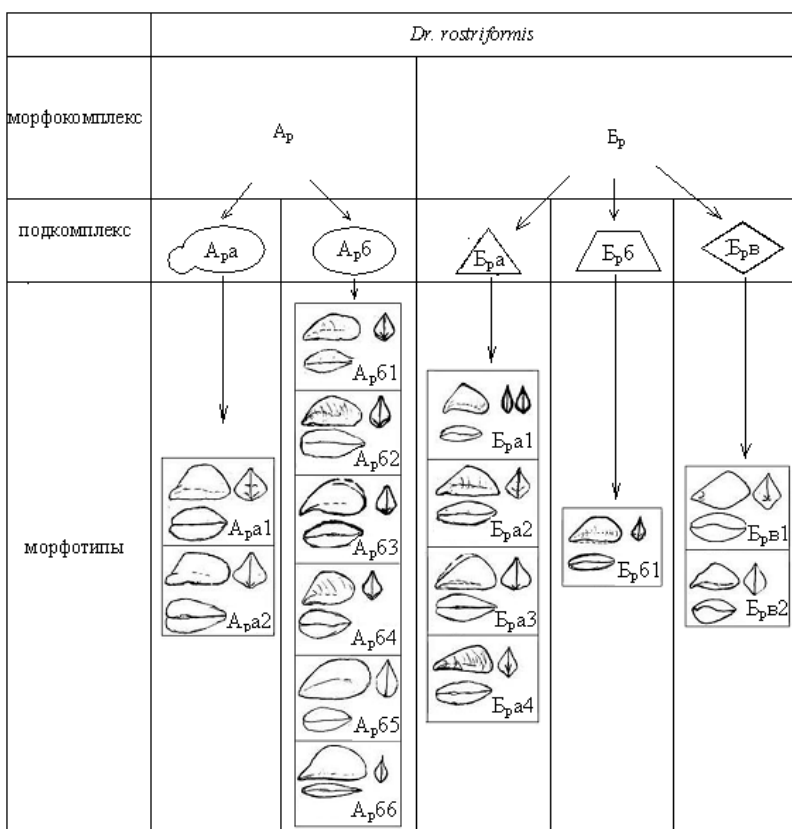


Рис. 2. Морфокомплексы и морфотипы раковин *Dr. rostriformis*.

димо полностью вымершему в середине XX в. Данный морфотип в Волгоградском вдхр. встречается достаточно редко.

У второго вида, *D. rostriformis*, встречающегося в Волгоградском вдхр. раковины по форме можно разделить на два морфокомплекса. В морфокомплекс «А_р» выделены раковины со сглаженным спинным и брюшным краями, в морфокомплекс «Б_р» – с угловатыми (рис. 2).

Морфокомплекс «А_р» можно разделить на два подкомплекса по положению макушек. Раковины подкомплекса «А_ра» характеризуются сильно выдающимися вперед макушками. В этом подкомплексе выделено два морфотипа: морфотип А_ра1 – укороченная раковина и морфотип А_ра2 – удлиненная. Представители обоих морфотипов встречаются в Волгоградском вдхр. достаточно часто. Подкомплекс «А_рб» можно разделить на шесть морфотипов. Морфотип А_рб1 характеризуется удлиненной раковиной, спинной край на достаточно большом протяжении параллелен брюшному. Морфотип А_рб2 выделяется за счет заметно выгнутой передней части спинного края. Морфотип А_рб3 характеризуется каплевидной формой со смещенной в сторону верхушкой, брюшной край выгнут. Этот морфотип встречается в заливе р. Еруслан при впадении в Волгоградское вдхр. Морфотип А_рб4 характеризуется округлой, сильно

Для *D. polymorpha* морфотипы по соотношению длины к высоте раковины были разделены на морфокомплексы А_п и Б_п (рис. 1). Морфокомплекс «А_п» характеризуется укороченной раковиной, соотношение высоты к длине составляет 0.4–0.6. У этого морфокомплекса выделено два морфотипа: морфотип А_п1 – раковина с выдающимися вперед макушками и морфотип А_п2 – раковина обычной для *D. polymorpha* формы. В Волгоградском вдхр. представлены оба эти морфотипа примерно в равных долях. В р. Иловля также встречены оба эти морфотипа, но преобладает стандартная форма раковины. В р. Чаган встречается только раковина без выдающихся макушек. В морфокомплекс «Б_п» *D. polymorpha* также входит два морфотипа. Морфотип Б_п1 характеризуется сглаженным спинным краем раковины, на большей части параллельном брюшному. Этот морфотип может быть отнесен к подвиду *D. polymorpha andrusovi* (Andr.) и встречен в небольших количествах в Волгоградском вдхр. и р. Иловля. Морфотип Б_п2 отличается значительно более широкой раковиной, спинной край параллелен брюшному практически по всей длине. Данный морфотип по характеристикам формы раковины может быть отнесен к встречавшемуся в Каспийском море виду *Dreissena caspia* Eichwald, 1855, видимо полностью вымершему в середине XX в. Данный морфотип в Волгоградском вдхр. встречается достаточно редко.

расширенной раковинной. Раковина у морфотипа А_рб5 каплевидной формы, килевой перегиб практически не выражен, на всем протяжении сильно отдален от брюшного края. Морфологически этот морфотип похож на подвид *D. rostriformis distincta* (Andr.) из Каспийского моря. У морфотипа А_рб6 передняя часть спинного края сильновогнутая, раковина высокая и узкая.

В морфокомплексе «Б_р» выделено семь морфотипов, которые разделены на подкомплексы: «Б_ра» – треугольные раковины, «Б_рб» – трапециевидные раковины, «Б_рв» – ромбовидные раковины. К подкомплексу «Б_ра» относятся морфотипы: Б_ра1 – раковина с выгнутым брюшным краем, перегиб спинного края приближен к макушкам раковины; Б_ра2 – раковина по форме представляет собой практически равнобедренный треугольник, длина больше высоты; Б_ра3 – раковина по форме близка к равнобедренному треугольнику, длина немного больше высоты раковины, перегиб спинного края находится практически посередине раковины, либо незначительно смещен к переднему либо заднему концу. У Морфотипа Б_ра4 длина значительно больше высоты, раковина уплощенная, перегиб спинного края приближен к заднему краю. К морфокомплексу «Б_рб» относится один морфотип Б_рб1 – с трапециевидной формой раковины, резких перегибов спинного края два, ближе к передней и задней части раковины. Подкомплекс «Б_рв» представлен двумя морфотипами – Б_рв1 и Б_рв2, ромбовидной формы, морфотип Б_рв2 отличается присутствием изгиба передней части спинного края.

Среди исследованных моллюсков, помимо описанных морфотипов, наблюдались переходные формы от одного морфотипа к другому. Следует отметить, что каждый из представленных морфотипов встречается в местах с различными условиями обитания, на различных грунтах, с различным положением в дризе. Это может свидетельствовать о влиянии на форму раковины не только условий окружающей среды, но и генетических особенностей организма.

Список литературы:

- Андрусов Н. Ископаемые и живущие Dreissensidae Евразии. Санкт-Петербург, 1897. 686 с.
Атлас беспозвоночных Каспийского моря / под ред. А.Я. Бирштейна, Л.Г. Виноградова, Н.Н. Кондакова и др. М.: Пищевая промышленность, 1968. 416 с.
Thomas W., Therriault a Margaret, F. Docker, a Marina I. Orlova et al. Molecular resolution of the family Dreissenidae (Mollusca: Bivalvia) with emphasis on Ponto-Caspian species, including first report of *Mytilopsis leucophaeata* in the Black Sea basin // Molecular Phylogenetics and Evolution, 2004. № 30. P. 479–489.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК РАЗНОГО ПОРЯДКА ПО СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. ДНЕПР, РБ)

Т.П. Липинская

ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,
220072, Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27, liptan86@mail.ru

Для оценки современного экологического состояния рек целесообразно изучение тех компонентов водных экосистем, которые могут служить надежными показателями изменений внешней среды, в том числе, и антропогенного характера. К числу таких компонентов принадлежат организмы макрозообентоса, имеющие достаточно продолжительный жизненный цикл и отражающие изменения окружающей среды за длительный промежуток времени (Винберг, Алимов и др., 1977; Балущкина, 2002). В сообществах макрозообентоса при различных видах антропогенной нагрузки и в силу естественных причин происходят изменения структурных характеристик, как общего, так и специфического характера (Балущкина, 2002).

Одной из важных характеристик при изучении функционирования лотических экосистем является трофическая структура макрозообентоса (Голубков, 2000; Алимов, 2006), которая «служит чутким индикатором антропогенного воздействия» (Баканов, 2000).

Цель исследования: оценить экологическое качество воды рек разного порядка по структурно-функциональным показателям сообщества макрозообентоса.

Материал и методы исследований

Исследования проведены в бассейне р. Днепр. Выбор створов был произведен таким образом, чтобы на данных участках отсутствовали прямые или косвенные источники загрязнений, а сама река характеризовалась естественным режимом (отсутствием мелиоративных мероприятий, плотин и т.д.).

Пробы макрозообентоса собраны согласно стандарту ISO7828 в конце апреля 2010 г. с помощью гидробиологического сачка. Пробы отбирали в прибрежной зоне на глубине 0.5–0.7 м. На изучаемых створах определяли следующие показатели: температуру, pH, электропроводность, содержание растворенного O₂, скорость течения, а также описывали растительность в точке отбора проб и на берегах. До-

полнительно брали пробы для гидрохимического анализа на содержание следующих ионов: Ca^{2+} , Mg^{2+} , св. Cl , NO_3^- .

При описании ландшафтной и гидроморфологической характеристики обследованных створов за основу были приняты показатели, разработанные для стран ЕС в программе AQEM (Manual..., 2002).

Были изучены следующие реки: правый берег р. Березина (д. Прибрежное, Березинского р-на) – крупная река 5-го порядка, левый берег р. Птичь (1.5–2 км вверх по течению д. Васильки, Пухавичского р-на) – средняя река 4-го порядка и правый берег рек Уша (0.5 км вверх по течению д. Уша, Березинского р-на) и Гайна (2.5 км вверх по течению д. Каменка, Борисовского р-на) – малые реки 2-го и 4-го порядка соответственно.

В таблице 1 представлены ландшафтные и гидроморфологические характеристики створов изучаемых рек бассейна Днепра. Пробы отбирались ранней весной, поэтому на реках Березина и Гайна наблюдался разлив.

Таблица 1. Ландшафтная и гидроморфологическая характеристика створов

Показатель	Характеристика створа			
	р. Березина, д. Прибрежное	р. Птичь, д. Васильки	Р. Гайна, д. Каменка	р. Уша, д. Уша
Координаты	N 53°54'29 E 028°5'51	N 53°33'56 E 027°49'24	N 54°21'11 E 028°17'14	N 53°58'30 E 028°49'25
Тип русла	пологое	глубокое	глубокое	пологое
Уровень воды	разлив	в берегах	разлив	в берегах
Скорость течения в точке отбора проб, м/с	отсутствует	4.85	3.23	3.88
Тип растительности на берегах	поливидовой гетерогенный	поливидовой гетерогенный	одновидовой	поливидовой гетерогенный
Тип растительности в точке отбора проб	полузатопленная прибреж- ная растительность	осока	осока, аир	осока
% покрытия растительно- стью в точке отбора	-	15	90	30
Тип субстрата	компактный	неизвестный	компактный	размытый
Общее описание субстрата	заиленный песок	глинистый	песок, камни до 10 см	глинистый
Наличие др. предметов на дне	полузатопленные деревья	нет	полузатопленные деревья	полузатопленные деревья
Окружающие земли	дачные участки	с/х земли	кустарники	с/х земли
Температура, °C	17.7	10.0	9.6	9.7
pH	6.86	8.23	7.88	7.93
TDS, ppm	103	217	148	140
O ₂ , мг/л	6.5	13.2	3.3	-

На створе Березины отмечена достаточно высокая температуры воды (17.7 °C) по сравнению с другими створами, что связано с отсутствием течения в точке отбора проб и временем отбора проб. Электропроводность наиболее высокой была на створе р. Птичь (217), а минимальная – на створе р. Березина (103).

Результаты и их обсуждение

Донные биоценозы рек разного порядка характеризовались богатой и разнообразной фауной макрозообентоса, в которой представлены все основные таксономические группы донных организмов.

В результате проведенного исследования было собрано и изучено 806 экземпляров водных беспозвоночных, находящихся на личиночной и имагинальной стадии развития. Количество особей в пробе варьировало от 103 (р. Гайна) до 317 экземпляров на одну пробу (р. Птичь). В составе донной фауны обследованных створов выявлен 71 вид и таксонов беспозвоночных более высокого ранга, относящихся к трем типам и шести классам (табл. 2).

Таблица 2. Таксономическая структура сообщества макрозообентоса в реках разного порядка

№ п/п	Тип	Класс	Количество		
			Семейств	Родов	Видов
1.	ANNELIDAE	Hirudinea	2	2	2
2.	MOLLUSCA	Bivalvia	2	3	1
		Gastropoda	9	9	21
3.	ARTHROPODA	Arachnida	1	-	-
		Crustacea	2	2	2
		Insecta	25	33	45
Всего	3	6	41	49	71

Наиболее разнообразно в бентофауне представлены насекомые – 45 видов, что составило 63.4% от общего числа видов макрозообентоса рек бассейна Днепра.

Наибольшее количество различных таксонов было обнаружено на створе р. Уша (табл. 3), наименьшее количество родов и семейств на створе р. Березина. На всех створах сумма видов так называемого «реофильного комплекса» (веснянки, поденки и ручейники) была одинаковой (16), за исключением створа на р. Птичь (9).

Таблица 3. Количество различных таксонов в реках бассейна Днепра

Количество	Створы			
	р. Березина	р. Птичь	р. Гайна	р. Уша
Семейств	14	19	21	26
Родов	13	21	25	30
Видов	21	12	32	40
ЕРТ*	16	9	16	16

Примечание. * – Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera.

Видовой состав и процент содержания в пробах представителей отр. Ephemeroptera от общего числа особей составил: 0.10% – р. Гайна; 0.03% – р. Уша; 0.02% – р. Березина; в пробах на створе р. Птичь поденки не обнаружены. Исходя из этого, наиболее чистыми оказались малые реки Уша и Гайна, а менее чистыми – реки Березина и Птичь. Следует отметить, что такие же данные были получены и по сумме видов ЕРТ+СВО (Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera + Coleoptera + Bivalvia + Odonata). На р. Уша количество видов ЕРТ+СВО было наибольшим – 27, а на створе р. Птичь – наименьшим (14).

По типу питания представители макрозообентоса относились к различным экологическим группам: соскребатели, хищники, фильтраторы, собиратели. На всех створах количество хищников превалировало над остальными группами. На исследованных участках рек оно колебалось: от 19.94% (р. Птичь), до 25.79% (р. Уша); количество фильтраторов – от 0.62% (р. Березина) до 4.10% (р. Уша); соскребатели – 17.99% (р. Уша) до 22.30% (р. Березина); собирателей – от 5.93% (р. Березина) до 10.03% (р. Птичь). Таким образом, количество групп собирателей выше на створе р. Птичь, а доля хищников (% от общего количества функциональных групп) была максимальной на створе р. Уша. Увеличение доли собирателей (детритофагов), а также уменьшение доли хищников указывает на то, что трофическая структура бентоса упрощается в связи с изменением экологического качества воды.

Анализируя данные по трофической структуре макрозообентоса рек бассейна Днепра, в целом можно отметить, что наиболее загрязненным створом является створ на р. Птичь, а наименее загрязненным – на р. Уша.

Заключение

Изучены структура и функциональные группы макрозообентоса на створах рек разного порядка бассейна р. Днепр (Березина, Птичь, Уша и Гайна). В составе донной фауны рек был выявлен 71 вид макрозообентоса. Представители класса насекомых составляли 63.4% от общего числа видов. Высокое видовое разнообразие фауны водных насекомых и большая численность группировки видов, чувствительных к загрязнению водотоков, в целом указывает на относительно высокое качества воды в изучаемых реках бассейна Днепра.

На всех створах рек в трофической структуре бентосного сообщества доминировали хищники.

Поскольку, таксономическая и трофическая структура макрозообентоса достаточно жестко связана с величинами загрязнения речных экосистем, можно сделать вывод, что наиболее загрязненным створом является створ на р. Птичь, а наименее загрязненным – на р. Уша.

Список литературы

- Алимов А. Ф. Роль биологического разнообразия в экосистемах / Вестник РАН. 2006. Т. 76, № 11. С. 989–994.
- Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутр. вод. 2000. № 1. С. 68–82.
- Балушкина Е.В. Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р. Ижоры. Оценка качества вод р. Ижоры по структурным характеристикам донных животных / Е.В. Балушкина // Биология внутр. вод. 2002. № 4. С. 61–67.
- Винберг Г.Г., Алимов А.Ф., Балушкина Е.В., Никулина В.Н., Финогенова Н.П., Цалолихин С.Я. Опыт применения разных систем биологической индикации загрязнения вод // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., 1977. С. 124–131.
- Голубков С.М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых. Труды ЗИН РАН. Т. 284. СПб, 2000. 294 с.
- Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the water framework directive. Version 1.0. 2002. Ресурс доступа: www.aqem.de.

БЕНТОФАУНА ВОДОЕМОВ В КАЛЬДЕРЕ ВУЛКАНА УЗОН И ДОЛИНЕ ГЕЙЗЕРОВ (КАМЧАТКА)

¹Л.Е. Лобкова, ²В.В. Чебанова

¹Кроноцкий государственный биосферный природный заповедник,
Камчатский край, г. Елизово, ул. Рябикова, д. 48, lel47@mail.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
г. Москва, ул. В. Красносельская, 17, salmon2@vniro.ru

Кальдера вулкана Узон (Н_{абс.} 700 м) и Долина Гейзеров (Н_{абс.} 400 м) расположены в районе Узон-Гейзерной тектонической депрессии на центральном участке Восточного тектонического пояса Камчатки. На территории этих природных объектов в 2001–2007 гг. эпизодически собирали личинок и имаго амфибиотических насекомых, в июле 2009 г. провели первую бентосную съемку с помощью рамки (0.018 м²), обтянутой капроновым газом № 15. Имаго и личинок ручейников, сирфид, эфидрид, стратиомид, а также имаго типулид и лимониид определили сотрудники ЗИН РАН В.Д. Иванов, Л.В. Зимина, М.Г. Кривошеина и Н.М. Парамонов, моллюсков – С.Н. Перова (ИБВВ РАН). Уточнение видовой принадлежности личинок хирономид провели сотрудники БПИ ДВО РАН М.А. Макаренченко и О.В. Зорина. При указании возраста личинок хирономид приняты обозначения: LII, LIII, LIV, личинки IV возраста со вздутыми грудными сегментами – LIV+.

На плоском дне кальдеры Узона (8×12 км) общая площадь термоаномалий составляет 0.061 км². Воды газогидротермальных источников Восточного термального поля характеризуются кислой реакцией и общей минерализацией 3.5–5 г/л. В составе спонтанных газов доля CO₂ составляет 42.8–95.8%, N 1.1–45.75, H₂S 0.03–6.5%, CH₄ 0.08–20.1%. В термальных водоемах одноклеточные водоросли, в основном диатомовые, тионо- и цианобактерии образуют взвеси и плавающие альгобактериальные маты.

Наиболее разнообразно население ручьев кальдеры, протекающих вне зоны термопроявлений (табл. 1).

Таблица 1. Численность донных беспозвоночных в водотоках кальдеры, тыс. экз./м²

Показатель, таксон	Руч. Комариный		Руч. Кислый		
	русло	заводь	русло	заводь 1	Заводь 2
Температура воды, °С	8-11	29	8-12	14	28
pH	6.5	5.5	4.2	4.2	2.3
Diptera					
Chironomidae					
<i>Diamesa geminata</i> Kieff.	4.2	1.3	-	-	-
<i>Diamesa</i> gr. <i>insignipes</i>	0.5	0.3	0,3	-	-
<i>Lappodiamesa vidua</i> (Kieff.)	0.2	+	-	-	-
<i>Orthocladius</i> juv.	0.1	-	-	-	-
<i>Pentaneurella</i> sp.	0.2	+	-	-	-
<i>Chironomus</i> sp. 1	-	+	+	2.6	3.5
<i>Diplocladius cultriger</i> Kieff.	-	-	0.7	1.1	-
<i>Orthocladius</i> (<i>M.</i>) <i>frigidus</i> Zett.	-	-	0.7	-	-
Simuliidae juv.	1.1	-	-	-	-
Limoniidae					
<i>Dicranota bimaculata</i> (Schum.)	+	-	+	-	-
Psychodidae					
<i>Pericoma</i> sp.	+	-	-	-	-
Syrphidae					
<i>Eristalinus</i> (<i>E.</i>) <i>sepulchralis</i> L.	-	-	-	0.2	+
Ephydriidae					
<i>Cnestrum lepidopes</i> Becker	-	-	-	-	+
<i>Paracoenia fumosalis</i> Cresson	-	-	-	-	+
Trichoptera					
Hydropsychidae					
<i>Ceratopsyche nevae</i> Kol.	+	-	-	-	-
Oligochaeta					
Lumbriculidae					
	+	-	+	-	-

Примечание. + – единичные личинки.

Так, в верховьях небольшого руч. Комариного (1 м/с) на шлако-галечном дне с обрастаниями *Hydrurus* обнаружены 5 видов хирономид, из них *Diamesa geminata* (LIV+) в количестве 4.2 тыс. экз./м². Кроме того, в этом биотопе найдены единичные зрелые личинки двукрылых *Dicranota bimaculata*, *Pericoma* sp., ручейников *Ceratopsyche nevae*, ранняя молодь мошек и олигохеты-люмбрикулиды. Только в нижнем

течении этого ручья появляются заводи с термальными выходами. На шлаковом дне одной из них обитали одни хирономиды, причем, кроме обычных в верховьях ручья видов, встречались и единичные личинки *Chironomus* sp. 1, характерные для закисленных термальных водоемов кальдеры.

В среднем течении руч. Кислого, собирающего стоки многочисленных газогидротермальных источников, вода холодная, сильно закисленная, дно покрыто пиритовым шлаком. На этом участке русла в июле относительно многочисленны были личинки хирономид *Diamesa* gr. *insignipes* (LIII; LIV), *Orthocladius frigidus* (LII-LIV) и *Diplocladius cultriger* (LII; LIII). Старшие личинки *Chironomus* sp. 1, *D. bimaculata* и олигохеты встречались единично. В нижнем течении этот ручей протекает по заболоченному берегу оз. «Серного» и в его русле появляются многочисленные заводи со взвесью аморфной серы, которая окрашивает воду в бело-голубой цвет. Условия обитания в них зависят от соотношения ручьевых и озерных вод. Так, заводь с преобладанием холодной ручьевой воды в массе населяли старшие личинки *Chironomus* sp. 1 (LIV+) и ранняя молодь *D. cultriger*, а в заводи, сильно прогреваемой и закисляемой озерными водами, кроме массовых *Chironomus* sp. 1 (LIV+), встречались относительно многочисленные сирфиды *Eristalinus sepulchralis* и единичные личинки двух видов эфидрид.

Как показали многолетние наблюдения, *E. sepulchralis* – самый распространенный и массовый вид сирфид кальдеры Узона, населяющий не только мелкие термальные ручьи и побережье озер сульфатного типа, но и газогидротермальные сероводородные источники. Его личинки встречаются на глубине до 0.2 м в густой желто-зеленой взвеси с тионовыми бактериями и под альгобактериальными матами при температуре воды 16–50° С и рН 1.5–6.0, особенно многочисленны вблизи выходов сероводорода. Личинки *E. sepulchralis* питаются тионовыми бактериями и играют существенную роль в круговороте и осаждении серы в гидротермах кальдеры (Лобкова и др., 2007).

В прибрежье небольших бессточных озер Фумарольное, «Серное», Восьмерка и Хлоридное с подводными пульсирующими источниками и сильным запахом сероводорода температура воды колеблется в пределах 24–38° С, рН 1.5–4.0, пиритовый шлак на дне покрыт мощным слоем ила. На мелководьях этих водоемов обнаружены только личинки хирономид *Chironomus* sp. 1 и сирфид *E. sepulchralis*. Максимальная численность хирономусов наблюдалась в оз. Восьмерка (Т 24–28° С, рН 2.5): в 10 м от берега – 3.5 тыс. экз./м² разновозрастных личинок, у берега – 4.5 тыс. экз./м² личинок (LIV+), предкукол и кукол. Сирфиды встречались по периметру всех озер, но особенно обильны были в мелководном оз. Хлоридном – на участке с температурой 31–33 °С и рН 4.1 их численность достигала 10.0 тыс. экз./м².

На заболоченной гидротермальной площадке (Т 28–32 °С), находящейся на берегу оз. Фумарольного, в микроводоемах с рН 1.5 обнаружены личинки *Chironomus* sp. 1 (LIII) и крупные личинки льюинок *Stratiomys validicornis* Lw. в количестве 1.2 и 0.4 тыс. экз./м², а в микроводоемах с рН 3.0 – хирономиды *Diamesa* gr. *insignipes* (LIV; LIV+) и зрелые личинки мокрецов *Palpomyia* (*P.*) *lineata* (Mg.) численностью 0.9 и 0.7 тыс. экз./м².

В качественных сборах, проводившихся в ручьях-стоках газогидротермальных источников и в прибрежье различных озер Восточного термального поля, встречались также имаго и личинки лимонид *Symplecta* (*S.*) *hybrida* Mg., эфидрид *Ephydra scholtzi* Becker, *Parydra aquila* Fallen, *P. fossarum* Haliday, *Scatella costalis* Hendel, *S. crassicosta* Becker, *S. stagnalis* Fallen, сирфид *Anasimyia* (*A.*) *lunulata* Mg., *A. (E.) lineata* F., *Helophilus hybridus* Lw., *H. lapponicus* Wahlb., *Sericomyia silentis* (Harris), *Platycheirus immarginatus* (Zett.), *P. peltatus* (Mg.), *Pyrophæna platigastra* Lw., клопов *Gerris* (*L.*) *rufoscutellatus* Latr., *Callicorixa praeusta* Fieb. и жуков *Colymbetes dahuricus* (Aubé), *Cercyon* (*C.*) *marinus* Thomson, *Cyphon variabilis* Thb. Из них следует выделить лимонид *S. hybrida* и эфидрид *S. crassicosta*, *S. stagnalis*, которые обычно встречаются совместно. Способность личинок этих видов сохранять активность при температуре воды до 42–48 °С позволяет им в массе заселять биотопы вблизи изливов газогидротермальных источников.

Всего в водоемах кальдеры обнаружены 31 вид двукрылых, 1 – ручейников, 2 – клопов, 3 – жуков и олигохеты-люмбрикулиды. В Долине Гейзеров термальные воды относятся к хлоридно-натриевому типу с общей минерализацией < 2.4 г/л и нейтральной реакцией. Долина представляет собой глубокий каньон, протяженностью около 4 км. По его дну протекает р. Гейзерная, принимающая стоки расположенных на склонах гейзеров и термальных источников. Ранее общая площадь термоаномалий в Долине составляла 1.3 км², но после горного обвала в июне 2007 г. существенно сократилась, поскольку мощный грязекаменный сель заполнил долину руч. Водопадного с многочисленными термальными источниками. Сель перекрыл также нижнее течение р. Гейзерной и в центральной части каньона образовалось озеро глубиной до 25 м. В настоящее время сток воды из озера осуществляется по новому руслу реки, врезанному в тело плотины на глубину 8–10 м. Поскольку река выносит в озеро большое количество обломочного материала, в его верхней части постепенно формируются обширные плесы, песчано-каменистые косы и острова (Дрознин и др., 2008).

В водоемах Долины обнаружены личинки 46 видов амфибиотических насекомых, из них по разнообразию и обилию выделялись хирономиды. В небольшом горном руч. Теремковом с каменистым дном вода вблизи термоплощадки прогревается до 18–20 °С. При этом на стрежне ручья в массе (1.7 тыс. экз./м²) обитали хирономиды пяти видов р. *Diamesa* (LIII; LIV; LIV+), обычных для холодноводных горных водотоков Камчатки (Чебанова, 2009), а вдоль берегов и в заводях встречались несколько видов ортокладиин и танитарзин (табл. 2).

В слабопроточных микроводоемах термоплощадки Теремковой (Т 25–38 °С) и в термальном оз. Медвежьем (Т 30–38 °С), расположенном на Озерном участке Долины, господствовали хирономиды подсем. Chironominae и фитофильные ортокладиины р. *Cricotopus*. В прибрежье р. Гейзерной (Т 18–20 °С), на участке русла от гейзера Жемчужный до озера, чаще других встречались обычные в горных реках хирономиды *Eukiefferiella* gr. *claripennis*, в верхней части озера (Т 14–24 °С) их замещали *Micropsectra polita* и *Paratanytarsus grimmii*. Максимальная численность хирономид наблюдалась на термоплощадке Теремковой – до 40.0 тыс. экз./м². Интересно отметить, что в прибрежье реки у гейзера Жемчужный под камнями живут многочисленные личинки *E.* gr. *claripennis*, хотя во время регулярных, каждые 3 часа, изливов гейзера температура воды на этом участке достигает 70 °С.

Кроме хирономид на дне водоемов обнаружены личинки еще 14 видов двукрылых. На термоплощадке Теремковой обитали диксы *Dixella amphibia* (De Geer), *D. serotina* Mg., лвыинки *Odontomyia microleon* (L.), мухи *Lispe* sp., эфидриды *Ochthera japonica* Clausen, а также встречавшиеся в кальдере Узона эфидриды *P. fossarum*, *P. aquila*, *S. costalis*, сирфиды *H. hybridus* Lw. и лимонииды *S. hybrida*. Численность лвыинок, береговушек и лимониид достигала 1.5, 0.8 и 0.5 тыс. экз./м². На камнях в русле руч. Теремкового найдены личинки и куколки мошек *Cnetha subcostata* (Takahasi) в количестве 0.2 тыс. экз./м² и единичные лимонииды *D. bimaculata*, в оз. Медвежьем – лимонииды *Ormosia (O.) lineata* Mg., в р. Гейзерной – мокрецы *Palpomyia* gr. *flavipes* и не поддающаяся определению молодь (LI) типулид. В оз. Гейзерном в местах впадения термальных стоков у кромки воды встречались личинки эфидрид *S. costalis* и лимониид *S. hybrida*.

Таблица 2. Распределение личинок хирономид в водоемах Долины Гейзеров

Таксон	Руч. Теремковый		Оз. Медвежье (термальное)	Р. Гейзерная	
	русло	термоплощадка		русло	озеро
Сем. Chironomidae					
Подсем. Tanypodinae					
<i>Derotanypus sibiricus</i> Krugl., Tshern.	–	–	+	–	–
<i>Procladius (H.) choreus</i> Mg.	+	++	+	–	–
<i>Psectrotanypus</i> sp.	+	+++	++++	–	–
Подсем. Diamesinae					
<i>Diamesa aberrata</i> Lundb.	+++	–	–	–	–
<i>D. bertrami</i> Edw.	++	–	–	–	–
<i>D. davisii</i> Edw.	++	–	–	+	–
<i>D. geminata</i> Kieff.	+	–	–	–	–
<i>D. gr. insignipes</i>	+++	–	–	+	–
Подсем. Orthoclaadiinae					
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>brehmi</i>	+++	–	–	–	–
<i>E.</i> gr. <i>claripennis</i>	++	+	+	++++	+
<i>Cricotopus (I.)</i> gr. <i>silvestris</i>	++	++++	+	+	+
<i>C. (s. str.)</i> gr. <i>tibialis</i>	+++	++++	+	+	+
<i>Orthocladus (O.)</i> sp.	–	–	–	+	–
<i>Psectrocladius (s.str.) sordidellus</i> Zett	+	++	–	–	–
<i>Pseudosmittia</i> sp.	+	+	–	–	++
Подсем. Chironominae					
<i>Chironomus</i> sp. 2	–	++++	++++	–	–
<i>Micropsectra polita</i> Malloch	++	++++	++	–	+++
<i>Paratanytarsus grimmii</i> (Schneider)	+	+++	+++	–	+++
<i>Paratanytarsus</i> sp.	+	+	–	–	–
<i>Tanytarsus volgensis</i> Miseiko	+	++	++	–	–
<i>T.</i> gr. <i>lugens</i>	+	++	–	–	–
<i>Sergentia coracina</i> Zett.	–	++++	+++	–	+

Примечание. + – встречаемость < 20%, ++ – < 40%, +++ – < 60%, ++++ – < 80%.

Личинки 9 видов ручейников обнаружены в руч. Теремковом и в р. Гейзерной. Только в ручье – *Apatania zonella* Zett. и *Onocosmoecus unicolor* Banks, только в реке – *Arctopsyche ladogensis* Kol., *Cera-*

topsyche nevae Kol., *C. kozhantschikovi* Mart., *Glossosoma intermedium* Klap. и *Hydatophylax nigrovittatus* McL., *Apatania stigmatella* (Zett.), в обоих водотоках – *Brachycentrus americanus* Banks.

В ручье ручейники распределяются неравномерно, личинки р. *Apatania* и *O. unicolor* (0.6 тыс. экз./м²) обитают в истоке у снежника, *B. americanus* (0.8 тыс. экз./м²) – ближе к термоплощадке при температуре воды 18 °С. Интересно отметить, что в соседнем руч. Водопадном до обвала личинки типичного кренофила *A. zonella* встречались при температуре 28 °С. В р. Гейзерной, принимающей многочисленные термальные стоки, температура воды зимой 22–28 °С и только во время июньского половодья и периодических дождевых паводков опускается ниже 10 °С. При таком необычном для Камчатки температурном режиме ручейники обитали по всему руслу реки, из них по встречаемости и обилию выделялись *C. nevae*, *C. kozhantschikovi*, *B. americanus* и *A. stigmatella*. На камнях численность старших личинок р. *Ceratopsyche* достигала 3–4 тыс. экз./м², *B. americanus* – 6.0 тыс. экз./м². У стоков термальных источников (Т 38 °С) численность молоди *B. americanus* на камнях достигала 25.0 тыс. экз./м². После обвала 2007 г. ручейники остались в незатопленном русле реки, а через год *C. nevae*, *C. kozhantschikovi* и *A. ladogensis* стали осваивать песчано-каменистые косы, намываемые рекой в верхней части озера.

Хотя в водоемах Долины обитает много представителей отр. Coleoptera, в пробах бентоса встречались только личинки *Enochrus* (*L.*) *quadripunctatus* Herbst. На площадке Теремковой их численность достигала 0.2 тыс. экз./м².

Кроме перечисленных видов амфибиотических насекомых, в различных водоемах Долины Гейзеров в 2000–2008 гг. были собраны личинки и имаго: ручейников *Micrasema gelidum* McL., *Limnephilus stigma* Curt., *L. fenestratus* Zett., лимонид *Metalimnobia quadrimaculata* L., *M. bifasciata* (Schrank), типулид *Tipula* (*Lunatipula*) *flaccida* Alexander, *T. (Schummelia) variicornis* Schummel, *T. (Vestiplex) laccata* Lundstrom and Fray, *Phoroctenia vittata* (Mg.), сирфид *Helophilus pendulus* L., *Eristalis tundrae* Frey и встречавшихся в кальдере Узона *H. lapponicus*, *A. lunulata*, *A. lineata*, *P. immarginatus*, *P. peltatus*, *P. platigastra*, эфидрид *E. scholtzi*, *S. crassicosta*, *S. stagnalis*, клопов *Callicoryxa producta* Fieb. и общих с кальдерой *C. praeusta*, *G. rufoscutellatus*, жуков *Hygrotus* (*Coelambus*) *impressopunctatus* (Schaller), *H. (C.) mongolicus* Jak., *Graphoderus zonatus* Hoppe, *Agabus* (*Acatodes*) *arcticus* (Payk.), *Ilybius angustior* (Gull.), *Rhantus notaticollis* (Aubé), *Dytiscus circumcinctus* Ahr., а также общих с кальдерой *C. dahuricus*, *C. marinus* и *C. variabilis*.

Всего в водоемах Долины Гейзеров обнаружено 53 вида двукрылых, 12 – ручейников, 3 – клопов и 10 – жуков. Следует отметить, что в этот перечень амфибиотических насекомых не включили поденок и веснянок, которые в Долине встречаются очень редко и до сих пор не изучены. В сборах 2001–2002 гг. находили единичных поденок предположительно сем. Ephemerellidae и веснянок сем. Perlodidae и Chloroperlidae, в 2009 г. в р. Гейзерной у стока гейзера Великан нами был найден экзувий личинки поденки *Baetis bicaudatus* Dodds.

В термальных озерах и ручьях Долины обитают также многочисленные моллюски, из них чаще других встречаются брюхоногие *Lymnaea termokamschatica* Kruglov et Starobogatov. По термальным ручьям этот вид проник в оз. Гейзерное и за 3 года его существования в массе заселил прибрежные мелководья – до 8.0 тыс. экз./м². В термальном оз. Медвежьем найдены мелкие двустворчатые моллюски *Sphaerium* sp. и *Parasphaerium nitidum* (Clessin), численностью до 0.4 тыс. экз./м². Только в озерах встречались единичные олигохеты-люмбрикулиды и наидиды.

Таким образом, в водоемах Восточного термального поля кальдеры Узона обнаружено 38 таксонов беспозвоночных, в Долине Гейзеров – 84 таксона, из них 24 таксона встречаются на обеих территориях. Очевидно, что небольшое разнообразие бентофауны кальдеры связано не столько с температурным режимом водоемов, сколько с химическим составом термальных вод и спонтанных газов.

Список литературы

- Дрознин В.А., Движайло В.Н., Муравьев Я.Д. Оползень 3 июня 2007 г. в Долине Гейзеров на Камчатке // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Петрозаводск: Изд. «Севкавгипроводхоз». 2008. С. 41–44.
- Лобкова Л.Е., Баринаева Е.С., Дулов Л.Е., Гальченко В.Ф. Взаимоотношения личинок мух *Eristalinus sepulchralis* с микроорганизмами в гидротермах кальдеры Узон (Камчатка) // Микробиология. 2007. Т. 76. С. 405–415.
- Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд. ВНИРО. 2009. 172 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ ОЗЕР КОНОШСКО-ВЕРХНЕВАЖСКОГО ЛАНДШАФТА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Лобуничева

Вологодская лаборатория ФГНУ «ГосНИОРХ»,
160012, г. Вологда, ул. Левичева, 5, lobunicheva_ekat@mail.ru

Особенности озерных экосистем часто обуславливают сложную пространственную структуру водных организмов, в том числе и зоопланктона. В малых водоемах неоднородность распределения зоопланктона по акватории проявляется в первую очередь в различиях двух основных зон озер – пелагической и литоральной. Выраженность этих зон в озере и комплекс экологических условий в их пределах непосредственно влияют на структурные показатели зоопланктона водоемов.

В работе отражены результаты изучения пространственной структуры зоопланктона трех малых озер Коношско-Верхневажского ландшафта Вологодской области, принадлежащих к бассейну оз. Воже. Данный ландшафтный район характеризуется как моренно-холмистый среднетаежный с низкими показателями озерности. В связи с особенностями четвертичной истории озера сконцентрированы лишь в западной части этого ландшафта, которая была подвержена влиянию последнего оледенения. Особенности геологического строения и исторического развития ландшафтного района обусловили многие черты современных малых водоемов в его пределах. Так, например, в отличие от водоемов других ландшафтов Вологодской области, озера Коношско-Верхневажского ландшафта отличаются изолированностью от крупных водных объектов, различиями в происхождении и спецификой морфометрических показателей. Отсутствие в настоящее время непосредственной связи с водными объектами влияет на видовой состав водных организмов и темпы естественного и антропогенного эвтрофирования озер. Особенности морфометрии большинства озер ландшафта, а именно значительные глубины, их резкое нарастание и сложность котловин в сочетании с низкими показателями открытости, оказывают важное влияние на распределение планктонных организмов в водоемах.

Исследованные малые озера Коношско-Верхневажского ландшафта отличаются по некоторым характеристикам (табл. 1). Более крупным является Пертозеро, озёра Долгое и Святое сравнимы по площади. Ледниково-аккумулятивное происхождение озер Святое и Пертозеро обуславливает сложное строение дна этих водоемов. Пертозеро отличается резким нарастанием глубин и небольшой площадью литоральной зоны. Напротив, оз. Святое характеризуется обширной зарастающей мелководной зоной с самым высоким среди изученных озер разнообразием ассоциаций макрофитов. В оз. Долгое, которое имеет бороздообразную форму котловины, литоральная зона практически не выражена и заросли макрофитов тянутся узкой полосой вдоль берега. В составе зарослевой зоны изученных водоемов в наибольшей степени выражены пояса воздушно-водных растений (*Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*) и растений с плавающими листьями (*Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*). По сравнению с другими водоемами области менее выражены в этих озерах ассоциации разных видов рдестов.

Таблица 1. Основные характеристики малых озер Коношско-Верхневажского ландшафта Вологодской области

Показатель	Название озера	Долгое	Пертозеро	Святое
Происхождение котловины		подпрудное	ледниково-аккумулятивное	
Площадь, км ²		0.72	1.16	0.52
Длина, км		5.30	2.46	1.72
Ширина средняя, км		0.15	0.40	0.30
Глубина максимальная, м		32.00	13.80	9.40
Глубина средняя, м		8.10	7.20	5.00
Коэффициент открытости*		0.09	0.16	0.10
Биомасса фитопланктона, мг/л		1.94	1.93	0.37

Примечание. Коэффициент открытости рассчитывается как отношение площади водоема к его средней глубине (Верещагин, 1930).

Изучение особенностей пространственного распределения зоопланктона в озерах Коношско-Верхневажского ландшафта проводилось в 2007–2008 гг. Сбор гидробиологического материала осуществлялся с мая по октябрь в пелагической и литоральной частях озер. В литорали отбор проб зоопланктона проводили в доминирующих в водоеме растительных ассоциациях, на участках с примерно равной плотностью и однородной видовой структурой растений. Доля доминирующего вида, как правило, составляла более 90% от общего числа растений. Сбор проб проводился согласно стандартным методикам (Методика изучения ..., 1975) с помощью количественной сети Джеди (сито № 70), для уточнения видового состава зоопланктона отдельно брались пробы смывов организмов с растений разных видов.

В составе зоопланктона малых озер Коношско-Верхневажского ландшафта обнаружено 90 видов коловраток и ракообразных. Зоопланктон сравнительно глубоких озёр Долгое и Пертозеро отличается достаточно высоким видовым сходством (индекс Чекановского-Сьеренсена – 72.0%). Это связано со слабым развитием зарослевой зоны и однородностью её структуры, что обуславливает небольшую долю фитофильных видов в составе зоопланктона этих озёр.

Для зоопланктонных сообществ литоральной зоны изученных озер характерно большее видовое богатство (табл. 2). В пределах различных растительных ассоциаций водоемов развивается целый комплекс видов, не свойственных пелагическим участкам. Это представители коловраток (*Dissotrocha*, *Monommata*, *Mytilina*), а также многие виды ветвистоусых ракообразных из семейств Chydoridae (*Acroperus harpae*, *Alona quadranularis*, *Graptoleberis testudinaria*, *Pleuroxus truncatus truncatus*, р. *Camptocercus*) и Daphniidae (*Daphnia longiremis*, *Scapholeberis mucronata*). Особенно обширный комплекс специфичных для заросшей литорали видов зоопланктонов развивается в оз. Святое.

Таблица 2. Структурные показатели летнего зоопланктона разных биотопов малых озер Коношско-Верхневажского ландшафта Вологодской области

Показатель	Пертозеро		Долгое		Святое	
	1 (n=15)	2 (n=14)	1 (n=13)	2 (n=15)	1 (n=13)	2 (n=24)
Видовое богатство	30	43	36	47	35	59
$H_{битN}$	2.75±0.55	2.67±0.24	3.62±0.11	3.13±0.14	3.33±0.44	3.40±0.19
$H_{битB}$	2.78±0.15	3.11±0.17	3.33±0.19	3.30±0.18	2.66±0.44	3.00±0.22
I_{SN}	0.32±0.12	0.29±0.06	0.11±0.008	0.18±0.02	0.17±0.07	0.15±0.02
I_{SB}	0.22±0.02	0.17±0.02	0.14±0.02	0.16±0.03	0.30±0.1	0.2±0.04
N_{clad}/N_{cop}	0.94±0.39	1.44±0.50	0.28±0.03	0.78±0.15	0.32±0.06	1.66±0.67
W_{cp}	0.009±0.003	0.004±0.0008	0.008±0.001	0.005±0.0006	0.009±0.001	0.01±0.004

Примечание. 1 – пелагиаль, 2 – заросшая литораль; $H_{битN}$ – индекс видового разнообразия Шеннона по величинам численности зоопланктона, $H_{битB}$ – индекс видового разнообразия Шеннона во биомассе, I_{SN} – индекс доминирования Симпсона по численности, I_{SB} – индекс доминирования Симпсона по биомассе, N_{clad}/N_{cop} – отношение численностей кладоцер и копепоид, W_{cp} – средняя индивидуальная масса зоопланктонных организмов (мг).

Для оз. Святое с выраженной обширной зарослевой зоной характерен сформированный комплекс видов-обитателей зарослей. Кроме того, многие типично пелагические виды (*Daphnia cristata*, *Thermocyclops oithonoides*, *Mesocyclops leuckarti* и др.) в этом водоеме также достигают в зарослевой зоне достаточно высокой плотности (более 1.6 тыс. экз./м³). Для озер Долгое и Пертозеро характерно высокое сходство видового состава зоопланктона литорали и пелагиали. В Пертозере комплекс видов зоопланктона, характерных лишь для зарослевых сообществ практически не выделяется. В течение всего периода наблюдений лишь несколько видов были обнаружены строго в тех или иных растительных ассоциациях, но были как правило малочисленны (до 0.5 тыс. экз./м³). Четкая приуроченность к ограниченным по площади ассоциациям рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*) была характерна лишь для популяции *Biareptura affinis*, которая в летний период достигала плотности до 7.0 тыс. экз./м³.

В оз. Долгое наиболее специфичным видовым составом отличался зоопланктон ассоциаций кубышки желтой (*Nuphar lutea*), которая на отдельных участках этого водоема формирует достаточно густые заросли. Помимо общих с другими биотопами озера видами, в этой растительной ассоциации высокой численности (в среднем 0.8 тыс. экз./м³, а в отдельные периоды до 5.8 тыс. экз./м³) достигали *Biareptura affinis* и фитофильные циклопы – *Ectocyclops phaleratus*, *Eucyclops macrurus*, *Macrocyclops albidus*, *Thermocyclops crassus*. Так как другие растительные ассоциации (*Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Nymphaea candida*) имеют весьма ограниченное распространение (в виде узкой полосы вдоль берега) в пределах акватории этого озера, это обуславливает общность их зоопланктонных сообществ с сообществами пелагической части.

Показатели видового разнообразия зоопланктона в зарослевых и пелагических участках во всех озерах сходны. Несколько выше величины индекса Шеннона литорального планктона, рассчитанные по биомассе, что обусловлено разнообразием размерной структуры зоопланктона зарослевых биотопов. Для зарослевого зоопланктона изученных малых озер характерны также сходные с пелагическими сообществами величины индексов доминирования. Уровень доминирования по величинам плотности планктона закономерно более низкий, чем по биомассе (табл. 2).

Для всех изученных водоемов характерен более высокий уровень развития зарослевого зоопланктона (рис. 1). Доминантами в составе зоопланктона по величинам биомассы в пелагических участках являются веслоногие ракообразные, в зарослевых биотопах – кладоцеры. Наибольшие различия в уровне развития между сообществами пелагиали и заросшей литорали характерны для зоопланктона озер Долгое и Пертозеро (рис. 1). Несмотря на малую площадь зарослевой зоны в оз. Долгом, именно в растительных

ассоциациях этого водоема складываются наиболее благоприятные для зоопланктеров условия. Основу зоопланктона пелагических участков этого водоема составляют преимущественно коловратки и мелкие веслоногие ракообразные. Ветвистоусые ракообразные, как правило, не достигают в этих сообществах высокой численности. Именно массовое развитие кладоцер (*Ceriodaphnia laticaudata*, *Diaphanosoma brachyurum*), а также эвритопного циклопа *Mesocyclops leuckarti* обеспечивает высокие величины биомассы зоопланктона (до 1.2 г/м³) в зарослях воздушно-водных растений озера. Наибольшей численности в составе зарослевого зоопланктона в условиях интенсивного прогрева воды достигают мелкие коловратки (*Kellicotia longispina*, *Filinia longiseta*) и *Bosmina obtusirostris*, которые в совокупности составляют на некоторых участках до 70.0% от общей численности планктона.

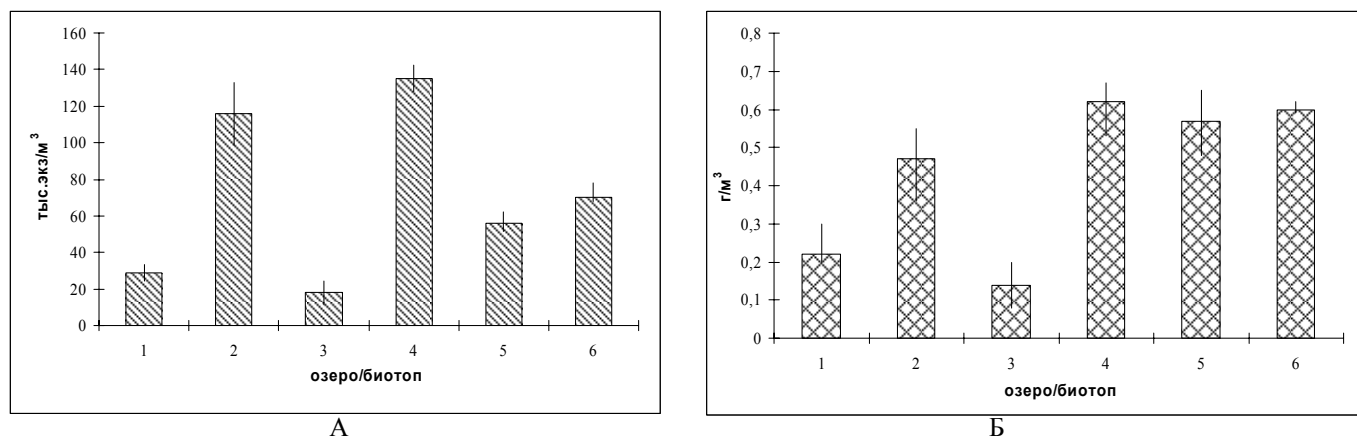


Рис. 1. Численность (А) и биомасса (Б) зоопланктона в разных биотопах озер моренно-холмистого ландшафта. 1, 2 – пелагиаль и заросли Пертозера; 3, 4 – те же биотопы оз. Долгое; 5, 6 – оз. Святое.

В Пертозере наибольшего уровня развития (около 240.0 тыс. экз./м³ и 1.1 г/м³) достигает зоопланктон ассоциаций *Nuphar lutea*, за счет коловратки *Kellicotia longispina* и массово развивающихся в густых зарослях циклопов (преимущественно *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*). Массовое развитие этих зоопланктеров в летний период характерно и для растительных ассоциаций других водоемов моренно-холмистых ландшафтов. В отличие от других озер основу биомассы зоопланктона литорали Пертозера составляют копеподы, за счет развития *Eudiaptomus gracilis*. В оз. Святое численность и биомасса зоопланктона зарослей и открытой воды отличаются незначительно (рис. 1). Это обусловлено небольшой площадью озера и характером его зарастания, которые способствуют интенсивному переносу организмов в пределах водоема.

Среди малых водоемов области озера Коношско-Верхневажского моренно-холмистого ландшафта отличаются сравнительно низким уровнем развития зоопланктонных сообществ (Лобуничева, 2009). Интегральные кривые плотности и биомассы зоопланктона имеют одновершинный характер. Однако максимумы численности и биомассы зоопланктона в озерах наблюдаются в разные периоды. Наибольшее влияние на очертания кривых средних численности и биомассы оказывают количественные показатели развития литорального зоопланктона.

В озерах Святое и Пертозеро наибольшая плотность и биомасса зоопланктона наблюдаются в середине лета, когда в литорали массово развиваются коловратки и циклопы (*Heterocope appendiculata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Eudiaptomus graciloides*). В оз. Святое также отмечается небольшой подъем биомассы зарослевого зоопланктона в июне за счет резкого всплеска численности крупного рачка *Sida crystallina crystallina*. Сезонная динамика численности и биомассы пелагических сообществ зоопланктона этих озер определяется развитием коловраток и веслоногих ракообразных. Так, подъем численности зоопланктона в пелагиали озер в июне связан с массовым размножением *Kellicotia longispina*, в августе – *Keratella cochlearis*, *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*. В Святом озере в начале осени наблюдаются примерно равные величины плотности зоопланктона открытых участков и зарослей. Наибольшие величины биомассы пелагического планктона в оз. Святое наблюдаются в июле, когда в условиях максимального прогрева воды развиваются крупные Calanoida – *Heterocope appendiculata* и *Eudiaptomus graciloides*. В сравнительно глубоководном Пертозере максимальные величины биомассы характерны для зоопланктона пелагиали в августе. Помимо указанных выше видов копепод значительный вклад в биомассу пелагического планктона этого озера вносит крупная коловратка *Asplanchna priodonta*.

В наиболее глубоководном водоеме ландшафта – оз. Долгое максимум развития зоопланктона смещен на вторую половину лета. Зоопланктонные сообщества пелагических участков озера мало подвержены сезонным колебаниям уровня развития. Доминантами, как по численности, так и по биомассе в зоопланктоне пелагиали являются веслоногие ракообразные. Сообщества зоопланктона литорали харак-

теризуются двумя максимума развития в июне и августе. В эти периоды наблюдается сравнительно равномерное развитие всех групп зоопланктеров. Доминантами по численности в заросшей литорали в этот период являются *Asplanchna priodonta*, *Kellicotia longispina*, *Filinia longiseta*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Sida crystallina crystallina*, по биомассе – *S. crystallina crystallina*, *Mesocyclops leuckarti*.

В целом сезонная динамика численности зоопланктона в пелагиали изученных озер обусловлена колебаниями уровня развития коловраток и веслоногих ракообразных. Для зоопланктонных сообществ литоральной зоны доминирование какой-либо одной группы беспозвоночных выражено в меньшей степени. Колебания биомассы зоопланктона в пелагиали определяются в основном циклопами, а в литорали фитофильными кладоцерами.

Выявленные особенности пространственного распределения зоопланктона в малых озерах Коношско-Верхневажского ландшафта подтвердили необходимость изучения литоральных сообществ водоемов, как для выяснения разнообразия водных организмов, так и для понимания особенностей динамики и функционирования сообществ. Морфологические особенности котловин изученных озер обуславливают разную выраженность в них литоральной зоны, что в свою очередь отражается на особенностях гидробионтов. Так, в составе зоопланктона оз. Святое с обширной и интенсивно заросшей мелководной зоной четко выделяется комплекс видов, развивающихся в заросшей литорали, при этом величины численности и биомассы зоопланктона разных участков этого водоема отличаются незначительно. Напротив, в двух других озерах, где литоральная зона менее выражена, отмечено значительное сходство видового состава литорального и пелагического планктона и существенные различия в количественных показателях развития зоопланктона этих зон водоемов. Преобладание в составе зарослей изученных озер ассоциаций воздушно-водных растений или растений с плавающими листьями обуславливает более низкий, по сравнению с другими малыми водоемами области, уровень развития зоопланктона озер. Таким образом, специфика пространственной структуры зоопланктона малых озер во многом обусловлена ландшафтными особенностями этих водоемов и территории, где они сформировались.

Список литературы

- Верещагин Г.Ю. Методы морфометрической характеристики озер // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. 1930. Ч. II, вып. I. С. 3–114.
- Лобуничева Е.В. Зоопланктон малых озер разных ландшафтов Вологодской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2009. 25 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 158 с.

МЕТАСООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА ЗАБОЛАЧИВАЮЩИХСЯ ОЗЕР В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.Г. Стойко, Ю.А. Мазей

Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского
г. Пенза, Лермонтова, 37, tgstojko@mail.ru, yurimazei@mail.ru

Метасообщество (по аналогии с более распространенным понятием метапопуляция) определяется как совокупность локальных сообществ, объединенных распространением (миграциями) потенциально взаимодействующих видов (Gilpin, Hanski, 1991; Liebold et al., 2004). Теория метасообщества описывает процессы, происходящие на более высоком уровне по сравнению с классической экологией локальных сообществ. К настоящему времени концепция метасообщества остается преимущественно теоретической; эмпирические исследования, выполненные в русле этой методологии, остаются малочисленными (Liebold et al., 2004). Вместе с тем, она позволяет осуществлять мультимасштабный подход к анализу организации биологических сообществ и, соответственно, находить более реалистичные пути к пониманию процессов формирующих биоценозы.

Базируясь на методологии метасообществ, мы исследовали зоопланктонные сообщества 9 сфагновых водоемов из двух физико-географических районов Пензенской области: Засурского возвышенного лесного района и Кададинско-Узинского увалисто-холмистого лесостепного района. Для первого района на востоке характерны максимальные для области абсолютные высоты, около 340 м, а к западному его пределу, ограниченному руслом р. Суры, снижаются до 154–188 м над уровнем моря. Климат лесного Засурья холоднее других районов области. Преобладают широколиственно-сосновые и сосновые леса, в которых встречаются болота, преимущественно травяные (низинные). Во втором районе более высокая и расчлененная восточная часть занята островными лиственными, преимущественно дубовыми, лесами с примесью липы и березы.

В Засурье три водоема (далее С1, С2, С3) исследованы в Светлополянском лесу. Эти болота расположены на небольшом водоразделе, где много речушек, притоков р. Суры, а в связи с этим территория значительно заболоченная. Лесной массив используется городским населением как рекреационная зона. Наиболее развитая болотная растительность и наименьшая нарушенность в оз. Безымянное (С1), в ос-

талых торф в большей (С3) или меньшей (С2) степени выработан. Еще по три водоема из Засурья и Кададинско-Узинского лесостепного района находятся на водоразделах, расположенных значительно выше над уровнем моря. Кузнецкие болота объединяют три водоема: из окрестностей с. Мордовский Качим (К1), оз. «Светлое» расположено на участке «Верховья Суры» заповедника «Приволжская лесостепь» (К2) и оз. «Светлое», находящееся на границе заповедной зоны в Ульяновской области (К3). От К1 к К3 уменьшается степень заболоченности. Верховимские болота (В1, В2, В3) из лесостепного района левобережья р. Суры, располагаются на правом берегу р. Кадада. Сукцессионные стадии их развития примерно одинаковы, отличаются они только размерами.

Каждый из водоемов представляет собой часть метасообщества, формирующегося на конкретном водоразделе. Целью настоящей работы было изучить видовой состав и структуру зоопланктона в трех метасообществах, формирующихся в сфагновых озерах на разных водоразделах в лесостепи Среднего Поволжья.

Пробы зоопланктона отбирали сетью Апштейна. При этом фильтровали 50 л поверхностной воды. Для подсчета количества зоопланктона использовали камеру Богорова. Каждый раз пробы отбирали с лодки в четырех наиболее типичных участках озер. Всего проанализировано 16 проб.

В зарастающих болотах обнаружено 166 видов: 111 коловраток, 35 ветвистоусых и 20 видов веслоногих раков. Это значительно дополняет уже известный список видов аналогичных водоемов (Стойко, Мазей, 2005, 2005 а; Иванов и др., 2006). В каждом из водоемов количество видов колеблется от 18 до 74. 15 видов из списка – *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Lecane (s. str.) brachydactyla* (Stenroos, 1898), *L. (M.) constricta* (Murray, 1939), *L. (M.) crenata* (Harring, 1913), *L. (M.) lunaris* (Ehrenberg, 1832), *Monommata* sp. мелкая, *Rotaria* sp., *Chydorus sphaericus* (Müller, 1785), *Daphnia longispina* Müller, 1785, *Polyphaemus pediculus* (Linne, 1778), *Scapholeberis mucronata* (Müller, 1776), *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841), *S. vetulus* (Müller, 1776), *Streblocerus serricaudatus* (Fischer, 1849), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) – фоновые, встречаются в более чем 70% водоемов. Редких видов, обнаруженных только в одном из болот, значительно больше – 66 (В1 – 4, В2 – 6, С1 – 16, С2 – 11, С3 – 14, К1 – 4, К2 – 4, К3 – 7).

В озерах среди коловраток и рачков, присутствуют эврибионтные организмы, а также виды, которые характерны для зарастающих водоемов. Больше половины коловраток – обычные обитатели болот. Из кладоцер – *Simocephalus serrulatus*, *Streblocerus serricaudatus*, *Scapholeberis mucronata* и *Polyphemus pediculus* – типичные виды болотных сообществ.

Видовой состав богаче во всех светлополянских болотах, возможно оттого, что в этой части Засурья, близко к пойме р. Суры и ее притоков, расположено много аналогичных водоемов, откуда возможно расселение видов. Иными словами, большее по размеру метасообщество в Светлополянском лесу приводит к формированию более богатых локальных сообществ. Более того, видовой состав в каждом из светлополянских водоемов отличается друг от друга больше, чем в пределах кузнецких и верхозимских. Достаточно высокая однородность сообществ в каждом из последних двух водоемах возвышенной восточной части области, по-видимому, связана с тем, что они находятся в изоляции (размер метасообщества меньше).

Почти во всех водоемах доля доминирующих видов составляет только 50% по численности и 40% по биомассе, тогда как в прудах и пойменных водоемах этот показатель больше 70%. В комплексе доминантов по численности преобладают коловратки *A. fissa*, *C. hippocrepis*, *L. ismailoviensis*, *K. cochlearis*, *P. dolichoptera*, *Polyarthra* sp., *Rotaria* sp. и 2 вида рачков *P. pediculus*, *S. serricaudatus*. По биомассе среди доминантов в основном ракообразные – *Ch. sphaericus*, *D. brachyurum*, *P. truncata*, *P. pediculus*, *S. mucronata*, *S. serrulatus*, *Eu. gracilis*, *H. saliens*, *C. abyssorum* и два вида коловраток – *P. dolichoptera*, *Rotaria* sp.

В некоторых озерах (С1, С3 и К3) обнаружена коловратка *Conochilus unicornis*, характерная для северных водоемов России, а в других (В1, К1, К3) – веслоногий рак *Heteroscoelus saliens* нечасто встречаемый в водоемах области (Стойко, Мазей, 2005б). Последний вид обитает в пелагиали крупных озер и в совсем мелких водоемах вплоть до пересыхающих луж. В центральных районах России (Костромской, Ярославской, Московской, Владимирской, Тверской губерниях и Татарии) он обнаружен только в мелких водоемах.

Таким образом, видовое богатство и гетерогенность локальных сообществ зависит от размера метасообществ, частями которых они являются. В пределах крупных метасообществ формируются более богатые видами и более неоднородные локальные сообщества зоопланктона. В изолированных и небольших по размеру метасообществах видовое разнообразие значительно ниже.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (10-04-00496-а).

Список литературы

- Иванов А.И., Мазей Ю.А., Стойко Т.Г., Серебрякова Н.Н. Экосистемы моховых болот Пензенской области: современное состояние // Проблемы охраны и экологического мониторинга природных ландшафтов и биоразнообразия. Сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. Пенза: ПГСХА, 2006. С. 37–39.
- Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Структура сообщества зоопланктона озера «Большое Моховое» // Охрана биологического разнообразия и развитие охотничьего хозяйства России. Сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. Пенза: ПГСХА, 2005. С. 70–72.
- Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Зоопланктон надпойменных водоемов в бассейнах рек Суры и Мокши // Биоресурсы и биоразнообразии экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Матер. межд. совещ. посв. 10-летию Саратовского филиала ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. Саратов: СГУ, 2005 а. С. 232–234.
- Стойко Т.Г. Мазей Ю.А. Фаунистический обзор организмов зоопланктона Пензенских водных экосистем // Пензенское краеведение: опыт, перспективы развития. Матер. обл. конференции. Т. II. Пенза: ПКМ, 2005 б. С. 77–85.
- Gilpin M. E., Hanski I. A. Metapopulation dynamics: empirical and theoretical investigations. London: Academic Press, 1991.
- Leibold M.A., Holyoak M., Mouquet N., Amarasekare P., Chase J.M., Hoopes M.F., Holt R.D., Shurin J.B., Law R., Tilman D., Loreau M. Gonzalez A. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology // Ecology Letters. 2004. Vol. 7. P. 601–613.

ВЛИЯНИЕ УРОВЕННОГО РЕЖИМА НА СОСТОЯНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ И ЗАРАСТАЕМОСТЬ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю.А. Малинина, Е.Э. Сони́на, Е.И. Филинова

Саратовское отделение ФГНУ ГОСНИОРХ, г. Саратов, ул. Чернышевского, 152, MJul@rambler.ru

Зарегулирование р. Волги каскадом водохранилищ разрешает вопросы энергетике, ирригации и оказывает двойственное влияние на состояние гидрозкосистемы. Многолетние исследования, проведенные на Волгоградском водохранилище, показали, что с одной стороны произошло значительное увеличение количества разнообразных биотопов, возросло видовое обилие и биопродукционный потенциал водоема. С другой стороны продолжительный (более 2 недель) сброс воды (до 13.8 м при НПУ – 15 м) при высоких температурах (выше 20 °С) приводит к критической дестабилизации сообществ литорали водохранилища.

Отмирание высшей водной растительности в зоне осушения приводит к гибели зоофитоса, (биомасса которого достигает 15–20 г/м²). Для зоопланктона отмечено снижение количественных показателей (численности в 150 раз, биомассы в 2.5 раза) и разнообразия на мелководных участках, где регистрируется интенсивное гниение погруженной растительности. Однако, если зоопланктонные сообщества способны к быстрому восстановлению при благоприятных условиях, то для зообентоса при регулярных продолжительных стрессовых воздействиях осушения литорали характерно переформирование сообществ.

Осушение значительных площадей мелководной зоны Волгоградского водохранилища вследствие сработки уровня воды (более чем на 2–3 суток) приводит к гибели малоподвижных групп макрозообентоса. При высоких температурах воздуха (более 25 °С) в первую очередь погибают представители малакофауны, не способные мигрировать. Отмечена смена доминирующих видов зообентоса: аборигенных брюхоногих моллюсков сем. Viviparidae заменили представители сем. Dreissenidae, способные быстро восстанавливать численность популяции за счет высокой плодовитости (максимальная биомасса на осушенных участках составляет 0.5 кг/м²). На периодически осушаемых участках биомасса дрейссены на порядок ниже, чем на постоянно обводненных биотопах (Филинова, 2003). Популяция дрейссены на осушаемых мелководьях представлена в основном сеголетками, в то время как на глубоководных биотопах возраст моллюсков достигает 5–6 лет.

При высыхании грунтов литоральной зоны отмечена гибель значительной части мягкого бентоса (биомасса до 1 г/м²), концентрирующегося в основном на поверхности и в толще грунта на глубине 1–2 см. В результате зарегистрировано значительное снижение продуктивности донных сообществ (Филинова, 1989).

В 2009 г. в связи с ранней сработкой уровня и низким стоянием воды в течение вегетационного сезона, на модельных участках мелководий средней зоны водохранилища (Красноярская пойма, мелководья у с. Пристанное и с. Усть-Курдюм) наблюдалось увеличение площадей, занятых прибрежно-водной растительностью. Граница распространения зарослей гелофитов (тростника, рогозов, камыша, ежеголовника) сместилась на 3–5 м в сторону водного зеркала. Значительно увеличились площади зарастания растительности зоны заплеска (гигрофиты) – клубнекамыш, осока, сусак, ситник. Проективное покрытие зарослей гелофитов составляло 30–50%. Фитомасса прибрежноводной растительности колебалась от 0.9 до 2.5 кг/м² (абсолютно сухой вес).

В то же время, в связи с сокращением мелководий в результате падения уровня, уменьшились площади, занятые гидрофитами (рдестом пронзеннолистным, блестящим, шелковником, урутью, роголистником и др.). Низкая прозрачность воды привела к уменьшению развития придонных растений (элодеи), которые в предыдущие годы занимали доминирующее положение по показателям обилия, проективного покрытия и уровню развития фитомассы. Особенности уровня режима и высокая температура воды на мелководьях способствовали ускорению прохождения погруженными водными растениями фенологических фаз, раннему отмиранию и развитию нитчатых водорослей. Проективное покрытие гидрофитов на модельных участках составило 30–80%, фитомасса – 0.12 кг/м² (абсолютно сухой вес).

Интенсивное гниение высшей водной растительности, оставшейся на берегу в начале и середине межлетнего периода приводит к вторичному загрязнению водоемов (поступлению в водоем дополнительных органических веществ), что дает толчок к интенсивному цветению воды (развитию сине-зеленых водорослей), эвтрофикации водоема, то есть ухудшению качества воды, в том числе: критическому снижению кислорода в период нагула молоди вплоть до заморных явлений.

Одной из важнейших проблем многих водохранилищ Волжского каскада в настоящее время справедливо считается увеличение площадей, занятых высшей водной растительностью.

Основные причины этого явления две: увеличение площади мелководий вследствие продолжительного падения уровня воды и интенсификация процессов заиления ложа водохранилища (то есть поднятие дна водоема).

Увеличение заросших растительностью площадей в свою очередь приводит к снижению водообмена и заболачиванию мелководных биотопов. Таким образом, прогрессирующее зарастание в данном случае выступает как фактор, изменяющий в определенных пределах морфометрические параметры водоема. Для этого процесса характерно наличие положительной обратной связи: увеличение зарастания ведет к увеличению мелководных площадей, что, в свою очередь, стимулирует дальнейший процесс зарастания.

Таким образом, существующий в настоящее время гидрологический режим приводит к нарушению функционирования гидроценозов мелководий и, следовательно, к снижению продуктивности Волгоградского водохранилища в целом.

Список литературы:

- Филинова Е.И. Зообентос мелководий как один из факторов, определяющих уровень рыбопродуктивности волжских водохранилищ // Пути рационального использования волжских водохранилищ. Сб. научных трудов ГосНИОРХ, вып. 303, 1989. С. 108 – 118.
- Филинова Е. И. Структурно-фаунистическая характеристика и динамика зообентоса Волгоградского водохранилища. Дисс. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. 2003. 192 с.

ПОРОГОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАТИОНОВ ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА РЕЧНОГО РАКА В ПРЕСНЫХ ВОДОЕМАХ

В.И. Мартемьянов, А.С. Маврин

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, martem@ibiw.yaroslavl.ru*

Минеральный состав воды является важнейшим экологическим фактором, который существенно влияет на ареал, развитие, рост, устойчивость и физиологические процессы гидробионтов. При этом выживание какого-либо вида может осуществляться только в определенных диапазонах концентраций того или иного электролита, растворенного в воде.

Обмен многих веществ между организмом водных животных и средой осуществляется через жабры. Они имеют обширную поверхность, позволяя растворенному в воде кислороду легко проникать в кровь. Однако такая структура жабр имеет негативные последствия для водно-солевого обмена. Нами установлено, что содержание ионов в гемолимфе речного рака *Astacus astacus* L. существенно выше, чем в пресной воде (табл. 1).

Таблица 1. Содержание катионов в р. Ильдь и гемолимфе речного рака в природных условиях

Показатель	Гемолимфа, ммоль/л	Содержание катионов в речной воде		Градиент гемолимфа/среда
		мг/л	ммоль/л	
Натрий	178.0±2.5	15.2	0.66	270
Калий	7.1±0.5	3.6	0.09	79
Кальций	17.3±0.7	76.0	1.90	9
Магний	3.0±0.1	11.4	0.47	6

В силу этого обстоятельства между организмом и внешней средой создаются ионные градиенты, обуславливающие с определенной скоростью диффузию электролитов из внутренней среды через по-

верхность жабр в пресную воду. Часть ионов теряется из организма с мочой. Этим негативным процессам противостоят структуры (ионные насосы), расположенные главным образом в жабрах, которые осуществляют активный транспорт ионов из внешней среды в гемолимфу и выводят продукты жизнедеятельности, поддерживая осмотический, ионный и кислотно-щелочной баланс организма.

Уменьшение минерализации воды сопровождается увеличением нагрузки на системы обеспечения осмотического, ионного и кислотно-щелочного баланса организма. При достижении определенных минимальных концентраций того или иного электролита в воде, способность к поддержанию ионного гомеостаза нарушается. Вследствие этого границы ареала вида в низко минерализованных водоемах определяются предельно низкими (пороговыми) концентрациями различных ионов во внешней среде при которых возможно поддержание ионного баланса между организмом и средой.

Метод определения пороговых концентраций основан на измерении кинетических характеристик трех параметров: скорости потери ионов из организма во внешнюю среду, скорости их активного транспорта из среды в организм и чистого (результатирующего) потока, представляющего разность между потерями и активным транспортом. При реализации используемого способа, гидробионты вначале акклимируются к широкому ряду различных концентраций изучаемых ионов. После этого животных перемещают на непродолжительное время (15–30 мин) вначале в дистиллированную, а затем пресную воду. По изменению содержания электролитов в экспериментальных средах рассчитывают скорость потери ионов из гидробионтов в дистиллированную воду и скорость их активного транспорта организмом из пресной воды. Находят такие концентрации ионов в воде, при которых потери из организма выше, чем поступление, что свидетельствует о неспособности поддержания ионного баланса. Этот способ является очень трудоемким, из-за чего применяется редко. Полученные данные по пороговым концентрациям носят фрагментарный характер и имеют отношение к моллюскам (Виноградов и др., 1987; Виноградов, 2000; Виноградов, Биочино, 2005).

Нами (Мартемьянов, 2008) был апробирован более простой способ по выявлению предельно низких концентраций натрия, калия, кальция, магния во внешней среде необходимых для поддержания жизнедеятельности *Dreissena polymorpha*. Предельно низкие концентрации ионов в воде, характеризующие границу ареала речного рака в пресных водоемах, до сих пор не известны. Целью настоящего исследования явилось определение пороговых значений содержания ионов натрия, калия, кальция, магния в пресной воде, необходимых для выживания речного рака.

Работа выполнена на раках массой 11–27.6 г, отловленных в р. Ильдь (около д. Варвариха) 29 июля 2009 г при температуре воды 22.5 °С. У 9 раков была взята гемолимфа и пробы речной воды на определение содержания катионов (табл. 1). Другие 6 раков сразу после отлова из реки, промывались в дистиллированной воде, затем по одной особи помещались в 3 л банки, наполненные дистиллированной водой. Сразу после помещения животных в индивидуальные емкости, из них с определенными интервалами времени (указаны в табл. 2) отбирались пробы воды для анализа в ней содержания ионов натрия, калия, кальция, магния методом пламенной спектрофотометрии.

Таблица 2. Динамика содержания катионов в среде после посадки раков в дистиллированную воду

Время отбора проб	Концентрация ионов в воде, мг/л			
	Натрий	Калий	Кальций	Магний
0 час	0	0	0.15±0.13	0.05±0.01
1 - -	0	0	0.23±0.19	0.05±0.01
2 - -	0.17±0.03	0.04±0.02	0.22±0.15	0.06±0.00
4 - -	0.30±0.10	0.08±0.02	0.63±0.02	0.10±0.02
1 сут	0.96±0.13	0.28±0.02	1.53±0.78	0.13±0.05
2 - -	1.07±0.15	0.47±0.06	2.05±0.70	0.14±0.05
3 - -	0.70±0.15	0.53±0.04	1.07±0.25	0.12±0.02
4 - -	0.43±0.03	0.41±0.06	0.82±0.16	0.14±0.03
5 - -	0.33±0.03	0.30±0.03	0.67±0.09	0.03±0.01
6 - -	0.40±0.00	0.40±0.05	0.73±0.09	0.05±0.01
7 - -	0.47±0.07	0.48±0.04	0.77±0.01	0.07±0.01
8 - -	0.33±0.03	0.34±0.06	0.50±0.08	0.06±0.01
9 - -	0.33±0.07	0.23±0.03	0.57±0.12	0.05±0.01
11 - -	0.30±0.00	0.25±0.03	0.77±0.12	0.04±0.01
12 - -	0.27±0.03	0.27±0.07	0.60±0.08	0.03±0.00
13 - -	0.23±0.03	0.22±0.04	0.60±0.05	0.03±0.00

После помещения раков в дистиллированную воду, в начальный период наблюдалось постепенное повышение с определенными скоростями концентрации ионов в воде (табл. 2), свидетельствуя об их утечке из организма. На 5–13 сутки эксперимента содержание катионов в воде стабилизировалось на

определенных уровнях, указывая на достижение ионного баланса между организмом и средой. То есть, скорости потерь ионов из организма и их обратный транспорт были уравновешены между собой, в результате чего содержание электролитов в воде имело стабильные значения.

Равновесное состояние обмена ионов натрия между организмом раков и средой наступило при достижении его уровня в дистиллированной воде 0.26–0.3 мг/л (табл. 3). Эти концентрации являются нижним пределом для распространения раков в пресноводных водоемах. У раков, содержащихся в дистиллированной воде, концентрация натрия в гемолимфе снизилась на 35%, по сравнению с животными из природной среды (табл. 1). Это показывает, что в низко минерализованной воде раки не способны удерживать натриевый гомеостаз на высоком уровне.

Таблица 3. Пороговые концентрации катионов в экспериментальной воде и гемолимфе раков в лабораторных условиях

Показатель	Гемолимфа, ммоль/л	Пороговые концентрации ионов в экспериментальной воде		Градиент гемолимфа/среда
		мг/л	ммоль/л	
Натрий	115.8±2.9	0.28±0.02	0.0123±0.0009	9415
Калий	4.2±0.3	0.24±0.02	0.0062±0.0005	677
Кальций	21.6±2.1	0.63±0.05	0.0158±0.0012	1367
Магний	4.3±0.2	0.038±0.003	0.0016±0.0001	2687

Выявлено, что для речного рака пороговые концентрации ионов калия в воде (0.22–0.26 мг/л) близки к таковым, полученным для натрия (табл. 3). Полученные результаты свидетельствуют, что раки не могут осваивать пресноводные водоемы с более низкими концентрациями калия в среде.

У раков, помещенных в дистиллированную воду, равенство между потерями и транспортом ионов кальция наступало при достижении его уровня в среде 0.58–0.68 мг/л (табл. 3). При более низких концентрациях кальция раки не могут выживать в пресной воде.

Как показывают полученные данные, раки обладают чрезвычайно высокой способностью транспортных структур поглощать ионы магния из внешней среды. У животных, помещенных в дистиллированную воду, равенство между потерями и транспортом ионов магния наступало при достижении его уровня в среде 0.035–0.041 мг/л (табл. 3). Пороговые концентрации для ионов натрия и калия близки между собой, но несколько выше по сравнению с таковыми для магния. Хуже всего раки способны извлекать из воды ионы кальция. Требуется более высокие концентрации этого элемента в воде по сравнению с магнием, натрием и калием.

Уменьшение минерализации воды до пороговых значений сопровождается существенным увеличением градиентов ионов между внутренней и внешней средой раков (табл. 3). Так, по отношению к природным значениям (табл. 1), при пороговых концентрациях, градиенты ионов между внутренней и внешней средой раков возросли для натрия, калия, кальция, магния, соответственно, в 35, 9, 152, 448 раз. Эта ситуация усиливает нагрузку на системы обеспечения осмотического, ионного и кислотно-щелочного баланса организма, требуя на это дополнительных энергетических затрат. На основе этого можно предполагать, что с уменьшением минерализации воды темп роста раков будет снижаться.

По сравнению с содержанием ионов в речной воде (табл. 1), пороговые концентрации (табл. 3) ниже в среднем в 54, 15, 121, 300 раз, соответственно, для натрия, калия, кальция, магния. Видно, что наименьшие различия между содержанием ионов в речной воде и пороговыми концентрациями наблюдаются для ионов калия. Это показывает, что в природных условиях лимитирующим фактором для раков является содержание калия в воде.

Данных по пороговым концентрациям ионов во внешней среде для других видов гидробионтов очень мало (табл. 4).

Таблица 4. Пороговые концентрации катионов в среде для различных видов гидробионтов

Вид	Пороговые концентрации катионов в среде, мг/л				Ссылка
	Натрий	Калий	Кальций	Магний	
Речной рак	0.26–0.30	0.22–0.26	0.58–0.68	0.035–0.041	Настоящие данные Мартемьянов, 2008 Виноградов и др., 1987 Мартемьянов, Маврин, 2010
Дрейссена	1.63	0.06	11	0.24	
Шаровка	2.3	0.19	2	–	
Плотва	0.3–0.7	0.8–1.2	0.2–0.6	0.05–0.15	

Сравнительный анализ показывает, что способность извлекать ионы натрия и кальция из внешней среды у речного рака и плотвы является сходной, но лучше, чем у двустворчатых моллюсков дрейссены и шаровки. Пороговая концентрация ионов натрия в воде для рака ниже в 5.8 раза, чем у дрейссены и в 8.2 раза, чем у шаровки. По сравнению с изученными видами, дрейссена хуже всех способна поглощать

ионы кальция из воды. Пороговая концентрация ионов кальция в среде для дрейссены выше 5.5, 17.5, 27.5 раза по отношению к таковым, соответственно, для шаровки, рака и плотвы.

Дрейссена обладает наилучшей способностью поглощать ионы калия из воды. У речного рака и шаровки эта способность является сходной. Хуже всех способна извлекать из внешней среды ионы калия плотва. Пороговая концентрация ионов калия в воде для этого вида в 4.2 раза больше, чем для рака.

Речной рак обладает наиболее высокой способностью поглощать из воды ионы магния. Для плотвы пороговая концентрация ионов магния в среде несколько выше, чем у рака. Хуже всех способна извлекать из воды ионы магния дрейссена. По сравнению с раком, у дрейссены пороговая концентрация ионов магния во внешней среде выше в 6.3 раза.

Возникает вопрос: имеются ли в природных условиях водоемы, где содержание каких-либо ионов ниже пороговых значений для речного рака? В связи с этим, наряду с определением пороговых концентраций для разных видов гидробионтов, мы осуществляем исследования и сбор литературных данных по содержанию ионов в различных водоемах. Пока нами не выявлено водоемов, где содержание того или иного иона было бы ниже пороговых значений, выявленных для рака.

Выводы

Речные раки обладают структурами и системами, которые позволяют им эффективно поглощать различные ионы из внешней среды. Минимальные концентрации катионов во внешней среде, при которых транспортные системы раков способны извлекать ионы для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма, составляют для натрия 0.0114–0.0132 ммоль/л (0.26–0.30 мг/л), калия 0.0057–0.0067 ммоль/л (0.22–0.26 мг/л), кальция 0.0146–0.0170 ммоль/л (0.58–0.68 мг/л), магния 0.0015–0.0017 ммоль/л (0.035–0.041 мг/л). В природных условиях не выявлены пресноводные водоемы с содержанием катионов в воде ниже этих минимальных значений.

Список литературы

- Виноградов Г.А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных. М.: Наука, 2000. 216 с.
- Виноградов Г.А., Биочино Г.И. Физиологические особенности моллюсков *Dreissena polymorpha* (Pall.) и *Dreissena bugensis* (Andr.), обитающих в Рыбинском водохранилище // Биол. внутр. вод. 2005. № 3. С. 74–78.
- Виноградов Г.А., Клерман А.К., Комов В.Т. Особенности ионного обмена пресноводных моллюсков в условиях высокой концентрации ионов водорода и низкой минерализации внешней среды // Экология. 1987. № 3. С. 81–84.
- Мартемьянов В.И. Роль систем ионного транспорта в распространении дрейссены // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология. Лекции и материалы докладов I-ой Международной школы-конференции. Борок, 2008. С. 93–97.
- Мартемьянов В.И., Маврин А.С. Пороговые концентрации катионов в воде необходимые для поддержания ионного баланса между организмом гидробионтов и внешней средой // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Материалы III Международной конференции с элементами школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. Петрозаводск, 2010. С. 112–113.

СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ ОЛИГОХЕТ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С.Ф. Матчинская, Ю.В. Плигин

Институт гидробиологии НАНУ,

04210, Украина, г. Киев -210, проспект Героев Сталинграда, 12, hydrobiol@jgb.ibc.com.ua

Водохранилища являются водоемами нового «природно-антропогенного» типа искусственно созданного человеком. Однако возникшие не природным путем водохранилища формируются на базе природных компонентов. Изменения не совпадают с природным режимом, к которому водные организмы адаптировались в процессе исторического развития. Создание водохранилищ вносит коренные изменения в природную среду. Изучением этого вопроса занимался ряд исследователей на водохранилищах равнинных рек – Днепра, Волги, Дона. В процессе изучения становления и развития биоты водохранилищ была выдвинута Ф.Д. Мордухай-Болтовским гипотеза стадийности развития сообществ зообентоса [2] и получила подтверждение у ряда биологов, что позволило эту гипотезу перевести в ранг концепции становления и функционирования экосистем равнинных водохранилищ [5].

Киевское водохранилище заполнялось в течение 1965–1967 гг. его площадь составляет 922 км², объемом 3.73 км³, протяженность 100 км. Оно занимает верхнее положение в Днепроовском каскаде, благодаря чему создаются разнообразные условия, что в сочетании с большими площадями мелководья, способствуют богатству и разнообразию донных беспозвоночных. Одним из важнейших элементов биоты экосистемы водохранилищ Днепра является макрозообентос. В составе макрозообентоса существенную роль играют олигохеты благодаря широкому распространению, высоким показателям обилия и видовой разнообразия.

Целью работы было исследование многолетних качественных и количественных преобразований сообществ олигохет, процессов экологической сукцессии, в Киевском водохранилище происходящих с момента его создания и до настоящего времени.

Материалом для настоящей работы послужили результаты собственных исследований в период 2007–2009 гг. и литературные данные [1, 4, 3].

В Среднем Днепре, на участке которого было создано Киевское водохранилище, было обнаружено 56 видов олигохет принадлежащих к 5 семействам: Aeolosomatidae, Naididae, Tubificidae, Lumbriculidae, Enchytraeidae [1, 3].

На биотопах крупнозернистого перемытого песка русловой зоны широко распространенными видами были псаммореофилы, среди которых доминировали *Propappus volki* Michaelsen, *Chaetogaster krasnopolskiae* Lastockin. На слабо заиленном песке русла к ним присоединялись *Amphichaeta leydigi* Tauber, *Tubifex newaensis* Michaelsen. В побочных рукавах, где скорость была ниже, и появился наиллок, доминировали *T. newaensis*, *Isochaetides michaelseni* Lastockin. В заливах на заиленных песках преобладали *Limnodrilus hoffmeisteri* Michaelseni, *Limnodrilus udekemianus* Claparede, *Limnodrilus claparedeanus* Ratzel.

Таблица 1. Численность и биомасса олигохет (на 1 м²) на различных участках Киевского водохранилища в 1965–1967 гг.

Русловые заиленные пески						Залитая суша					
Верхняя часть водохранилища											
1965		1966		1967		1965		1966		1967	
экз.	г	экз.	г	экз.	г	экз.	г	экз.	г	экз.	г
780	0.79	97	0.65	977	1.12	577	2.42	289	1.9	311	0.68
Средняя часть водохранилища											
1427	8.77	116	0.74	2123	3.64	21	0.07	26	0.15	308	0.25
Нижняя часть водохранилища											
226	0.81	310	1.19	1199	2.16	5	0.008	113	0.53	560	1.08

В первые годы заполнения Киевского водохранилища (1965–67 гг.) [3] фауна олигохет макрозообентоса была достаточно разнообразной и состояла из 40 видов принадлежащих к 6 семействам: Aeolosomatidae, Naididae, Tubificidae, Lumbriculidae, Enchytraeidae, Lumbricidae. В этот период доминировали псаммореофильный и пелофильный комплексы. Реофильный характер фауны бывших русел наиболее ярко выражен в верхней части водохранилища. По мере передвижения к середине водохранилища и далее к плотине проточность этих участков становится все слабее, и донное население приобретает типичные черты пелофильного комплекса.

В состав верхней части водохранилища входят два отрога Припятский и Днепроовский.

Для Днепроовского отрога характерно наряду с типичными речными, мелководные озероподобные участки, большая часть их площади зарастает высшими водными растениями. Донные отложения в верхней части Днепроовского отрога представлены крупнозернистыми перемытыми песками, на котором были широко распространены *Ch. krasnopolskiae*, *Potamodrilus stephensoni* (Lastockin), *P. volki*, *Nais behningi* Michaelsen. Большинство из этих псаммореофилов уже исчезли к концу 1965 г. Только *P. volki* доминировал на протяжении 1965–1966 гг. По мере уменьшения скорости течения и появления наиллка появляются *T. newaensis*, *L. hoffmeisteri*. На залитой суше уже в конце 1965 г. еще встречались дождевые черви.

Бентос Припятского отрога в сравнении с бентосом Днепроовского отрога, как в видовом, так и количественном отношении несколько обеднен за счет выпадения некоторых псаммореофильных видов, однако при доминировании *P. volki*. По мере ослабления течения у берегов преобладали *T. newaensis*, *L. michaelseni*, а в заливах *L. hoffmeisteri*, *Potamotrix hammoniensis* (Michaelsen).

На мелководьях верхней части водохранилища в 1967 г. увеличилась площадь заростания высшими водными растениями: телорезом, манником, рдестами, роголистником и нитчатыми водорослями, где развиваются фитофилы. На супесчаных грунтах центральной поймы в первый год существования водохранилища все еще встречалось довольно много дождевых червей.

В состав средней части водохранилища входят Домантовский и Тетеревский заливы, где течение составляет от 5–10 см/сек до полного отсутствия, а глубины достигают 5–6 м. Здесь большие площади свободные от зарослей высшей водной растительности. В русловой зоне на спаде паводка встречаются принесенные сюда течением псаммореофильные организмы, а затем, по мере падения скорости течения и заиления русла, донная фауна пополняется пелорео- пелофильными организмами, а на вновь залитой суше также доминировали дождевые черви. Видовой состав бентоса на всей площади средней части в

1967 г. был почти однообразен и только на заиленных русловых песках несколько чаще, чем на залитой суше встречался *T. newaensis*. На глубинах доминирование перешло к *L. hoffmeisteri*.

В речной части Тетеревского залива, кроме русловых песков и залитой суши, были обнаружены серые илы, доминирующая роль на которых принадлежит *L. hoffmeisteri*, *P. hammoniensis*.

На Домантовском участке видовое разнообразие и количественное развитие олигохет богатое и разнообразное. На сильно заиленных песках, залегающих вдоль бывшего русла Днепра наиболее распространены *L. hoffmeisteri*, *Dero digitata* (Müller), *S. lacustris*, *Amphichaeta leydigi* Tauber, *Specaria josinae* Vejdosky при доминировали *L. hoffmeisteri*, *S. lacustris*.

Нижняя часть водохранилища характеризуется значительными глубинами (до 10–15 м) и небольшой площадью мелководных участков вдоль берегов. Основными биотопами являются заиленные русловые пески и залитая суша. Донная фауна количественно богата, однако более однообразная и беднее чем фауна верхней части водохранилища. Из состава донной фауны выпал псаммореофильный комплекс и часть пелореофильных организмов. В профундали доминировали *L. hoffmeisteri*, *I. michaelsoni*. В прибрежье среди растений нередки фитофильные виды [3].

В результате детального изучения изменений, которые претерпел видовой состав олигохет в ходе сукцессии сообществ олигохет, было установлено следующее. В первый год формирования водохранилища в верхней (речной части) еще встречается ряд псаммореофилов *Ch. krasnopolskiae*, *P. stephensoni*, *Nais behningi*, *P. volki*, хотя к концу года значительная часть этих видов уже исчезли, и доминирует только *P. volki*. В средней и нижней частях появляется значительное количество лимнофилов. Уже к концу первого года на залитой суше исчезают дождевые черви. Это период характеризуется как этап разрушения речных сообществ. На второй год исчезают псаммореофилы и уменьшается количество реофилов. Общая численность в сравнении с первым годом падает, отмечается массовое распространение *Chironomus plumosus* Linnaeus наступает второй этап формирования временной фауны водохранилищ или «мотылевый». Оба периода очень недлительные. На третий год существования водохранилища средняя и нижняя части интенсивно заселяются лимнофилами, в литоральной части появляются фитофильные виды. Общая численность олигохет в сравнении с вторым годом растет. С третьего года начинается период становления собственно экосистемы водохранилища. В глубоководных зонах нижней и средней частях водохранилища намечилось ядро будущего пелофильного ценоза, в состав которого входили такие олигохеты как *L. hoffmeisteri*, *P. hammoniensis* [3].

Дальнейшее исследование проводилось в 1992–1994 гг. (табл. 2). Днепро́вский речной район, расположенный в верхней части водохранилища, представляет собой типичный фрагмент Днепра с четко выраженным руслом и развитой придаточной системой [4]. Фауна олигохет, в основном, представлена реофильными видами (*I. michaelsoni*, *T. newaensis*) В старицах в заливах на фоне значительного илонакопления формируются типичные пелофильные комплексы с доминированием *Limnodrilus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *Potamotrix hammoniensis*. На заиленных песках притеррасных участков, среди водных растений доминировали *Stylaria lacustris* (d'Udekem), *Criodrilus lacuum* Hoffmeister.

Таблица 2. Численность и биомасса олигохет (на 1 м²) Киевского водохранилища по районам в июле 1992 и 1994 гг.

Показатель	Районы					
	Верхний		Средний		Нижний	
	Днепро́вский	Припятский	Домантовский	Тетеревский	Озерный	Приплотинный
Численность (экз.)	1845	1782	1289	1493	497	292
Биомасса (г)	2.15	4.09	5.69	2.44	0.63	0.83

Припятский район по своим гидролого-морфологическим признакам сходен с Днепро́вским. На глубинных станциях весьма распространены *T. newaensis*, *I. moldaviensis*. Ближе к мелководной зоне – *Potamotrix hammoniensis*, а на мелководных станциях в зарослях высших водных растений – *L. hoffmeisteri*, *Rhynchelmis limosella* Hoffmeister, *S. lacustris*.

Средняя часть Киевского водохранилища мелководная. Только на бывшем русле Днепра глубина достигает 6–9 м. На озерном участке Тетеревского района доминирующим видом олигохет были *P. hammoniensis*, *L. hoffmeisteri* и виды сем. Naididae. Речной участок характерен значительной проточностью и слабо заиленными песками в составе донных грунтов. Здесь сосредоточены, в основном, пелореофильные виды. На прибрежных участках с розреженными зарослями рдестов в незначительных количествах встречались *S. lacustris*, *Nais barbata*.

Домантовский район мелководный, с обширными зарослями водной растительности. Здесь доминантами и субдоминантами по биомассе являются *L. udekemianus*, *L. claparedianus*, *L. hoffmeisteri*, а среди растений *Nais barbata* Müller, *Nais pseudobtusa* Piguët, *N. variabilis* Piguët. В центральных и прирусловых участках доминируют *L. newaensis*, *I. michaelsoni*.

На озерном мелководном районе нижней части водохранилища с глубинами до 4–6 м, для которого характерен глинистый ил доминировали *P. hammoniensis*, *L. hoffmeisteri*. На слабозаиленном песке глубинных участков в малых количествах встречался *I. michaelisni*. Левый берег характерен наличием разреженных зарослей рдестов, в зоне которых доминировали *S. lacustris*, *Nais pseudobtusa*. Приплотинный район характерен большими глубинами (до 18 м) с сильно заиленным песком, и илом. На этих грунтах доминирует *L. hoffmeisteri*, иногда встречается *P. hammoniensis*.

При сравнении видового состава олигохет в 1965–1967 гг. и 1992–1994 гг. можно сказать, что спустя почти 30 лет после заполнения водохранилища видовой состав сообществ олигохет стабилизировался и в значительной степени соответствует сложившимся эдафическими условиями.

Последние исследования состояния сообществ олигохет Киевского водохранилища проводились в 2007–2009 гг. (табл. 3). В Днепровском районе верхней части водохранилища на мелком песке глубоководной зоны доминировал *I. michaelisni*, а на серых илах среди растений (кувшинка, роголистник) – *L. hoffmeisteri*, *L. claparedianus*. На мелководных участках черном илу с растительными остатками, среди зарослей рогоза доминировали *L. hoffmeisteri*, *Peloscolex ferox* (Eisen). В Припятском глубоководном районе на слабо заиленном песке наиболее распространенными были *T. newaensis*, *I. michaelisni*. На глинистом иле с массой отмерших моллюсков доминировал *L. hoffmeisteri*, *P. hammoniensis*.

Таблица 3. Численность (N, экз./ м²) и биомасса (B, г/м²) олигохет Киевского водохранилища (по участкам) в период 2007–2009 гг.

Участки водохранилища	2007 г		2008 г		2009 г	
	N	B	N	B	N	B
Верхняя часть	–	–	–	–	1238	4.78
Средняя часть	1679	2.42	986	1.67	1610	5.54
Нижняя часть	659	1.85	1777	2.09	543	3.91

В средней части водохранилища Домантовского участка в зоне глубоководных станций на сером иле с песком были широко распространены *L. hoffmeisteri*, *P. hammoniensis*. На прирусловых участках, среди зарослей кубышки доминировали *S. lacustris*, *Nais pseudobtusa*.

В мелководном Тетеревском заливе средней части водохранилища среди зарослей кувшинки на илах доминировал *L. hoffmeisteri*, *L. claparedianus*. В зарослях рогоза на заиленном песке с остатками растений – *L. hoffmeisteri*, *P. hammoniensis*. На не заросшей литорали – *S. lacustris*, *Potamothrix moldaviensis* (Vejdovsky et Mrazek). На глубинных станциях в зоне глинистого ила – распространены *P. hammoniensis*, *L. hoffmeisteri*.

Нижняя озерная часть водохранилища характеризуется слабым зарастанием высшими водными растениями, лишь вдоль берегов. В зарослях рдестов, доминируют *S. lacustris*, *N. pseudobtusa*, *Nais barbata* Müller. Среди зарослей тростника наиболее распространенными были *L. claparedianus*, *Peloscolex ferox*, *N. barbata*. На черных илах приплотинной глубоководной части водохранилища доминировал *L. hoffmeisteri*, *L. claparedianus*, а на серых илах – *P. hammoniensis*, *Psammoryctides albicola* (Michaelis).

Сравнивая видовое разнообразие и количественное развитие сообществ олигохет 1992 и 1994 гг. с материалами за 2007–2009 гг. можно сказать, что существенных изменений в видовом составе не произошло. Количественные изменения происходили лишь в пределах межгодовых флуктуаций. Таким образом, в ходе многолетних сукцессионных преобразований к настоящему времени фауна олигохет Киевского водохранилища представляет собой совокупность стабильных и высокопродуктивных сообществ, являясь компонентом биоты водной экосистемы пребывающей на стадии импульсной стабильности обусловленной динамикой гидрологического режима.

Список литературы

1. Гурвич В.В. Формирование микро и мезобентоса Киевского водохранилища// Киевское водохранилище Киев: Наук. думка, 1972. С. 342–364.
2. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Тр. Ин-та биол. водохранилищ. 1961. Вып. 4 (7). С.49–177.
3. Оливари Г.А. Макрозообентос Киевского водохранилища // Киевское водохранилище. Киев: Наук. думка, 1972. С. 364–388.
4. Плигин Ю.В. Многолетние изменения состава и количественного развития макрозообентоса Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. 2008. Т.44, № 5 С. 17–36.
5. Плигин Ю.В. Многолетняя сукцессия макрозообентоса Каховского водохранилища // Природничий альманах. Серія: біологічних наук. Випуск 7. Херсон, 2006. С. 186–198.

ПИТАНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ В 2000-Х ГОДАХ

А.И. Молодцова, А.А. Полянинова

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГУП «КаспНИРХ»),
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Запасы осетровых рыб в Каспийском бассейне формируются за счет естественного и искусственного воспроизводства. Одним из факторов, влияющих на состояние запасов осетровых, является обеспеченность их пищей. Изучение особенностей питания этих рыб в Каспийском море представляет как теоретический, так и практический интерес.

Настоящая работа посвящена проблеме обеспеченности пищей осетровых рыб в летний период нагула при наличии гребневика в экосистеме Каспия.

Осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt). В современный период характер питания осетра в Северном Каспии остался прежним. Изменился лишь видовой состав моллюсков в составе его пищи. В связи с повышением уровня моря и, как следствие, его распределением произошло снижение запасов важных в кормовом отношении морских (*Abra ovata*) и солоноватоводных (*Adacna polymorpha*) моллюсков. В этот период осетр для нагула осваивал западную глубоководную часть моря, характеризующуюся высокими биомассами моллюска *Mytilaster lineatus*, который и составлял основу пищи осетра – около 60% по массе. Кроме *M. lineatus* осетр избирал *A. ovata* и *Didacna protracta*, но в меньшей степени. Второстепенное значение имели высшие ракообразные, кольчатые черви и рыба. Степень накормленности осетра находилась на уровне 27.7‰.

В Среднем Каспии в исследуемый период в составе пищи осетра изменилось соотношение кормовых организмов. Главной пищей стали ракообразные и рыба, занимающие по массе 36.5 и 41.2% соответственно. Из ракообразных осетр в большей степени избирал крупные формы гаммарид (*Dikerogammarus haemobaphes* и *Amathillina cristata*). Рыбная пища была представлена видами из сем. Gobiidae. Второстепенное значение в пище осетра имели моллюски, из которых доминировали *Abra ovata*, *Didacna trigonoides* и *D. protracta*. Среднепопуляционная накормленность была близка к северокаспийской и составила 28.7‰.

Биомасса мягкого бентоса в Южном Каспии была низкой, а запасы жесткого бентоса (*Mytilaster lineatus*) расположены, главным образом, в мелководной прибрежной зоне – до 50-метровой изобаты в районе о. Огурчинского. Основу пищевого рациона осетра составили моллюски – более 50.0% по массе. Второстепенное значение имела рыба. Из моллюсков основное значение имел *M. lineatus*, дополняли *Cerastoderma lamarcki* и *A. ovata*. Из рыбы доминировали бычки. Среднепопуляционная накормленность осетра характеризовалась высокой величиной, превышающей более чем в 1.5 раза северокаспийские показатели.

Следовательно, в 2000-е гг. летом в Каспийском море главной пищей осетра являлись моллюски, которые составили 50.9% массы пищевого комка. Из них осетр отдавал предпочтение стихийному вселенцу *M. lineatus*. Дополняли моллюскоидную пищу *A. ovata*, *D. trigonoides*, *D. protracta*. Второстепенное значение имела рыба (26.4%), в большей степени бычки, в меньшей – обыкновенная килька, третьестепенное значение – ракообразные, преимущественно крупные формы гаммарид (*D. haemobaphes* и *A. cristata*) и кольчатый червь *Hediste diversicolor*. Средний общепопуляционный индекс наполнения желудков пищей имел достаточно высокий показатель и находился на уровне 28.2‰.

Севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas). В Северном Каспии у севрюги в настоящее время характер питания не изменился. *Hediste diversicolor* и высшие ракообразные составляли основу ее питания. Главным кормом являлись nereиды (62.5%), второстепенным – ракообразные (29.9%). Из последних преимущественное значение в питании севрюги имели корофииды. Степень накормленности ее оставалась на уровне 7‰.

В Среднем Каспии в 2000-е гг. в питании севрюги повысилась роль высших ракообразных, главным образом гаммарид. Второстепенное значение в нагуле севрюги имел рыбный корм, третьестепенное значение – nereиды. Общий индекс наполнения желудков был высоким и составил 8.6‰.

В Южном Каспии в период массового развития гребневика севрюга интенсивно потребляла nereид – более 60% по массе. Потребление ею высших ракообразных снизилось, поскольку биомасса их в юго-восточном районе моря не поднималась выше 0.1 г/м² (Малиновская, Кочнева, 2005). Средняя величина общего индекса наполнения желудка не превышала 4‰.

Следовательно, в Каспийском море в рассматриваемый период главным кормовым объектом всей популяции севрюги являлся кольчатый червь *H. diversicolor*, составляющий более 50% по массе. Второстепенное значение имели рыба (бычки и килька обыкновенная) и высшие ракообразные (отр. Amphipoda). Среднепопуляционный общий индекс наполнения желудка находился на уровне 5‰.

Белуга (*Huso huso* (Zinne)) – самый крупный хищник в море, малочисленный, но очень ценный промысловый вид.

Главной пищей хищника в Северном Каспии в современный период летом являлись карповые рыбы (*Rutilus rutilus caspius*), второстепенной — бычки (*Neogobius fluviatilis pallasii* (Berg)). Роль сельдевых, в

основном обыкновенной кильки, в питании белуги была невысокой, около 5% по массе. Степень накормленности в среднем составила 12.54‰.

В Среднем Каспии белуга в летний период нагуливалась на сельдях (*Alosa kessleri*, *A. caspia*), в Южном – на бычках. В эти годы здесь резко снизилось потребление белугой каспийских килек (*Clupeella engrauliformis*, *Cl. cultriventris*), желудки были слабонаполненными пищей. Не последнюю роль в этом, по-видимому, сыграл гребневик, интенсивно истребляющий кормовую базу килек.

Следовательно, главными объектами питания всей популяции белуги в море являлась рыба семейств Gobiidae (р. *Neogobius* и р. *Benthophilus*), Clupeidae (представители родов *Alosa* и *Clupeella*), Cyprinidae (р. *Rutilus*), Percidae (р. *Lucioperca*). Среднепопуляционный общий индекс наполнения желудка находился на уровне 11.0‰.

Таким образом, осетровые рыбы, нагуливаясь в Каспийском море в современный период, сохраняли свой тип питания. Осетр активно продолжает питаться моллюсками, и в настоящее время в рационе осетра увеличилась роль *M. lineatus*, севрюга остается типичным ракоедом и червеедом. Белуга удовлетворяла свои пищевые потребности на рыбе, являясь в большей степени пелагическим хищником.

Осетровые, питаясь, как и прежде, теми же кормовыми организмами, в современных экологических условиях Каспийского моря в летний период нагула имели более низкие трофические показатели. У осетра наблюдалось снижение потребления каспийских видов моллюсков и увеличение в питании роли вселенца *M. lineatus*. У севрюги и белуги среднепопуляционная степень наполнения пищи желудков была ниже среднегодовой величины.

Список литературы

Малиновская Л.В., Кочнева Л.А. Состояние донной фауны Каспийского моря в 2004 г. // сб. Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2004 г. Астрахань: КаспНИРХ, 2005. С. 140–148.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ КРУПНЫХ ОЗЕР ЗДВИНСКОГО РАЙОНА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Морузи, Е.В. Пищенко, П.В. Белоусов, С.В. Севастеев, А.А. Кропачева

Новосибирский государственный аграрный университет,
Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 162, epishenko@ngs.ru

Здвинский район Новосибирской области расположен в южной части Барабинской низменности, представляет волнистую равнину, расположенную на высоте 110–115 м над уровнем моря. Это умеренно теплая зона со слабым увлажнением. В центральной части Здвинского района на протяжении 100 км протекает р. Каргат с притоком Чулым. В районе большое количество озер, из которых наиболее крупные – Малые Чаны, Сартлан, Урюм, Саргуль. Кроме крупных, имеется большое количество мелких озер, которые сосредоточены в западной части района. Озера богаты рыбой, встречается щука, язь, окунь, карась.

Исследования гидрохимического и гидробиологического режима озер Урюм, Саргуль и Дичи Здвинского района Новосибирской области проводились в августе–октябре 2006 и марте 2007 г. Работа проводилась в рамках проекта инвентаризации средних и малых озер Новосибирской области, проводимой Департаментом природных ресурсов и природопользования НСО.

Для сбора и обработки проб зоопланктона были применены стандартные методики. Сбор зоопланктона проводили процеживанием воды через сеть Апштейна. Пробы фиксировали 4%-м формалином. Для определения видового состава и подсчета численности зоопланктона пробы анализировали в камере Богорова. При оценке видового разнообразия использовали число видов (n) и информационный индекс Шеннона ($H_{бит}$). Определение организмов зоопланктона проводили по определителям Е.Ф. Мануйловой (1964), Л.А. Кутиковой (1970), В.М. Рылова (1948).

В результате проведенных исследований было установлено, что все три озера относятся к водоемам заморного типа. Несмотря на достаточно большие площади (табл. 1), средняя глубина озер невелика, в приделах 1–1.5 м.

Таблица 1. Характеристика озер

Озеро	Общая площадь, га	Площадь водного зеркала, га	Зарастаемость, %
Урюм	8336	7010.6	15.90
Саргуль	3393.5	1109.3	67.31
Дичи	751.9	436.9	41.89

Озера пресные – уровень минерализации лежит в пределах от 2.261–5.118 г/дм³ (табл. 2). Результаты исследований по содержанию основных биогенных веществ в водоемах свидетельствуют о том, что содержание общего азота в оз. Урюм достигало отметки 2.001 мг/л, что на 89.9 и на 79.8% больше, чем в

других водоемах (табл. 3). Максимальное количество фосфатов (P_2O_5) зафиксировано в оз. Саргуль, а минимальное в оз. Дичи. Содержание кальция (СаО) было в пределах 71–144.84 мг/л.

Таблица 2. Общий уровень минерализации водоемов, мг/л

Озеро	Анионы, % экв.			Катионы, % экв.			Характеристика воды по О.А. Алекину
	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+ , Na^+	
Дичи	97.28	1.80	0.92	24.72	27.54	47.74	Вода гидрокарбонатного класса группы Na типа I с минерализацией 2.261 г/дм ³ и жесткостью 14.8°ж
Саргуль	24.67	24.66	50.67	17.90	11.64	70.46	Вода хлоридного класса группы Na типа II с минерализацией 3.691 г/дм ³ и жесткостью 16.5°ж
Урюм	19.08	23.66	57.26	31.99	21.02	46.99	Вода хлоридного класса группы Na типа II с минерализацией 5.118 г/дм ³ и жесткостью 50.44°ж

Результаты исследований по содержанию основных биогенных веществ в водоемах свидетельствуют о том, что содержание общего азота в озере Урюм достигало отметки 2.001 мг/л, что на 89.9 и на 79.8% больше, чем в других водоемах (табл. 3). Максимальное количество фосфатов (P_2O_5) зафиксировано в оз. Саргуль, а минимальное в оз. Дичи. Содержание кальция (СаО) было в пределах 71–144.84 мг/л.

Таблица 3. Содержание основных биогенных веществ в воде озер

Озеро	Биогенные элементы, мг/л		
	Общий азот	Фосфаты, P_2O_5	Кальций, СаО
Урюм	2.001	0.032	71
Саргуль	0.202	0.070	122.12
Дичи	0.404	0.024	144.84

Изучение кислородного режима в озерах показало, что количество кислорода в придонных слоях намного меньше, чем у поверхности (табл. 4). Баланс кислорода в озере Дичи был 4.66 мг/л, что на 45% меньше, чем в оз. Урюм. Соответственно чистая первичная продукция в оз. Урюм составляла 6.78, а в оз. Дичи – 3.73 г O_2 /м² в сутки.

Таблица 4. Содержание кислорода в воде озер Здвинского района, октябрь 2006 г.

Озеро	Площадь, га	Содержание O_2 в воде, мг/л			Чистая первичная продукция, г O_2 /м ² в сутки
		У поверхности	На дне	Баланс кислорода	
Урюм	7010.6	9.63	1.16	8.47	6.78
Саргуль	1109.3	7.7	2.32	5.38	4.30
Дичи	436.9	8.06	3.4	4.66	3.73

По уровню развития первичной продукции все озера относятся к эвтрофным водоемам, предполагаемая рыбопродуктивность ~ 100–200 кг/га (Константинов, 1967).

Однако в конце февраля и до середины-конца марта во всех исследованных озерах начинается развиваться замор. В марте в озерах Саргуль и Дичи количество растворенного в воде кислорода было равно 0.0, а в оз. Урюм 0.14 мг/л.

Особенности озерного зоопланктоценоза

Озеро Урюм это одно из самых больших озер Здвинского района и в прошлые десятилетия наиболее освоенное в рыбохозяйственном отношении. Однако в настоящее время озеро значительно обмелело. Средняя глубина около 1 м, в котловинах до 1.5 м. Кислородный режим зимой напряженный. Это крайне неблагоприятно отражается на состоянии фауны. В прошлые десятилетия по данным СибрыбНИИ-Проект в составе зоопланктона отмечалось до 15–18 видов зоопланктёров. В связи с изменением ситуации – уменьшением обводненности, и как следствие увеличение эвтрофности, сообщество зоопланктона становится менее разнообразным. Следует учесть так же, что его состав изучался нами только в конце сентября. Таким образом, зоопланктон оз. Урюм на момент исследований отличался монотонностью, в нем было отмечено 9 видов, доминанты – *Keratella cohliaris*, *K. quadrata*, *Daphnia pulex*, *Cyclops* sp. (табл. 5).

В оз. Урюм зоопланктон наиболее обилен и составляет 87.33 тыс. экз./м³, до 48.5% из его состава приходится на долю Copepoda, 38.2% составляют Rotifera. Основу биомассы, несмотря на низкую численность, составляют Cladocera – 67.36%, и на втором месте Copepoda – 32.44%. В составе зоопланктон отмечено: 6 таксонов Rotifera наиболее часто встречаются *Filinia longiseta*, *Brachyonus calicyflorus*, *Asplanchna herrik*, *Asplanchna priodonta*, 4 таксона Cladocera – *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia longispina*, *Daphnia pulex*, *Bosmina longirostris*, среди Copepoda – *Cyclops* sp., *Diaptomus gracilis*.

Таблица 5. Зоопланктон оз. Урюм (19.09.2006 г.)

Вид зоопланктёра	Численность и удельная встречаемость		Биомасса и удельное обилие		Индекс Шеннона
	тыс. экз. /м ³	% встречаемости	биомасса, г/м ³	удельная биомасса, %	
Оз. Урюм					
Rotifera	33.33	38.17	0.0073	0.2	1.98
Cladocera	11.67	13.36	2.57	67.36	
Copepoda	42.33	48.47	1.24	32.44	
ИТОГО	87.33		3.82		
Оз. Дичи					
Rotifera	25.57	76.9	0.09	28.69	2.06
Cladocera	0.77	2.3	0.01	4.15	
Copepoda	6.93	20.8	0.20	67.16	
ИТОГО	33.27		0.30		
Оз. Саргуль					
Rotifera	1.67	47.6	0.02	29.31	2.45
Cladocera	0.00	0.0	0.00	0.00	
Copepoda	1.83	52.4	0.04	70.69	
ИТОГО	3.50		0.06		

В оз. Дичи наиболее обильны Rotifera, занимающие 76.9% и Copepoda до 20.8% сообщества зоопланктона. При создании биомассы основную роль играют Cladocera, на долю которых приходится 64.77%.

По индексу Шеннона наибольшим разнообразием отличается видовой состав оз. Саргуль – 2.45, наименьшим зоопланктон оз. Урюм – 1.98.

Состояние сообществ зообентоса

В зообентосе озер отмечены три группы организмов *Chironomus* sp., Oligocheta, Mollusca, доминировали хирономиды. В оз. Урюм они составили 66.67% сообщества, их биомасса была 0.122 г/м² (табл. 6).

Таблица 6. Численность и частота встречаемости доминирующих видов зообентоса

Название водоема	<i>Chironomus</i> sp.	Oligocheta	Mollusca
Численность, экз/м ²			
Урюм	6.67	1.67	1.67
Дичи	41.67		
Саргуль			
Частота встречаемости, %			
Урюм	66.67	16.67	16.67
Дичи	100		
Саргуль			
Биомасса, г/м ²			
Урюм	0.122	0.013	0.052
Дичи	0.193	-	-
Саргуль	0.026	0.001	-
Удельное обилие, %			
Урюм	65.18	7.14	27.68
Дичи	100	-	-
Саргуль	96.29	3.71	

В оз. Дичи зообентос был представлен только хирономидами их численность составляла 41.67 экз/м², биомасса 0.193 г/м³. В основном были отмечены мелкие формы, поэтому биомасса при значительной встречаемости низкая.

Таким образом, на момент исследований наиболее продуктивным озером Здвинского района Новосибирской области является Урюм, при наблюдаемой низкой степени водности. Оно пригодно для однолетнего нагула карпа или сазана, с выловом выращенной товарной рыбы в конце сентября или в начале ледостава.

Список литературы

- Константинов А.С. Общая гидробиология / А.С. Константинов. М.: Высш. шк., 1979. 480 с.
 Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) / Л.А. Кутикова. Л.: Наука, 1970. 744 с.
 Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е.Ф. Мануйлова. М., Л.: Наука, 1964. 328 с.
 Рылов В.М. Пресноводные Cyclopoidea СССР / В.М. Рылов // Фауна СССР. Ракообразные. 1948. Т. III, вып. 3. 320 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ЗАРАСТАЮЩЕГО ОЗЕРА (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. БЕЛОЕ, РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

¹О.В. Мухортова, ¹С.В. Быкова, ¹В.В. Жариков, ¹Н.Г. Тарасова, ²Е.Н. Унковская

¹Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Комзина, д. 10, muhortova-o@mail.ru

²Волжско-Камский биосферный природный государственный заповедник,
республика Татарстан, п. Садовый, l-unka@mail.ru

Как известно, в сообществах высшей водной растительности формируется планктонное сообщество, отличающееся от такового в пелагической части водоема и состоящее из собственно планктонных, а так же перифитонных и бентосных видов. Макрофиты являются средообразующими и определяют особенности развития всех компонентов планктонного сообщества (в частности, протозоо-, зоо- и фитопланктона) литоральной зоны макрофитного озера. Проблема развития планктонных организмов в зарослях высшей водной растительности сводится не только к выяснению различий в показателях биоразнообразия в разных биотопах для разных компонентов планктона, но и к изучению взаимодействия между макрофитами и планктонным сообществом в целом, проявляющемся в конкуренции, вытеснении конкурента из пространства, перехвате света (затенение) или питательных веществ (интенсивное поглощение), аллелопатическом воздействии (Набивайло, Титлянов, 2006), конкурентных отношениях между отдельными видами зоопланктона в зарослях макрофитов, влиянии на зоопланктон беспозвоночных-хищников, ассоциированных с макрофитами. и т.д.) (Семенченко, 2006) и отражающемся на структурных и продукционных показателях всего планктонного сообщества.

Первым этапом в исследовании любой проблемы (в частности, выявления механизма такого взаимодействия) является накопление данных. В нашем случае, мы проводим исследования фито-, протозоо- и зоопланктона в различных фитоценозах разных по минерализации, хим. составу, степени зарастания, морфометрии и т.д. озерах. В данной работе представлены результаты первого исследования планктонного сообщества в зарослях макрофитов в оз. Белое. Цель – установить особенности развития планктонного сообщества (в целом и его отдельных компонентов) в сравнительном аспекте в пелагической части водоема и в литоральной, в ассоциациях, образуемых отдельными видами высших водных растений.

Район исследования

Озеро Белое расположено в охранной зоне Раифского участка Волжско-Камского Государственного Природного Биосферного заповедника (республика Татарстан) и входит в единую гидросистему, представленную реками Сумкой и Сер-Булак и расположенными в их долинах карстово-суффозионными озерами.

Оз. Белое является макрофитным (30% его площади занято зарослями высшей водной растительности), суффозионно-карстового происхождения, проточным, с максимальной глубиной до 4 м. В период исследования толща воды термически стратифицирована, с термоклином на глубине 2–3 м, прозрачность – до 1.4 м; цветность невысокая (80 °Pt). Вода в озере среднеминерализованная, кальций гидрокарбонатного типа. Кислородный режим в 2006 г. характеризовался высоким содержанием кислорода в поверхностных слоях (насыщение до 168%) и его дефицитом – в придонных (8.7%). По периметру полосой до 10 м (при ширине озера 170 м и длине 557 м) расположены заросли высших водных растений: рогоза узколистного, цицании широколистной (дикого риса), стрелолиста обыкновенного; в мелководной (до 1 м глубиной) части озера – заросли роголистника темно-зеленого, элодеи канадской, одного из видов тонколистных рдестов и кубышки желтой.

Материалы и методы исследования

Исследование планктонного сообщества (фито-, зоопланктон, инфузории) проводили в июле 2006 г. в разных биотопах: в толще пелагической части водоема на разных горизонтах и в зарослях высших водных растений, относящихся к разным экотипам (Папченков, 2006): высокотравные гелофиты (дикий рис (*Zizania latifolia* Stapf)) и низкотравные гелофиты (стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.)), погруженные укореняющиеся гидрофиты (роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum* L.)), один из видов тонколистных рдестов (*Potamogeton* sp.) и укореняющиеся гидрофиты с плавающими листьями (кубышка желтая (*Nuphar lutea* L.)). При сравнении количественных данных, с целью исключить влияние на показатели сообществ более глубоких слоев, использовали пробы, собранные только из приповерхностных слоев воды, 0.1–0.3 м. Отбор проб и обработку материала осуществляли стандартными для данных объектов методами (Методика изучения..., 1975; Жариков, 1996).

Результаты и обсуждение

Видовое разнообразие и видовая специфичность планктонного сообщества в разных биотопах. Всего за период исследования в 2006 г. в разных биотопах обнаружено 116 видов фитопланктона (с учетом в пелагиали всех проб по толще воды); 57 видов инфузорий и 84 вида зоопланктона. Специфичными для пелагиали оказались 17% от общего числа фитопланктонных видов, 14% видов инфузорий и 18% видов зоопланктона; для зарослевой части, – 47%, 68% и 60%, соответственно, для фитопланктона, инфузорий

и зоопланктона. Коэффициенты сходства сообществ, развивающихся в пелагической и зарослевой частях составило 55% для фитопланктона, 30% для инфузорий и 35% для зоопланктона.

Кластерный анализ по сходству видового состава планктонных сообществ продемонстрировал явную обособленность планктонного сообщества пелагической станции. Из кластера же, объединяющего макрофиты, выделяется планктонное сообщество ассоциации кубышки как пограничное между пелагическим сообществом планктона и зарослевым в погруженных водных высших растениях.

Видовое разнообразие зоопланктонного (индекс Шеннона по численности $H_p = 4.59$) и фитопланктонного ($H_p = 4.76$) сообщества выше в погруженных укореняющихся макрофитах (роголистнике и рдесте). Высокие индексы Шеннона, свидетельствует не только о значительном количестве видов, но и о высокой выровненности в сообществе, что подтверждается низким количеством доминантов или их отсутствием. Так, в фитопланктоне, развивающемся в рдесте тонколистном, зарегистрировано всего лишь 2 доминанта – *Oscillatoria limnetica*, *Eudorina elegans* (вклады видов по численности 14% и 12%, соответственно), а в зоопланктоне, развивающемся в роголистнике темно-зеленом, при отсутствии доминантов на долю субдоминантов приходится 94% численности). Для инфузорий максимальный индекс Шеннона ($H_p = 2.83$) зарегистрирован в биотопе стрелолиста.

Характеристика общих количественных показателей планктонного сообщества. Максимальные суммарные для всех трех компонентов планктона (из ассоциаций макрофитов трех разных экотипов: кубышки, роголистника и стрелолиста) значения численности (4.85×10^6 экз./л) и биомассы (21.89 мг/л) отмечены для сообщества, развивающегося в стрелолисте, а максимальное суммарное количество видов (118 видов) зарегистрировано для планктонного сообщества, развивающегося в роголистнике. Максимальные показатели развития отдельных компонентов планктона отмечены в разных биотопах: для фитопланктона и инфузорий – в ассоциациях погруженных укореняющихся гидрофитов, для зоопланктона – в фитоценозах низкотравных гелофитов (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика количественных показателей планктонных сообществ различных биотопов оз. Белое в июле 2006 г.

Параметры	Биотоп						
	Пелагиаль, 0 м	Кубышка	Рдест	Роголистник	Стрелолист	Цицания	
Количество видов	зпл	-	22	-	44	24	37
	инф	9	24	23	25	34	-
	фпл	27	35	69	49	30	33
Индекс Шеннона H_p/H_b	зпл		3.0/2.56		4.59/3.86	4.17/3.26	4.18/3.01
	инф	1.58/1.06	2.55/3.34	2.11/3.24	1.99/1.94	2.83/3.42	-
	фпл	3.39/2.42	3.79/2.74	4.76/3.38	4.28/2.56	1.63/3.17	2.64/2.40
Численность, тыс. экз./м ³	зпл	-	266.8	-	469.2	702	651.8
	инф	1006.5	1079.1	5349.3	30610.8	9810.9	-
	фпл	1896000	1952000	6316000	3560000	4840000	4588000
Биомасса, мг/м ³	зпл	-	1583.8	-	3218.2	20745.4	11324.9
	инф	35.0	19.9	55.9	457.8	116.2	-
	Фпл	1642.2	1868.6	8006.6	7873.1	1037.5	5910.3

Примечание. Сокращения: зпл – зоопланктон, фпл – фитопланктон, инф – инфузории; «-» – отсутствие данных; жирным шрифтом выделены максимальные значения показателей

Достаточно высокие показатели численности и биомассы отдельных компонентов планктона в сообществах погруженных растений обусловлены, как отмечалось неоднократно ранее (Мухортова, 2008; Тарасова, 2008; Быкова, Жариков, 2009; Унковская и др., 2010), наличием взвешенного органического вещества и мелкодисперсного детрита, большей защищенностью обитающих здесь организмов от ветрового перемешивания, разнообразием локальных местообитаний и т.д. Максимальные показатели численности зоопланктона в стрелолисте определяются массовым развитием здесь науплий. Минимальные суммарные показатели всех компонентов планктонного сообщества зарегистрированы в сообществе кубышки (количество видов – 81, $N = 1.95 \times 10^6$ экз./л, $B = 3.47$ мг/л) и наиболее близки к таковым пелагической части водоема. Это связано с тем, что кубышка образует первый (по направлению к берегу) пояс высшей водной растительности в водоеме. Известно также, что этот макрофит выделяет вещество ню-

фарин, угнетающе действующий на развитие синезеленых водорослей (Зимбалева, 1981). Кроме того, плотно сомкнутые листья кубышки снижают освещенность в толще воды под ними, что, в свою очередь, снижает развитие фитопланктона вообще. Отсутствие доступной пищи сказывается и на развитии протозойного и метазойного зоопланктона.

Особенности структуры отдельных компонентов планктона в разных биотопах. Единственной группой, входящей в доминирующий комплекс видов фитопланктона во всех биотопах в период исследования в 2006 г. были зеленые водоросли. Максимального вклада в численность они достигали в пелагиали и в сообществе, развивающемся в ассоциации цицании широколистной (что совпало с полным отсутствием синезеленых). Однако видовой состав доминантов внутри группы несколько отличался: в пелагиали доминировали *Eutetramorus planctonicus* (Korsch.) Bourrelly (19.4% от общей численности), *Eudorina elegans* Her. (18.1%), а в цицании первый вид вообще отсутствовал, а на долю второго приходилось 54%.

Особенностью фитопланктона в 2006 г. было отсутствие в пелагической части водоема синезеленых водорослей и их максимальный вклад в ассоциации стрелолиста (76% по численности) за счет единственного в данной пробе вида синезеленых – *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk. По аналогии с Куйбышевским водохранилищем, в котором с увеличения численности данного вида начинается процесс «цветения» воды (Фитопланктон Нижней ..., 2003), можно предположить, что *M. pulverea*, вероятно, начинал свое массовое развитие на хорошо прогреваемом мелководье в сообществе стрелолиста. Но, вследствие того, что мелкоячеистый *Microcystis* (диаметр клеток – 1 мкм, колоний – менее 20 мкм) вероятно, активно потреблялся науплиями (Крючкова, 1989), его развитие далее не распространялось. В сообществах других высших водных растений водоросли этого отдела представлены, в основном, прикрепленными формами родов *Oscillatoria*, *Lyngbia*, *Phormidium* и т.д., которые, вероятно служат пищей вторичным фильтраторам, ползающим «соскребателям» – кладоцерам, доля которых особенно высока в планктоне, развивающемся в ассоциации растений с крупными листьями (стрелолисте, кубышке).

Особенностью зоопланктонного сообщества оз. Белое в период исследования в 2006 г. явился относительно высокий вклад коловраток в численность в пелагическом планктоне (44%), по сравнению с зарослевым (11–24%). Наши данные согласуются с данными О.Ю. Деревенской (2002) по поводу процентного содержания коловраток в пелагиали озера. Поскольку коловратки предпочитают более эвтрофные условия, можно предположить, что в зарослевой части водоема часть органики в толще воды «оттягивают» на себя макрофиты, несмотря на то, что непосредственно на листья оседает значительное количество мелкодисперсного детрита. Видимо, поэтому на гидрофитах с плавающими листьями (кубышка) собирается большое количество коловраток-собирателей (*Rotaria neptunia* (Ehrenberg, 1832), *R. rotatoria rotatoria* (Pallas, 1766), *Dissotrocha aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1832)) и ракообразных-соскребателей (*Pleuroxus truncatus* (O.F. Mueller, 1785), *P. aduncus* (Jurine, 1820), *Chydorus sphaericus* (O.F. Mueller, 1785), *C. ovalis* Kurz, 1875, *Alona intermedia* Sars, 1862) оказывающихся из-за смыва в планктонных пробах и являющихся, в основном, фильтраторами (их вклад в численность – 94%). В планктоне других высших водных растений и в пелагическом планктоне доля фильтраторов ниже – 68–80% и более значительна роль хищников (*Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1862), *Eucyclops macruroides* (Liljeborg, 1901), *Microcyclops varicans* (Sars, 1863)).

Сообщество инфузорий характеризуется преобладанием в трофической структуре пелагического планктона хищников (54% от общей численности и 92% от общей биомассы), а в зарослевом планктоне, наряду с бактериодетритофагами, довольно значительного развития достигают гистофаги родов *Coleps* и *Ophryoglena* (до 76% от общей численности инфузорий в роголистнике), питающиеся разлагающимися тканями, но иногда ведущие себя как хищники. Вероятно, в густых зарослях роголистника активно идут процессы разложения. В близко расположенном оз. Раифское, напротив, хищники присутствуют лишь в зарослевом планктоне (Быкова, Жариков, 2009). Причины таких различий пока не выявлены и следует, вероятно, искать в трофических взаимоотношениях всех компонентов планктона.

По результатам факторного анализа, в основу которого положены данные по индексу плотности (НЧВ)^{1/2} всех трех компонентов планктонного сообщества из ассоциаций макрофитов только трех разных экотипов: кубышки, роголистника и стрелолиста, выделено 2 группы, в которые вошли виды разных компонентов планктона. Фактором объединения, вероятно, послужили трофические взаимодействия, обусловленные, в свою очередь, размерными характеристиками особей. Так, в одну группу вошли колониальные виды фитопланктона: *Dinobryon divergens* Imhof, *Aulacoseira subarctica* (O. Müll.) Hawoath, *Fragilaria virescens* Ralfs, *Eudorina cylindrica* Korsch., *Pediastrum duplex* Meyen. и мелкие веслоногие раки: *Microcyclops gracilis* (Liljeborg, 1901) и ветвистоусые ракообразные *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), *C. pulchella* Sars, 1862, *Alona rectangula* Sars, 1862. Видимо, такое «странное» сочетание обусловлено тем, что крупноклеточные колониальные водоросли более устойчивы к выеданию мелким зоопланктоном, мелкие представители которого, вероятно, предпочитают простейших, вошедших с ни-

ми в одну общую группу: *Coleps hirtus* (Müller, 1786) Nitzsch, 1827, *C. hirtus viridis* Ehrenberg, 1831, *Furgasonia trichocystis* (Stokes, 1894), *Lembadion bullinum* Perty, 1852, *Strobilidium caudatum* (Fromentel, 1876). Во вторую группу кластерный анализ объединил мелкоклеточных одиночных водорослей или образующих небольшие колонии: *Microcystis pulverea*, *Kephyrion moniliferum* (Schmid) Bourrelly, *Gomphonema parvulum* Kütz. var. *parvulum*, *Trachelomonas volvocina* Ehr., *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et G. S. West, *Scenedesmus armatus* Chrod. var. *armatus*, *S. denticulatus* Lagerh. var. *linearis* Hansg., которые «безразличны» как пищевой компонент для входящих в эту же группу крупных форм зоопланктона *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Sida crystallina crystallina* (O.F. Mueller, 1776), *Daphnia cucullata* Sars, 1862, *Eucyclops macrurus* (Sars, 1963), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). В эту же группу попали и альгофаги и неселективные всеяды инфузорий: *St. roeseli* Ehrb., 1835, *Oxytricha* sp., *Limnostrombidium viride* (Stein, 1867), *Pelagostrombidium fallax* (Zach., 1895), которые приурочены, в основном, к сообществу, развивающемуся в стрелолисте и способные, вероятно, питаться мелким фитопланктоном. По-видимому, и в первом, и во втором случае зоопланктон отдает пищевое предпочтение среднеразмерным водорослям и инфузориям.

Заключение

В заключение можно отметить, что ассоциации высших водных растений характеризуются наибольшим видовым разнообразием и специфичностью всех компонентов планктонного сообщества, по сравнению с таковыми пелагической части водоема.

Максимальные суммарные показатели количественного развития планктона в целом отмечены в ассоциации прибрежно-водного растения (стрелолиста), максимальное суммарное количество видов – в формации погруженного растения (роголистника). Однако максимальные показатели развития отдельных компонентов планктона отмечены в разных биотопах: фитопланктона и инфузорий – в ассоциациях погруженных укореняющихся гидрофитов (роголистник, рдест); зоопланктона – в фитоценозах низкотравных гелофитов (стрелолист). Минимальные показатели количественного развития и видового разнообразия зафиксированы в растении с плавающими листьями (кубышке), ввиду ингибирования нюфагином, затенения и близостью к пелагиали.

Резких отличий в структурных характеристиках планктонных сообществ, развивающихся в разных высших водных растениях, не обнаружено. Однако выявлены различия в структуре всех компонентов пелагического и зарослевого планктона: отсутствие в пелагическом планктоне синезеленых водорослей; значительное, по сравнению, с зарослевым зоопланктоном, развитие коловраток в пелагиали; присутствие в составе пелагического сообщества инфузорий хищников, а в составе зарослевого – гистофагов.

Список литературы

- Быкова С.В. Инфузории планктона пелагиали и зарослях высших водных растений заповедных озер Раифское и Илантово // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики». Тольятти, 2009. С. 17–25.
- Быкова С.В., Жариков В.В. Инфузории озера Раифское (Волжско-Камский биосферный заповедник) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Бюлл. 2009. Т. 18. № 3. С. 121–131.
- Деревенская О.Ю., Унковская Е.Н., Мингазова Н.М., Павлова Л.Р. Структура сообществ зоопланктона озер Раифского участка Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны // Тр. Волжско-Камского государственного природного заповедника. 2002. Вып. 5. С. 52–70.
- Жариков В.В. Кадастр свободноживущих инфузорий водохранилищ Волги. Тольятти, 1996. 76с.
- Зимбалевская Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ (экологический очерк). Киев: Наук. Думка, 1981. 216 с.
- Крючкова Н.М. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона. М.: Наука, 1989. 124 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Мухортова О.В. Сообщества зоопланктона пелагиали и зарослей высших водных растений разнотипных водоемов Средней и Нижней Волги // Автореф. дисс... канд. биол. наук. Тольятти. 2008. 21 с.
- Набивайло Ю.В., Титлянов Э.А. Конкурентные взаимоотношения водорослей в природе и в культуре // Биология моря. 2006, Т. 32, № 5. С. 315.
- Папченко В.Г. Различные подходы к классификации растений водоемов и водотоков // Мат-лы VI Всерос. шк.-конф. по водным макрофитам «Гидробиология 20052». Рыбинск: «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 16–24.
- Семенченко В.П. Роль макрофитов в изменчивости структуры сообщества зоопланктона в литоральной зоне мелководных озер // Сибирский экологический журнал. 2006. Т. 13, № 1. С. 89–96.
- Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовья реки. Сб-П.: Наука, 2003. 231с.
- Тарасова Н.Г. Водоросли биоценозов высших водных растений озер Волжско-Камского заповедника Природное наследие России в 21 веке. Мат. II Междунар. научно-практ. конференции. Башкир. гос. аграрный университет, 23-25 сентября 2008 г. Уфа, 2008. С. 380–385.
- Унковская Е.Н., Жариков В.В., Быкова С.В., Горбунов М.Ю., Уманская М.В. Тарасова Н.Г., Мухортова О.В., Палагушкина О.В., Деревенская О.Ю. Сообщества планктонных организмов озера Раифское (Волжско-Камский Государственный природный биосферный заповедник). I. Биоразнообразие планктонных сообществ различных биотопов оз. Раифское. // Изв. Сам. НЦ РАН. 2010 (в печати).

ВОДНЫЕ ЖУКИ-ДОЛГОНОСИКИ (INSECTA: COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA) ДНЕПРОВСКИХ ОСТРОВОВ Г. КИЕВА

В.Ю. Назаренко

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины,
Украина, 01601, Киев, ул. Б. Хмельницкого, 15, nazarenko@izan.kiev.ua

Жуки надсемейства долгоносикообразных, или долгоносики (Coleoptera, Curculionoidea) — преимущественно наземные или почвенные фитофаги, немногие представители которых перешли к обитанию на водных растениях (Определитель..., 2001). В городских ландшафтах долгоносики образуют две основные экологические группы — синантропы, обитающие в жилищах человека и обитатели городской растительности. К этой последней группе принадлежат и долгоносики, связанные с гигрофитной и гидрофитной растительностью города. Водные и прибрежные долгоносики г. Киева ранее уже исследовались автором на 31 водоеме, расположенном в черте города, где было выявлено 161 вид этих жуков, причем абсолютное их большинство составляли виды, связанные с наземной растительностью прибрежных ландшафтов (Назаренко, 2005, 2007, 2008).

В 2008–2010 гг. были проведены дополнительные исследования на островах р. Днепр в северной и южной частях его поймы в пределах Киева. Всего было изучено 8 островов (Дикий, Жуков, Казачий, Лопуховатый, Ольгин и три безымянных острова).

В результате проведенной работы в фауне этих островов было выявлено свыше 100 видов долгоносиков, из которых только 7 видов можно отнести к группе водных (табл.). Настоящими водными долгоносиками из них, по-видимому, являются только 2 (*Bagous binodulus* (Hbst.) и *Notaris rhamni* (Hbst.)). Эти жуки были обнаружены как на поверхности растений, так и под водой, где активно передвигались. Для остальных видов этой группы предпочитаемой была воздушная среда (поверхность надводных частей растений).

Как видно из таблицы, распределение выявленных видов по островам крайне неравномерно. Отчасти это обусловлено тем, что водная растительность, заселяемая долгоносиками, на исследованных островах произрастала преимущественно в заливах и водоемах, расположенных на поверхности острова. В этих случаях присутствие того или иного вида жука-долгоносика определялось только наличием кормового растения. Так, *Bagous binodulus* (Hbst.) был найден на двух островах, где в стоячих водоемах были обнаружены заросли его кормового растения *Stratiotes aloides* L. Этот вид ранее не был выявлен при исследованиях водоемов г. Киева (Назаренко, 2005).

Таблица. Водные долгоносики, выявленные на островах Днепра в г. Киеве

Вид	Д	Ж	К	Л	О	1	2	3
<i>Bagous binodulus</i> (Herbst, 1795)	-	1	-	-	4	-	-	-
<i>Bagous glabrirostris</i> (Herbst, 1795)	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Limnobaris dolorosa</i> (Goeze, 1777)	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Limnobaris t-album</i> (Linnaeus, 1758)	-	9	3	2	-	-	-	-
<i>Notaris acridulus</i> (Linnaeus, 1758)	-	1	-	-	-	-	-	2
<i>Notaris rhamni</i> (Herbst, 1795)	-	3	-	-	-	-	-	1
<i>Tanysphyrus lemnae</i> (Paykull, 1792)	1	7	8	-	-	-	-	11

Примечание. Д – Дикий, Ж – Жуков, К – Казачий, Л – Лопуховатый, О – Ольгин, 1, 2, 3 – три безымянных острова. Цифрами в клетках таблицы обозначено количество экземпляров.

Вдоль береговой линии, где наблюдалось течение воды, водная растительность либо отсутствовала, либо не была заселена долгоносиками. В тех случаях, когда водоемы на островах не были обнаружены, древесно-кустарниковая растительность подходила вплотную к воде и площадь острова была относительно небольшой, водных долгоносиков вообще не было выявлено (острова № 1, 2). Исключение составляет о. Дикий, исследования на котором до не были завершены.

В целом, настоящие водные долгоносики в силу немногочисленности их видов и особенностей образа жизни всегда достаточно редки. Так, в США на 18 прудах было обнаружено только 5 видов водных долгоносиков, встречаемость которых была довольно низкой (Fairchild et al., 2000). Из приведенных в таблице видов на водоемах г. Киева массово встречались только *Tanysphyrus lemnae* (Pk.), *Limnobaris* и *Notaris acridulus* (L.) (Назаренко, 2005), причем на исследованных островах они были немногочисленными. Несинантропные долгоносики в городе являются гемерофобами (по терминологии Клауснитцер, 1990). Водная энтомофауна особенно подвержена последствиям антропогенной трансформации ландшафтов вследствие непосредственного уничтожения водоемов, их преобразования и возрастания рекреационной нагрузки.

Труднодоступные, большие по площади острова в городских условиях являются резерватом природной энтомофауны, их сохранение в существующем виде имело бы большое значение в защите как наземных, так и водных насекомых.

Автор выражает благодарность к.б.н. А.А. Петренко за предоставление своих коллекционных материалов для обработки. Работа была выполнена при поддержке КП «Плес».

Список литературы

- Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
- Назаренко В.Ю. Довгоноскоподібні жуки (Coleoptera, Curculionidae) деяких водойм м. Києва // Екологічний стан водойм м. Києва. Київ: Фітоєкоцентр, 2005. С. 88–96.
- Назаренко В.Ю. Долгоноскообразные жуки (Coleoptera, Curculionoidea) водоемов г. Киева // VII з'їзд Українського ентомологічного товариства. Тези доповідей. Ніжин, 2007. С. 94.
- Назаренко В.Ю. Жуки-долгоносики рода *Dorytomus* Germar, 1817 (Coleoptera, Curculionidae) прибрежных зон водоемов г. Киева // Озера й штучні водойми України: сучасний стан і антропогенні зміни: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., 22–24 трав. 2008 р. М-во освіти і науки України, Волин. нац. ун-т імені Лесі Українки; відп. ред. Ф.В.Зузок. Луцьк: Вежа, 2008. С. 339–341.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. Под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. СПб.: Наука, 2001. 825 с.
- Fairchild G.W., Faulds A.M., Matta J.F. Beetle assemblages in ponds: effects of habitat and site age // *Freshwater Biology*. 2000. Vol. 44. P. 523–534.

О РАСПРОСТРАНЕНИИ *DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS, 1771) В РЕКЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЕ

¹Н.В. Неверова, ²Н.М. Махнович

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН,

г. Архангельск, наб. Сев. Двины, д. 109, nevvnata@yandex.ru

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Северо-западное отделение,

г. Архангельск, наб. Сев. Двины, д. 112, к. 3, каб. 101, nmakhnovich@yandex.ru

Dreissena polymorpha (Pallas, 1771) – один из классических видов-вселенцев, которые интенсивно распространяются по водоемам Евразии и Северной Америки. Образуя массовые скопления, этот моллюск оказывает сильное влияние на сообщество гидробионтов.

Распространению *D. polymorpha* в северо-восточной части ареала способствует густая гидрографическая сеть, наличие каналов, соединяющих бассейны трех морей – Белого, Балтийского и Каспийского. Известно, что северная граница ареала дрейссены проходит по 59° с.ш. (Старобогатов, Андреева, 1994). Однако поселения этого моллюска постоянно обнаруживаются в р. Северной Двине, озерах северодвинского водного пути – Кубенском и Сиверском и других водных объектах. В качестве возможных источников расселения этого вида на север указывают бассейн Волги (Мордухай-Болтовской, 1965).

Со времени первого случая нахождения дрейссены в р. Северной Двине в 1903 г. в районе с. Усть-Курье прошло достаточно много времени (Кучина, 1964), но популяция этого моллюска не достигла такой плотности как в более южных районах России. Например, в оз. Плещеево *D. polymorpha* впервые была обнаружена в 1984 г., а с июля 1989 г. по июль 1996 г. увеличила свою среднюю биомассу в шесть раз; в Горьковском водохранилище уже на второй год существования водоема дрейссена стала массовым видом (Перова, Щербина, 2001).

Считается, что самое северное поселение (р. Северная Двина) существует за счет случайного заноса особей, которые не могут образовать устойчивую популяцию (Старобогатов, Андреева, 1994). Однако в своей работе И.С. Ворошилова (2008) на основе анализа митохондриальной ДНК показала, что в приустьевом участке р. Северной Двины популяция *D. polymorpha* существует не за счет заноса велигер или взрослых особей из близлежащих поселений, а воспроизводится самостоятельно. Более того, по фенотипической структуре и генетическим особенностям эта популяция является уникальной.

В июле–августе 2009 г. нами были отобраны пробы бентоса на 12 станциях в устьевой части р. Северная Двина (Корабельный рукав, р. Цигломинка) в открытом грунте. На всех станциях грунты были представлены песками. Из 12 станций дрейссена была обнаружена только на трех на глубинах 1.0–1.2 м небольшими друзами по 3–6 взрослых особей, среди которых встречались пустые раковины.

В июле 2010 г. нами исследовались поселения дрейссены на участке р. Северной Двины в 24–25 км от устья. Преобладающие грунты суглинистые. Здесь *D. polymorpha* была встречена в разнообразных условиях, как в составе бентоса, так и в составе перифитона в значительном количестве и на различных глубинах от 0.5 до 7 м. Свообразным субстратом для поселений этого моллюска были живые раковины *Unio* sp. В целом преобладали бентические дрейссенные сообщества. На этом участке исследований обнаружено два основных хорологических типа поселений дрейссены (Протасов, 2008). Во-первых, так

называемые «щетки», образующиеся на бревнах на мелководье. Количество особей на таких субстратах исчислялось сотнями (более 300), моллюски располагались в один ярус. Для щеток характерна большая плотность и обилие дрейссены и прикрепление особей не только к основному субстрату, но и друг к другу. Такие поселения встречаются в достаточно молодых сообществах. Другой тип поселений – друзы – компактные образования, в которых особи скреплены друг с другом бицсусом. Образование друз в бентосе имеет локальную природу.

Скудные находки *D. polymorpha* в дельте р. Северной Двины могут объясняться неблагоприятным воздействием абиотических факторов, таких как неподходящие грунты, смена солености, сгонно-нагонные течения выносящие велигер и пр. Напротив, многочисленные поселения этого моллюска на других участках реки и характер этих поселений указывают на то, что это отнюдь не пионерные сообщества. В любом случае необходимы дальнейшие исследования экологии *D. polymorpha* и уточнение границ ее распространения.

Список литературы

- Ворошилова И.С. Происхождение и популяционная структура периферических поселений *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) северо-восточной границы ареала вида. Автореферат дисс. канд. биол. наук, Борок, 2008. 24 с.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Происхождение и распространение полиморфной дрейссены // Тез. докл. совещания по биологии дрейссены и защите гидротехнических сооружений от ее обрастаний. Тольятти: Институт биологии внутренних вод АН СССР, 1965. С. 3–4.
- Протасов А.А. Из опыта исследований популяций и сообществ дрейссены // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология. Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина. ООО «Ярославский печатный двор», 2008. С. 9–23.
- Старобогатов Я.И., Андреева С.И. Ареал // Дрейссена, *Dreissena polymorpha* (Pall) (Bivalvia, Dreissenidae). Систематика, экология и практическое значение. М.: Наука, 1994. С. 47–53.
- Кучина Е.С. К вопросу о распространении моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas в р. Северной Двине // Биология дрейссены и борьба с ней. М.: Наука, 1964. С. 31–37.
- Перова С.Н., Щербина Г.Х. Влияние массовых инвазийных видов на продуктивность макрозообентоса Горьковского водохранилища // Инвазии чужеродных видов в Голарктике. Материалы симпозиума по инвазийным видам, Борок, 2003. С. 188–198.

УСОНОГИЕ РАКИ В ЛИТОРАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ КУТОВОЙ ЧАСТИ АМУРСКОГО ЗАЛИВА И О. РУССКИЙ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

И.И. Овсянникова

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, inmarbio@mail.primorye.ru

Литораль Амурского залива не только разнообразно населенная зона, но и наиболее доступная для сбора и изучения морских организмов. Однако до настоящего времени она остается малоизученной (Волова, 1984, 1985; Звягинцев, 1991, 2005). Остров Русский расположен в средней части зал. Петра Великого Японского моря. Он служит естественной границей двух заливов второго порядка – Амурского и Уссурийского. Литоральная биота зал. Петра Великого изучалась многими исследователями (Гульбин и др., 1987; Костина и др., 1996; Иванова и др., 2006; Кепель, 2007). При этом макробентос о. Русский до настоящего времени почти не исследован (Брегман и др., 1998). Цель работы – изучение состава и распределения видов *Cirripedia* в литоральных сообществах ктовой части Амурского залива и о. Русский.

Материалом для работы послужили сборы макробентоса на литорали ктовой части Амурского залива и о. Русский, выполненные сотрудниками Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН в июне–сентябре 2005 г. и в июне–сентябре 2007 г. общепринятыми хронологическими методами (Кусакин и др., 1974). В ктовой части Амурского залива усоногие раки встречены в 42 пробах, на литорали о. Русский – в 51 пробе.

Усоногих раков отделяли от живого и неживого субстрата, подсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали. Для определения количества усоногих раков в друзах двустворчатых моллюсков оценивали проективное покрытие субстрата баланусами, прочерчивая контур створок на миллиметровой бумаге. При подсчете общего числа баланусов на створках моллюсков учитывали только живых особей.

В ктовой части Амурского залива температура воды в поверхностном слое колебалась от 16 °С в районе м. Угольный до 30 °С в лагуне бухты Тихая. Соленость в поверхностном слое изменялась от 1‰ в лагуне Тихая до 29‰ в районе пос. Девятый Вал. Вблизи о. Русский температура воды колебалась от 13 до 23 °С, соленость изменялась в пределах 25–35‰.

Усоногий рак *Chatamalus dalli* входит в состав 10 литоральных сообществ ктовой части залива в качестве поясообразующего либо характерного вида. Сообщество *Ch. dalli* является одним из основных сообществ литорали на твердых субстратах. Оно отмечается на скалах, глыбах, валунах и каменистых

россыпях. Максимальные для этого вида значения плотности поселения и биомассы – 65 тыс. экз./м² и 860 г/м² – зарегистрированы в удаленных от устья р. Раздольная районах: вблизи м. Красный и у юго-восточного побережья п-ова Де-Фриза. Минимальные количественные показатели – 0.02 тыс. экз./м² и 1 г/м² – отмечены в Тавричанском лимане, т.е. в приустьевой части Амурского залива, где соленость в августе 2005 г. не превышала 9‰.

Морской желудь *Amphibalanus improvisus* входит в состав 11 литоральных сообществ кустовой части залива в качестве руководящего или характерного вида. Самые высокие значения плотности поселения и биомассы *A. improvisus* на литорали – 68.8 тыс. экз./м² и 157 г/м² – зарегистрированы в зонах непосредственного влияния стока р. Раздольная: у м. Угольный и вблизи пос. Девятый Вал. Минимальные количественные значения – 0.06 тыс. экз./м² и 0.3 г/м² – были отмечены в удаленных районах: у м. Красный и вблизи г. Владивостока. В лагуне Тихая и в устье р. Раздольная, где соленость не превышает 1‰, *A. improvisus* являлся единственным живущим видом Cirripedia.

Таким образом, в кустовой части Амурского залива на литорали обитают два вида усоногих раков: широкобореальный *Ch. dalli* и субтропическо-бореальный *A. improvisus*. Они занимают различные экологические ниши. В местах с соленостью, близкой к морской, преобладает *Ch. dalli*, в опресненных и нередко загрязненных участках – вид-вселенец *A. improvisus*. Мелкий баланус *A. improvisus*, известный своей экологической пластичностью, встречается почти повсеместно и на разнообразных субстратах. Данный вид входит в состав многих сообществ зал. Петра Великого (Звягинцев, 1984; Овсянникова, 1989; Силина, Овсянникова, 1995; Zvyagintsev, 2000). В последнее десятилетие *A. improvisus* зарегистрирован в составе сублиторальных сообществ северной части Амурского залива при различных значениях температуры и солености (Звягинцев, 2005).

На литорали о. Русский отмечены тихоокеанские широкобореальные виды Cirripedia: *Chthamalus dalli*, *Hesperibalanus hesperius* и *Balanus rostratus* и субтропическо-бореальный вид *Amphibalanus improvisus*.

Усоногий рак *Chthamalus dalli* входит в состав 8 литоральных сообществ в качестве вида-доминанта, широко представленного по всему вертикальному диапазону литорали, а также субдоминантного и сопутствующего вида. Сообщество *Ch. dalli* является основным сообществом, распространенным на твердых субстратах о. Русский. Биомасса доминирующего вида достигает максимума – 1270 г/м² – в нижнем горизонте скалистой литорали б. Карпинского. Наибольшая плотность поселения этого вида – 70 тыс. экз./м² – зарегистрирована в среднем горизонте скалистой литорали вблизи входа в б. Новик (м. Старицкого). Наименьшая плотность поселения – 6.7 тыс. экз./м² – отмечена в среднем горизонте каменистой литорали б. Рында. Минимальная биомасса хтамалуса – 140 г/м² – наблюдается в верхнем горизонте заиленной песчано-галечной литорали в районе м. Ахлестышева. Хтамалус также входит в состав других сообществ в качестве субдоминантного или сопутствующего вида.

Итак, *Ch. dalli* служит основным средообразующим элементом литоральной биоты о. Русский. Он достигает наибольшего количественного развития на твердых субстратах в участках побережья с активной гидродинамикой: проливах и оконечностях острова. Максимумы плотности его поселения зарегистрированы в среднем горизонте, а биомассы – в нижнем горизонте скалистой и валунной литорали. Хтамалус образует обширные поселения – пояса – в условиях нормальной или несколько пониженной солености.

Помимо широкобореального вида *Ch. dalli* на литорали о. Русский встречен субтропическо-бореальный вид *Amphibalanus improvisus*. Он обнаружен в среднем горизонте валунной, каменистой и галечной литорали б. Новик и б. Рында. В нижнем горизонте данный вид отмечен в б. Аякс на галечно-песчаной литорали. Плотность поселения *A. improvisus* не превышает 0.5 тыс. экз./м², а биомасса – 5 г/м². Частые находки живых особей этого вида-вселенца в выбросах зостеры и в качественных сборах в литоральной и сублиторальной зонах тех же районов и сопредельных с ними свидетельствуют об успешной адаптации его в островной фауне. Правда, он не является в этом типично морском районе руководящим видом так, как это наблюдается в кустовой части Амурского залива (Ovsyannikova, 2008).

В качественных пробах каменистой литорали б. Парис встречены живые взрослые особи широкобореального вида *Hesperibalanus hesperius*. Это первая находка данного вида баланусов на литорали. В нижнем горизонте валунной литорали б. Карпинского обитает крупный долгоживущий усоногий рак *Balanus rostratus*. Он является одним из основных сопутствующих видов в сообществе хтамалуса. Плотность поселения его достигает 0.2 тыс. экз./м², а биомасса – 130 г/м². Особи *B. rostratus* молодые и обросшие мшанками.

Таким образом, из 4 видов усоногих раков только *Ch. dalli* играет заметную средообразующую роль в формировании литоральной биоты о. Русский. Этот вид доминирует в подавляющем большинстве районов на всем вертикальном диапазоне литорали. Отдельные участки побережья острова, обращенные в прол. Босфор Восточный, видимо, испытывают влияние загрязнения, поступающего из прибрежной зоны г. Владивостока.

Наши исследования показали, что состав и распределение Cirripedia в литоральных сообществах кутовой части Амурского залива и о. Русский зависят в основном от характера грунта, солености и степени эврибионтности видов. Сделан вывод об успешной адаптации вида-вселенца *A. improvisus* в местной фауне и о вытеснении им других усонюгих раков из числа руководящих видов в опресненной и прогреваемой части Амурского залива.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов ДВО-1 № 09-1-П23-08, № 09-1-П 23-01 и № 09-1-П 15-03, а также грантов APN 2005-05 СМУ и ARCP 2007-12-NMY.

Список литературы

- Брегман Ю.Э., Седова Л.Г., Мануйлов В.А., Петренко В.С., Ковкековдова Л.Т., Борисенко Г.С., Шульгина Л.В., Симоконов М.В., Сухотская Л.Ю. Комплексное исследование среды и донной биоты бухты Новик (о. Русский, Японское море) после многолетнего антропогенного пресса // Известия ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 320–343.
- Волова Г.Н. Биоценозы прибрежных вод Амурского залива (Японское море) // Фауна и экология морских организмов. Владивосток. 1984. С. 78–124. Деп. в ВИНТИ. № 3651-84.
- Волова Г.Н. Донные биоценозы Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. 1985. Т. 110. С. 111-119.
- Гульбин В.В., Иванова М.Б., Кепель А.А. Поясообразующие группировки островной литорали Дальневосточного морского заповедника // Исследование литорали Дальневосточного морского заповедника и сопредельных районов. Владивосток: ДВО РАН АН СССР. 1987. С. 83–111.
- Звягинцев А.Ю. К акклиматизации *Balanus improvisus* в заливе Петра Великого // Морская коррозия и обрастание: Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции, Батуми, ноябрь 1984. Батуми. 1984. С. 39–40.
- Звягинцев А.Ю. Сезонные изменения эпифауны на створках гигантской устрицы в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 1991. № 2. С. 71–76.
- Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука. 2005. 432 с.
- Иванова М.Б., Белогурова Л.С., Цурпало А.П. Биота литорали эстуарной зоны вершины Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий. Материалы международной научно-практической конф. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 2006. С. 71–73.
- Кепель А. А. Сезонные изменения видового состава в сообществах скалистой литорали Дальневосточного морского биосферного заповедника // VIII Дальневосточная конференция по заповедному делу (Благовещенск, 1-4 октября 2007 г.): Материалы конф. Т. 1. Благовещенск: АФ БСИ ДВО РАН; БГПУ. 2007. С. 172–174.
- Костина Е.Е., Спирина И.С., Янкина Т.А. Распределение макробентоса на литорали залива Восток Японского моря // Биол. моря. 1996. Т. 22, № 2. С. 81–88.
- Кусакин О.Г., Кудряшов В.А., Тараканова Т.Ф., Шорников Е.И. Поясообразующие флористические и фаунистические группировки литорали Курильских островов // Растительный и животный мир литорали Курильских островов. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. 1974. С. 574–623.
- Овсянникова И.И. Распределение усонюгих раков на раковинах приморского гребешка при выращивании в подвесной культуре // Биол. моря. 1989. № 4. С. 71–76.
- Овсянникова И.И. Состав и распределение усонюгих раков в сообществах макробентоса северной части Амурского залива // VIII Дальневосточная конференция по заповедному делу (Благовещенск, 1-4 октября 2007 г.): Материалы конф. Т. 1. Благовещенск: АФ БСИ ДВО РАН; БГПУ. 2007. С. 242–246.
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. Макроэпобионты гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биол. моря. 2003. Т. 29. № 6. С. 441–448.
- Силина А.В., Овсянникова И.И. Многолетние изменения в сообществе приморского гребешка и его эпобионтов в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биол. моря. Т. 21, № 1. С. 59–66.
- Zvyagintsev A.Yu. Fouling of ocean-going shipping and its role in the spread of exotic species in the seas of the Far East // Sessile organisms. 2000. V. 17. № 1. P. 31–43.
- Ovsyannikova I.I. Barnacles in Benthic Communities of the Inner Part of Amursky Bay (Sea of Japan) // Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vol. I. Vladivostok: Dalnauka. 2008. Vol. 1. P. 207–222.

МАКРОЗООБЕНТОС Р. МИРОЖКИ (Г. ПСКОВ) В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОТОЧНОСТИ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ РУСЛА

М.С. Осипова

Псковское отделение ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства», 180007, Россия г. Псков, ул. М. Горького, д. 13, asik60@mail.ru

Река Мирожка относится к категории самых малых рек (Водогрецкий, 1990). Она берет начало из болота у дер. Большая Гоголевка и впадает в р. Великую на территории г. Пскова. В пределах города речка перегороджена рядом искусственных дамб с водопропускными трубами, пропускающими избытки воды во время ливневых дождей и весеннего половодья (Оценить современное экологическое состояние...», 1990). Длина реки составляет немногим более 6 км. В данной работе рассмотрен видовой состав и структурная организация сообществ водных макробеспозвоночных реки. Материалом данной работы послужили результаты исследований, проведенных в 2009 г. Сбор гидробиологических проб проводился

при помощи дночерпателя Петерсона с площадью захвата $1/40 \text{ м}^2$ (по два отбора) в мае, июле и сентябре на 14 стационарных станциях, расположенных по продольному профилю реки стандартными методами (Руководство..., 1975) (рис. 1). Всего собрано и обработано 46 количественных проб макрозообентоса. Сбор проб воды для гидрохимического анализа проводился летом и осенью в 7 точках исследуемого водотока, из них 5 в прудах и 2 на участках со свободным течением. Водородный показатель (рН) и удельную электропроводность определяли в полевых условиях при помощи мультиметра Multi 340i. В лабораторных условиях были определены цветность, содержание растворенного кислорода, перманганатная окисляемость, БПК₅, ионный состав и общая жесткость воды для каждой из проб. Всего за вегетационный сезон было собрано и обработано 16 проб воды.

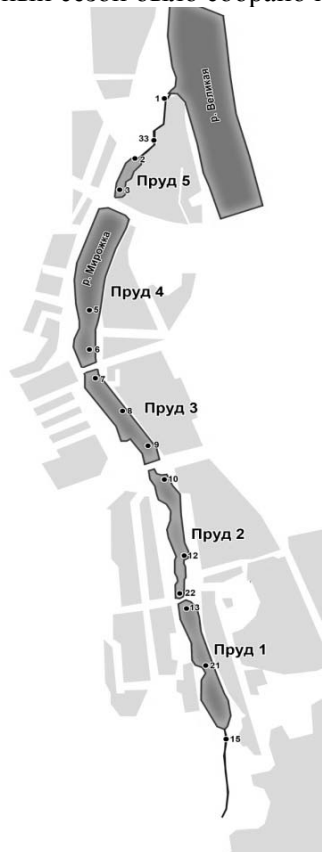


Рис. 1. Схема р. Мирожки.

В ходе гидрохимических исследований было установлено, что воды р. Мирожки относятся к среднеминерализованным (общая минерализация 302.5–498.4 мг/л) по сумме содержащихся солей и к слабощелочным (рН 7.1–7.7) по значению водородного показателя (табл. 1).

Ее воды характеризуются высоким содержанием различных форм органического вещества и, соответственно, высокой напряженностью биохимических процессов. Это доказывают довольно высокие значения перманганатной окисляемости (достигает значений более 20 мг/л в истоке и пруду № 1) и низкие отношения БПК₅ к ПО на всем протяжении реки. Дефицит растворенного кислорода как в июле (в период фотосинтетической активности фитопланктона и макрофитов), так и в конце сентября (в период осеннего выхолаживания и интенсивного перемешивания водных масс) свидетельствует о высокой напряженности различных биохимических процессов, происходящих с потреблением O_2 .

Содержание минеральных солей в исследуемом водотоке постепенно возрастает от истока до нижней русловой части реки, что, вероятно, обусловлено увеличением подтока грунтовых вод. Также отметим, что от истока к устью растет и насыщение вод кислородом, в связи с чем гидрохимические характеристики вод в целом более благоприятны для гидробионтов, обитающих в нижнем течении. По существующей классификации вод по степени гумификации на основе цветности (Китаев, 1984) р. Мирожка относится к мезополигумозным (верховье реки) и мезогумозным (нижние участки) водоемам.

За время исследования донных сообществ р. Мирожка в составе макрозообентоса было отмечено 85 видов водных беспозвоночных, которые относятся к 8 классам, 9 отрядам и 28 семействам. Наиболее широко в видовом отношении представлены хирономиды (26 видов) и моллюски (12 видов). Из 7 исследованных участков водотока (5 прудов и два участка со свободным течением) относительно высокое видовое богатство макрозообентоса отмечено на устьевом участке реки и в пруду 2 (35 и 27 видов соответственно), наименьшим числом видов характеризуется пруд 1 – 14 видов беспозвоночных.

Таблица 1. Значения некоторых показателей химического состава воды р. Мирожка, характеризующие содержание органического вещества

Станция	цветность, (Град. Pt-Co шкалы)		окисляемость, мгО/дм ³		БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	
	Июль	Сентябрь	Июль	Сентябрь	Июль	Сентябрь
Исток	90	70	25.6	17.1	2.8	1.3
Пруд 1	80	60	20.8	18.8	8.0	1.2
Пруд 2	50	50	12.8	11.6	2.2	2.2
Пруд 3	60	35	12.8	5.6	4.0	2.1
Пруд 4	60	30	10.4	4.7	4.0	1.3
Пруд 5	45	25	18.4	3.9	3.6	2.1
Устье	45	25	12.0	6.2	3.1	2.4

Проанализировав таксономическую структуру зообентоса исследованного водного объекта, отметим, что около 30% видового состава составляют хирономиды, доля которых максимальна на устьевом участке (43% от всех обнаруженных видов) и довольно высока во всех прудах, кроме прудов 1 и 4, где доминируют брюхоногие моллюски. Среди личинок хирономид, которые были отмечены более чем в половине исследованных прудов, наибольший процент встречаемости имеют виды *Endochironomus tendens* (85%), *Glyptotendipes gripekoveni* (57%) и *Procladius ferrugineus* (57%), которые являются самыми обыч-

ными для Северо-Запада России. С экологической точки зрения фауну хирономид можно охарактеризовать как типичную для слабопроточных эвтрофированных заросших водоемов. Фауна малоцетинковых червей была менее разнообразна и представлена всего пятью таксонами, из которых вид *Limnodrilus hoffmeisteri* (85%) встречался на всем протяжении реки (кроме пруда 4). Следует также отметить, что в составе практически всех бентоценозов р. Мирожка присутствовала пиявка *Erpobdella octoculata*. Основу бентофауны почти всех исследованных прудов составляли представители класса ракообразных *Asellus aquaticus* (85%) и *Gammarus pulex* (71%), особенно часто встречался водяной ослик (вид-эврибионт), который не был встречен лишь в пруду 5. Необходимо отметить, что в этом пруду незадолго до взятия проб была проведена реконструкция и очистка дна от иловых отложений. Самые распространенные во всех прочих прудах виды (*Erpobdella octoculata*, *Procladius ferrugineus*, *Endochironomus tendens*, *Asellus aquaticus* и *Gammarus pulex*) не были обнаружены в реконструированном пруду, что, возможно, связано с нарушением функционирования существовавшего ранее бентоценоза и заменой сложившейся фауны на новую, способную приспособиться к изменившимся условиям обитания.

При анализе экологического облика фауны были использованы литературные данные (Одум, 1975; Прокин, 2005 и др.) по экологии рассматриваемых видов. Экологическая приуроченность была определена для 69 видов, остальные виды определены только до рода или их экология изучена недостаточно. Анализ состава и соотношения экологических групп в рассматриваемой фауне показал преобладание в ней эвритопных видов (33 вида или 48%) из которых 22 вида встречаются в самых разнообразных водоемах (*Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex tubifex*, *Anabolia soror*, *Nemoura cinerea*, *Asellus aquaticus* и др.), а 11 предпочитают заросшие водоемы (*Anisus dispar*, *Polypedilum convictum*, *Endochironomus impar*, *E. tendens*, *Centroptilium luteolum* и др.). Обитатели стоячих и слабопроточных водоемов составляют 52% (36 видов). Наиболее типичными для подобного типа водоемов являются следующие виды: *Glossiphonia complanata*, *Chironomus plumosus*, *Microtendipes pedellus*, *Aeshna juncea*. Таким образом, фауна р. Мирожки в большинстве своем представлена видами, предпочитающими обитать в застойных водоемах, из чего можно сделать вывод о тенденции смены обычной речной фауны на фауну местообитаний стоячих вод.

Численность и биомасса макрозообентоса по среднесезонным данным колебалась в широких пределах: от 680 (пруд 4) до 6200 (устье) экз./м² и от 7.0 (пруд 4) до 52.0 (устье) г/м². Максимальные количественные показатели наблюдались в устьевом участке реки, где основу численности составляли хирономиды (49% от общей численности) и малоцетинковые черви сем. Tubificidae (37%), основу биомассы – *Asellus aquaticus* (47% от общей биомассы) и некоторые виды моллюсков, наименьшие – для прудов 1 и 4. Таким образом, количественные показатели растут от истока к устью, что, видимо, связано с увеличением проточности и насыщения кислородом от верхнего течения к нижнему. Максимальные показатели количественного развития характерны для более проточного устьевого участка реки, где процентное насыщение вод реки кислородом достигает 100% и условия обитания наиболее комфортны для развития бентофауны, а минимальные застойным прудам 1 и 4, где газовый режим неблагоприятен. Максимальным фаунистическим сходством характеризуются территориально близко расположенные исток и пруд 1. Для вод вышеперечисленных участков характерно низкое насыщение кислородом, высокое содержание органических веществ и высокая степень зарастания макрофитами.

Таким образом, создаются такие экологические условия, в которых способны обитать только виды с широкой экологической валентностью, такие как *Asellus aquaticus*, *Erpobdella octoculata*, *Endochironomus tendens* и др. На одном уровне видового сходства находятся пруды 3 и 4, а незначительно от них отличается пруд 2, в основном за счет большего разнообразия видов. Вышеуказанные пруды характеризуются равноценными условиями обитания для организмов зообентоса, за счет сходства газового режима и типа грунта. Наибольшее отличие от всех прочих участков наблюдается на устьевом участке реки и в пруду 5. Такое заметное отличие для устьевого участка реки вполне закономерно, т.к. именно здесь обнаружено максимальное видовое разнообразие хирономид (58% от общего числа видов), многие из которых, к тому же, не встречались ни в одном из исследованных прудов (*Prodiamesa olivacea*, *Tanitarsus lestagei*, *Ablabesmyia* gr. *monilis*, *Paratendipes albimanus*). Отличие пруда 5 от прочих исследованных участков реки состоит в присутствии некоторых видов моллюсков (*Parasphaerium nitidum*, *Euglesa* sp., *Cincinna piscinalis*) и более высоким разнообразием двукрылых.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что зарегулирование реки существенно повлияло на гидрохимический режим, что отразилось и на состоянии донных сообществ. Только участок со свободным течением (устье) характеризуется наибольшим видовым богатством и количественным развитием макрозообентоса. Все искусственные пруды характеризуются бедностью фауны, в составе которой преобладают виды-эврибионты.

Список литературы

Водогретский В.Е. Антропогенное изменение стока малых рек. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. 176 с.

- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск.: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
- Одум Ю. Основы экологии. М., 1975. 740 с.
- Прокин А.А. Макрофауна водных беспозвоночных террасных и водораздельных болот среднерусской лесостепи. Автореф. канд. биол. наук. Борок, 2005. 21 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под. ред. Абакумова В.А. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 220 с.
- Ястремский В.В. Оценить современное экологическое состояние р. Мирожки и возможности ее использования в рыбохозяйственных целях // Отчет о НИР. Псковское отделение ГосНИОРХ. Псков. 1990. 55 с. (рукопись).

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИДОННОГО ЗООПЛАНКТОНА В РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОТОПАХ ОЗЕР РАЗНОГО ТИПА

А.Л. Палаш

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по Биоресурсам»,
220072, Минск, ул. Академическая, 27, Беларусь, APalash@mail.ru

Сезонная динамика зоопланктона зависит от множества факторов: формирования и вегетации растений, глубины их произрастания, температуры воды и т.д.

Пробы были отобраны модифицированным микробентометром МБ-ТЕ в песчаной литорали Переводской группы озер (Витебская область): эвтрофное озеро Обстерно и дистрофное Нобисто в течение вегетационного сезона. Литоральная зона озер является зоной наиболее подверженной процессам антропогенного воздействия.

Весенняя съемка (май) фактически совпала с началом биологического лета ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$), поэтому количественные показатели развития зоопланктона были максимальными, как для планктонных, так и для планктобентических видов, хотя известно, что в ранневесенний период основу сообщества зоопланктона составляют планктобентические виды (Кин, 1973; Шан, 1969).

В озерах, в ходе сезонной сукцессии, отмечено снижение абсолютной численности исследуемых групп видов. Несмотря на это, роль планктобентических видов возрастает в осенний период.

Для всех биотопов индекс Шеннона-Винера минимален весной, за счет массового развития нескольких видов.

Bosmina longirostris (Mueller, 1785) массового развития достигает в весенний период, во всех без исключения биотопах и превышает 90% от общей численности, при этом субдоминантом является *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862).

Среди планктобентических видов в тростнике южном доминантами были *Alona quadrangularis* (Mueller, 1785) (8572 экз./м³ в Нобисто, и 15825 экз./м³ – Обстерно) и *A. nana* (Baird, 1850) (27697 экз./м³ – Нобисто, 5539 экз./м³ – Обстерно), в кубышке желтой – *Acroperus harpae* (Baird, 1834) (1648 экз./м³ – в Нобисто и 2308 экз./м³ – в Обстерно) и *Sida crystallina* (Mueller, 1776) (319 экз./м³ – Нобисто, 1978 экз./м³ – Обстерно). Следовательно, в озерах разного трофического статуса наблюдается идентичный комплекс доминантов.

В летний период доминантами среди планктонных видов были *Ceriodaphnia pulchella* и *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848). Для оз. Нобисто зафиксирован одинаковый набор планктонных видов, но с различным на каждом биотопе порядком доминирования. Численность была ниже, по сравнению с весенним периодом, индекс Шеннона колебался в пределах 2.22–1.15 бит/экз. для оз. Обстерно, 0.84–1.70 – Нобисто.

Осенью планктобентические виды при сравнительно небольшой численности играют более значительную роль в составе сообщества Cladocera, и в ряде случаев достигают 50%.

Таким образом, сезонная динамика Cladocera на всех исследуемых биотопах двух озер за время наблюдений характеризовалась одним ярко выраженным пиком численности. В ходе сезонной сукцессии численность ветвистоусых снизилась, возросла роль планктобентических видов в функционировании зарослевых сообществ.

Максимальный уровень развития зоопланктона отмечен для дистрофирующего оз. Нобисто, которое является водоемом макрофитного типа. Изменение абсолютной и относительной численности ветвистоусых, их доминирующих комплексов в разных биотопах двух озер проявляет сходную тенденцию сезонного распределения. Различия в порядке доминирования видов могут быть связаны как с их перемещением в пределах литорали, образованием скоплений (роев), так и с выеданием их хищными беспозвоночными и рыбами.

Одним из свидетельств разграничения пространства ресурсов сообщества является кривая значимости видов (Уиттеккер, 1980). Она позволяет наглядно оценить видовое богатство биоценозов. Анализи-

руя разнообразии видов, мы протестировали 4 различных варианта моделей на примере озер Обстерно и Нобисто. Модели разломанного стержня Макаурта описывают сообщество с выравненным обилием видов, предполагающее межвидовую конкуренцию, территориальное поведение и т.д., что не характерно для Cladocera. Это и подтвердили наши расчеты, где распределение ветвистоусых рачков только на 52–61% описывалось данной моделью. Оказалось, что среди ряда гипотез, наиболее удовлетворительной (по коэффициенту детерминации) была гиперболическая модель Левича, чувствительная к обилию редких видов.

Таким образом, несмотря на различную численность, процентное соотношение двух групп видов, смену доминант, сезон, ранговое распределение видов в каждом из биотопов чаще всего на 99–100% может быть описано с помощью гиперболической модели Левича, в то время как сообщество открытой воды – геометрической моделью Мотомуры. При этом гиперболическая модель Левича описывает более сложное сообщество, лимитированное трофическим ресурсом.

Кривая значимости видов, оставаясь практически постоянной в течение сезона, говорит о том, что данное сообщество является более сложным и «целостным» (Левич, 1980), в отличие от сообщества, которое можно описать моделью Мотомуры.

В данном случае это лишний раз свидетельствует о сложности биотопа, как местообитания и о многообразии организмов, его населяющих.

Проведенные исследования двух водоемов разного типа показали, что в ходе сезонной сукцессии максимальные численности планктонных и планктобентических видов и минимальные значения индекса Шеннона на всех биотопах отмечены в весенний период. В сезонном аспекте для всех биотопов отмечено снижение абсолютной численности двух групп видов при возрастании относительного значения планктобентических.

Список литературы

- Левич А.П. Структура экологических сообществ. Москва: МГУ, 1980. 181с.
Уиттеккер Р. Х. Сообщества и экосистемы. М.: «Прогресс», 1980. 326 с.
Keen R. A probabilistic approach to the dynamics of natural populations of the Chydoridae (Cladocera, Crustacea) // Ecology. 1973. Vol. 54. P. 524–534.
Shan R.K. Life cycle of a chydorid cladoceran, *Pleuroxus denticulatus* Birge // Hydrobiology. 1969. Vol. 34. P. 513–523.

ГЛУБОКОВОДНАЯ МЕЙОФАУНА ОЗЕР КРИВОЕ И СТАРУШЕЧЬЕ (КАРЕЛИЯ)

В.А. Петухов

Зоологический институт РАН, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. 1

Введение. К мейобентосу относят донных животных размерами тела в среднем от 0.3 мм до 2–3 мм, включая большинство нематод, низших червей, ювенильных олигохет, личинок водных насекомых на первых стадиях развития и мелких донных ракообразных.

Популяции мейобентосных животных играют существенную роль в процессах, протекающих в донных биоценозах, а численность, биомасса и продукция зачастую превышают эти показатели, характерные для макробентоса.

Животные мейобентоса значимы и в питании разных беспозвоночных и молоди рыб.

Материал и методика. Исследование базируется на изучении зообентоса озер северной Карелии (Кривое и Старушечье в 2002–2008 гг.). Методы сбора и обработки данных – стандартные (Петухов, 1999; Verezhina, Petukhov, 2006).

Целью данной работы стало: изучение мейофауны в глубинной зоне озер, а также определение относительной роли этой группировки в донных зооценозах.

Результаты и обсуждение. Озера относятся к типу малых лесных димиктических низкоминерализованных водоемов. За последние тридцать лет гидролого-гидрохимические показатели озер практически не изменились (табл. 1). Озеро Старушечье является проточным с быстрым водообменом, оз. Кривое – с медленным.

В целом мейофауна озер представлена небольшим числом видов животных. Основу ее составляют нематоды. Одиннадцать их видов отмечены в оз. Кривое, 6 – в оз. Старушечье. Остальные группы животных представлены малым числом видов (табл. 2).

На максимальных глубинах в озерах обнаружен лишь один вид нематод – *Paramononchus alimovi* Tsal. (рис. 1). В оз. Кривое он встречается в количестве десятков и даже сотен тыс. экз./м², в оз. Старушечье встречался единично. Данный вид нематод был в свое время открыт и описан С.Я. Цалолихиным в одном из озер на Кольском полуострове и в Ладожском озере. Там он не достигал подобной численности. Остальные животные мейофауны изучаемых озер встречались на протяжении периода исследований лишь единично.

Таблица 1. Гидролого-гидрохимические характеристики озер Кривое и Старушечье

Характеристики	Кривое		Старушечье
	1968–1969	2002–2008	2002–2008
Площадь зеркала, км ²	0.5	0.5	0.07
Глубина максимальная, м	32	32.0	9.0
Глубина средняя, м	11.8	12.0	3.0
Прозрачность воды по диску Секки, м	4.0-6.0	4.5-6.8	2.9-3.6
Цветность, град РТ-Со шкалы	24 (20-30)	30	40-48
Общая минерализация, мг/л	72-105	45-50	45
Содержание кислорода, мг О ₂ /л	Поверхность	10.1-10.9	8.7-9.8
	Дно	6.1-8.1	4.9-11.4
Насыщение воды кислородом, %	Поверхность	92-103	85.5-105.7
	Дно	45-63	37.4-86.6
Величина рН	Поверхность	7.0-7.4	7.42-7.68
	Дно	6.6-6.8	6.85-7.28
Общий фосфор, мкг/л	14-74	16-56	5-77
Взвешенный фосфор, мкгР/л	-	1.7-6.7	3-14

Таблица 2. Видовое богатство мейобентоса озер Кривое и Старушечье в 2002–2008 гг.

Группы и виды животных	Оз. Кривое	Оз. Старушечье
Nematoda	11	6
Cladocera	2	0
Cyclopoida	1	0
Chironomidae	4	3
Haracticoida	1	0
Ostracoda	1	0
Oligochaeta	+	+
Всего	21	9

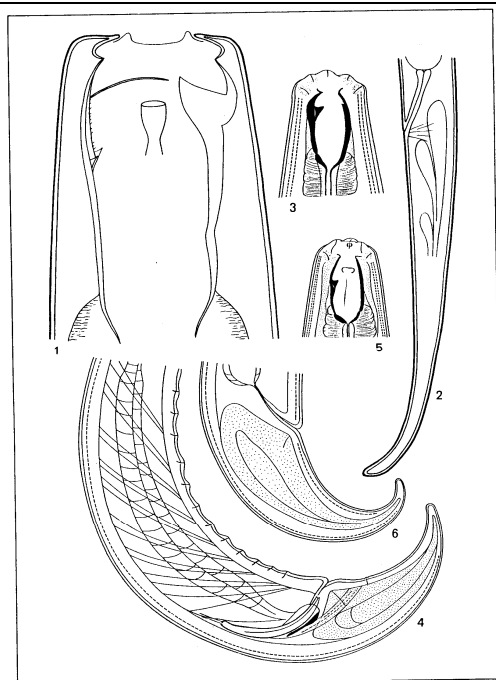


Рис. 1. *Paramononchus alimovi* Tsalolikhin, 1990 (1–2).

Биомасса макробентоса, как правило, выше биомассы мейобентоса, но в отдельные годы их значения одинаковы и даже показатели мейобентоса могут превышать таковые макробентоса.

Таблица 3. Численность (числитель, тыс. экз./м²) и биомасса (знаменатель, г/м²) глубоководного мейобентоса оз. Старушечье в разные годы

*	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	2.1/0.004	2.7/0.021	3.0/0.01	23.0/0.139	0.3/0.002	1.0/0.01
2	-					
3	-					
4	0.1/0.003	0.1/0.01			1.0/0.04	
5	1.1/0.03	0.1/0.003		0.3/0.02		
6	-				0.5/0.08	
7	3.3/0.037	2.9/0.034	3.0/0.01	23.3/0.159	1.8/0.122	1.0/0.01

Paramononchus alimovi – недостаточно еще изученный вид нематод. Встречается в озерах со среднегодовой температурой воды 4–6 °С. Вероятно, наряду с хищным образом жизни переходит на питание детритом и сестоном. Косвенно на это указывает то, что максимального развития нематода достигает в июле–сентябре, когда в озере наблюдается и самое высокое оседание органических частиц за счет отмирания водорослей и животных, обитающих в толще воды. Морфометрия *P. alimovi* приведена в статье Цалолихина и Петухова (Tsalolikhin, Petukhov, 2006).

Численность и биомасса глубоководного мейобентоса озер были невысокими (табл. 3, 4). В оз. Старушечье средняя многолетняя численность животных составляла 1.0–23.6 тыс. экз./м², биомасса – 0.01–0.212 г/м². В оз. Кривое эти показатели были выше, чем в оз. Старушечье – соответственно 3.0–59.7 экз./м² и 0.137–0.52 г/м².

Многолетние изменения биомассы мейо- и макробентоса на двух глубоководных станциях оз. Кривое показателей, в общем, идут синхронно (рис. 2, 3).

*	2002	2003	2004	2005	2006	2007
8	0.1/0.01				0.8/0.08	
9	0.1/0.01	0.2/0.004		0.3/0.02	0.2/0.01	
10	0.2/0.02	0.2/0.004		0.3/0.02	1.0/0.09	
11	3.5/0.057	3.1/0.038	3.0/0.01	23.6/0.179	2.8/0.212	1.0/0.01

Примечание. * Группы животных: 1 – Nematoda, 2 – Ostracoda, 3 – Cyclopoida, 4 – Harpacticoida, 5 – Cladocera, 6 – Hydracarina, 7 – Эвмейобентос, 8 – Oligochaeta, 9 – Chironomidae, 10 – Псевдомейобентос, 11 – Мейобентос.

Таблица 4. Численность (числитель, тыс. экз./м²) и биомасса (знаменатель, г/м²) глубоководного мейобентоса оз. Кривое в разные годы

**	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	0.1/0.0005	23.1/0.15	42.3/0.21	58.4/0.294	42.3/0.21	32.6/0.16	17.2/0.025
2	1.1/0.16		0.1/0.01	0.2/0.03	0.1/0.01		
3	0.1/0.004		0.5/0.03	0.1/0.003	0.5/0.03	0.1/0.01	0.1/0.01
4	0.3/0.003	0.07/0.001		0.1/0.001			
5	1.2/0.03	0.4/0.01	12.0/0.70	0.7/0.003	12.0/0.70	0.4/0.03	0.9/0.09
6			0.1/0.01	0.2/0.02	0.1/0.01		0.1/0.01
7	2.8/0.197	23.57/0.161	55.0/0.42	59.7/0.378	55.0/0.42	33.1/0.20	18.3/0.135
8			1.2/0.09		1.2/0.09		
9	0.2/0.03	0.4/0.03	0.2/0.01		0.2/0.01		
10	0.2/0.03	0.4/0.03	1.4/0.10		1.4/0.10		
11	3.0/0.227	23.97/0.191	56.4/0.52	59.7/0.378	56.4/0.52	33.1/0.20	18.3/0.135

Примечание. ** Обозначения те же, что и в табл. 3.

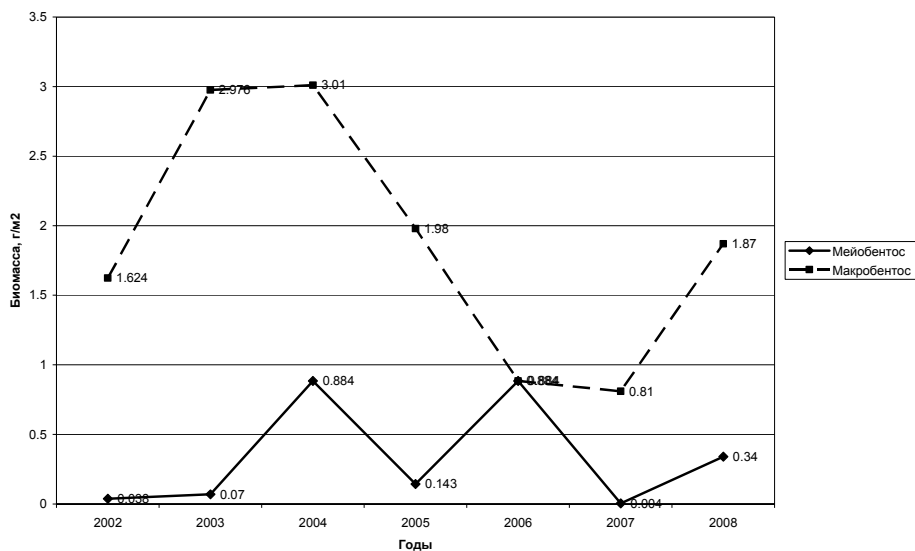


Рис. 2. Многолетние изменения биомассы (г/м²) мейо- и макробентоса оз. Кривое на ст. 9.

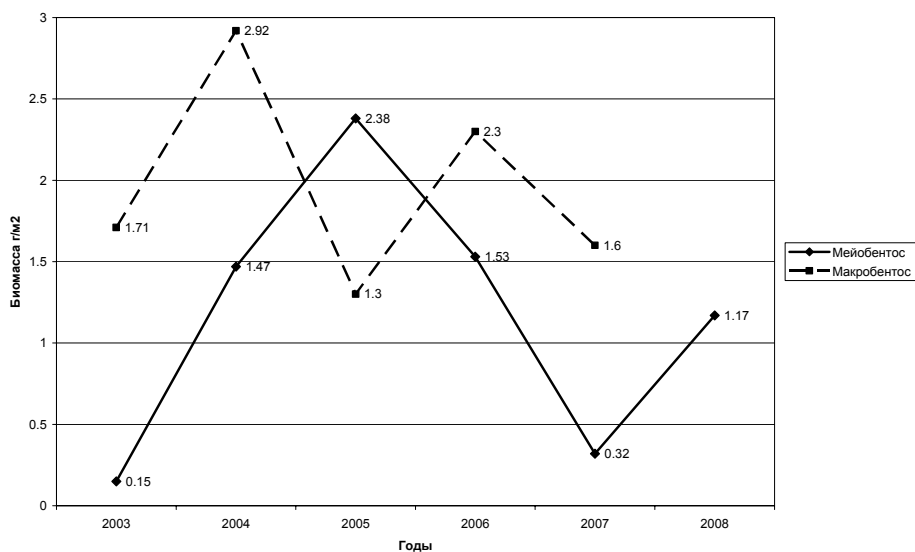


Рис. 3. Многолетние изменения биомассы (г/м²) мейо- и макробентоса оз. Кривое на ст. 2.

Выводы

1. Качественный состав глубоководной мейофауны изучаемых озер бедный. В ней доминирует один вид нематод – *Paramononchus alimovi*.
2. Средние за сезон многолетние значения численности мейобентоса в оз. Старушечье составляли 1.0–23.6 тыс. экз./м², биомасса – 0.01–0.212 г/м². В оз. Кривое эти показатели были выше, чем в оз. Старушечье – соответственно 3.0–59.7 экз./м² и 0.137–0.52 г/м². Причина этого, вероятно, в различиях гидрологических характеристик водоемов.
3. Биомассы макро- и мейобентоса на протяжении лет наблюдения менялись практически синхронно. В отдельные годы биомасса мейобентоса превышала биомассу макробентоса.

Список литературы

- Петухов В.А. Структурно-функциональная характеристика мейобентоса разнотипных озер Северо-запада Российской Федерации. Автореф. канд. дисс. С-Петербург, 1999. 25 с.
- Berezina N.A., Petukhov V.A. Productivity and trophic relations in shallow littoral zone of Lake Krivoe (Northern Karelia): meiobenthos and macrozoobenthos. Zoological sessions annual reports 2005. St. Petersburg. 2006. Vol. 310. S. 15–24.
- Tsalolikhin S.J., Petukhov V.A. Redescription of *Paramononchus alimovi* Tsalolikhin (Nematoda: Mononchida). Zoosystematica Rossica. 2006. 14 (2), 2005:187–190.

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЙ ВИДА-ЭДИФИКАТОРА БАЙКАЛЬСКОГО ЗООПЛАНКТОНА *EPISCHURA BAIKALENSIS* SARS И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ ТЕРМИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ЕЁ РАЗВИТИИ

Е.В. Пислегина

НИИ биологии при Иркутском государственном университете
г. Иркутск, ул. Ленина, 5, а/я 24, Россия, Helga_64@mail.ru

Введение

Основную роль в зоопланктоне открытого Байкала (80–90% численности и 90–99% общей биомассы) играет растительная эндемичная копепода-фильтратор *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) – эпишура. Эпишура населяет глубоководные районы озера с низкой температурой воды (пелагиаль) и обитает во всей водной толще (0–1400 м). В летнее время (июль–сентябрь) до 80% всей эпишуры обитает в верхнем, 50-ти метровом слое и распределяется в нем неравномерно (Афанасьева, 1977). В процессе своего развития эпишура проходит два периода – науплиальный и копеподитный. Каждый из них состоит из 6 стадий; последняя – 12-я – половозрелые особи. Во взрослом состоянии эпишура не растет (Атлас..., 1995).

Температура воды является тем абиотическим фактором, который отчасти обуславливает развитие зоопланктона в Байкале. Этот фактор может влиять на его обилие как непосредственно (регулируя его физиологическое состояние и популяционные характеристики), так и опосредованно путем регуляции через пищевую цепь.

Л.Р. Измestьевой (2004) установлена положительная связь между температурой поверхностного слоя воды и содержанием хлорофилла «а» в летний период. Также была установлена положительная зависимость общей среднегодовой численности пелагического зоопланктона от температуры воды за период 1981–2003 гг. в слое 0–50 м в Южном Байкале (Пислегина, 2005).

Целью настоящей работы было изучение распределения разных возрастных стадий эпишуры в слое 0–50 м и определение роли термического фактора в её развитии за период 1982–2003 гг.

Материал и методы

Материалом для проведения работы послужили данные круглогодичных (за исключением времени становления и вскрытия озера ото льда) сборов проб сетного зоопланктона за 1982–2003 гг. и внесенных в БД «Планктон» НИИ биологии при ИГУ (свид. № 2005620028). Станция отбора проб (т. № 1) располагается в Южном Байкале, на расстоянии 2.7 км от берега (51°52'48" с.ш., 105°05'02" в.д.) над глубиной 800 м против биостанции Научно-исследовательского института биологии при ИГУ (пос. Большие Коты). Орудием лова служила планктонная сеть Джели с диаметром входного отверстия 37.5 см и размером ячеи 100 мкм (Атлас..., 1995). Пробы отбирались в слоях 0–10, 10–25, 25–50 м.

Определение видового состава проводилось счетным методом по стандартной методике (Инструкция..., 1978). Значения температуры воды взяты из данных, ранее опубликованных автором (Пислегина, 2005).

Результаты и их обсуждение

За период 1982–2003 гг. средняя численность науплиальных стадий изменялась от минимального 131.6 ± 29.9 в 2000 г. до максимального 763.1 ± 172.6 в 1989 г. со среднемноголетним значением 365.7 ± 6.7 тыс. экз. м⁻² (табл.). Минимум среднегодовой биомассы науплиальных стадий зафиксирован

в 1982 г. – 565.1 ± 139.8 , а максимум – в 1989 г. – 2663.9 ± 657.6 мг м⁻². Среднегодовое значение биомассы составило 1467.1 ± 201.5 мг м⁻².

Численность копепоидитных (1–5) стадий эпишуры изменялась от 105.0 ± 21.1 (1982 г.) до 275.0 ± 65.0 тыс. экз. м⁻² (1998 г.), а биомасса – от 2729.8 ± 611.7 (1982 г.) до 6658.4 ± 1026.7 мг м⁻² (1992 г.). Среднегодовые значения численности и биомассы копепоидитных стадий составили 196.1 ± 16.3 и 4504.0 ± 296.0 мг м⁻².

Таблица. Среднегодовая численность и биомасса *E. baicalensis* по стадиям в слое 0–50 м за период 1982–2003 гг. на т. № 1, против пос. Б. Коты (Южный Байкал)

Год	Численность (тыс. экз. м ⁻²)			Биомасса (мг м ⁻²)		
	Науплиусы (ст.1-6)	Копепоидиты (ст.1-5)	взрослая (самцы+самки)	Науплиусы (ст.1-6)	Копепоидиты (ст.1-5)	взрослая (самцы+самки)
1982	147.3±38.2	105.0±21.1	16.8±5.1	565.1±139.8	2729.8±611.7	1430.9±447.1
1983	200.7±43.5	187.7±50.6	7.7±1.6	826.9±191.8	4045.6±1045.5	708.9±153.7
1984	266.3±63.1	163.8±39.7	18.9±4.8	1198.9±287.9	3309.0±804.8	1624.6±401.1
1985	360.5±63.5	251.1±64.7	28.0±5.9	1424.2±270.2	5645.6±1252.3	2400.2±488.9
1986	299.0±52.0	140.0±30.8	18.9±4.2	1191.5±216.4	3059.9±656.3	1570±342.7
1987	385.4±123.3	164.5±35.0	25.8±6.9	1580.1±575.6	3928.5±791.5	2149.6±571.4
1988	601.4±129.7	241.2±59.2	24.1±6.1	2264.4±665.2	5521.9±1052.3	2046.7±494.0
1989	763.1±172.6	214.0±53.0	19.9±6.1	2663.9±657.6	3967.3±804.3	1697.5±501.6
1990	304.7±65.3	206.8±56.9	17.4±8.2	1204.8±295.3	5202.6±1297.1	1436.4±651.9
1991	345.2±59.6	191.6±44.0	21.8±2.2	1383.5±264.4	4756.2±1196.5	1842.7±178.0
1992	486.4±90.0	268.3±39.5	26.9±5.0	1874.2±357.5	6658.4±1026.7	2182.9±366.4
1993	370.7±77.3	170.1±46.7	34.9±9.1	1646.5±351.0	3804.0±888.9	3076.1±797.0
1994	262.2±38.6	132.2±62.2	14.2±3.1	919.4±162.9	3089.4±1056.6	1227.6±270.2
1995	674.5±138.9	142.0±27.7	20.7±4.7	2469.7±519.2	3550.6±812.1	1790.4±403.2
1996	646.1±106.3	226.7±50.1	9.9±1.9	2461.6±462.0	4671.8±992.5	849.5±167.7
1997	284.3±21.9	240.9±48.5	18.4±2.8	1229.4±103.9	5790.0±1018.9	1584.0±259.8
1998	371.1±55.2	275.0±65.0	25.5±3.5	1509.3±212.8	6136.2±1263.1	2237.5±301.4
1999	209.4±35.6	212.2±32.6	23.2±4.5	1043.4±186.2	4872.1±597.4	1972.2±366.5
2000	131.6±29.9	189.9±61.8	10.5±1.9	593.5±128.2	4194.8±1146.8	897.1±169.6
2001	310.0±49.0	183.3±51.5	22.4±4.9	1406.2±234.0	4469.2±1144.3	1737.4±338.5
2002	488.5±107.7	170.4±29.5	8.9±2.4	2141.3±478.1	4283.7±755.5	806.0±222.0
2003	138.0±25.0	238.0±61.6	11.9±2.0	677.5±134.4	5401.6±1253.3	999.5±164.3
Средне-многол.	365.7±63.7	196.1±16.3	19.4±1.8	1467.1±201.5	4504.0±296.0	1648.5±146.6

В 1992 и 1998 гг. численности копепоидитных стадий (1–5) с учетом ошибки практически не различались: 268.3 ± 39.5 и 275.0 ± 65.0 тыс. экз. м⁻² соответственно. Однако максимум биомассы зафиксирован в 1992 г. и отличается от данных 1998 г. более чем на 500 мг м⁻² (см. табл).

Взрослые особи эпишуры (самцы+самки) оказались самыми малочисленными в слое 0–50 м: их численность варьировала от 7.7 ± 1.6 в 1983 г. до 34.9 ± 9.1 тыс. экз. м⁻² в 1993 г. со среднегодовым значением 19.4 ± 1.8 тыс. экз. м⁻². Несмотря на то, что численность взрослых рачков была достаточно низкой, среднегодовое значение биомассы немного превысило таковое у науплиусов эпишуры – 1648.1 ± 146.6 мг м⁻².

Таким образом, самой многочисленной в исследуемом слое оказалась молодь эпишуры (науплии 1–6 ст.). Численность копепоидитных стадий здесь в 2 раза ниже численности науплиальных, а численность взрослой эпишуры ниже уже в 20 раз.

Другая картина наблюдается в распределении значений биомассы разных возрастных стадий эпишуры. Это понятно и вполне объяснимо. Распределение биомассы объясняется неодинаковым весом рачков каждой стадии: разброс величин составляет от 1 до 100 мг на тысячу экземпляров. К примеру, средний сырой вес 1 тыс. науплиусов равен ≈ 3.3 мг тыс. экз., средний сырой вес 1 тыс. копепоидитов – 22.2 мг тыс. экз., а средний сырой вес 1 тыс. взрослых особей – 78.0 мг тыс. экз. (Инструкция..., 1978). Поэтому, несмотря на лидирующее положение по численности, биомасса науплиальных стадий оказалась самой маловесомой.

Как видно из таблицы в слое 0–50 м больше всего зафиксировано науплиальных стадий. Ещё раз подчеркнем, что выборка данных из БД по численности и биомассе эпишуры производилась для слоя 0–50 м. Так же здесь необходимо отметить, что отбор проб зоопланктона на т. № 1 в разные сезоны происходит, в основном, в дневное (рабочее) время. Ранее было установлено, что в разные биологические сезоны эпишура совершает суточные вертикальные миграции по следующей схеме: в подледный

период и период открытой воды наблюдается по два пика миграции – 7⁰⁰–9⁰⁰ и 15⁰⁰–17⁰⁰; 4⁰⁰–5⁰⁰ и 19⁰⁰–22⁰⁰ соответственно, а в период весенней и осенней гомотермии рачок распределяется в толще воды равномерно (Афанасьева, 1977). Суточные вертикальные миграции есть не что иное, как приспособительная реакция к условиям своего существования, направленная на полное использование благоприятных условий при максимальном сохранении численности. Так же известно, что во время суточных вертикальных миграций возрастные стадии эпишуры ведут себя по-разному: более всего подвержены миграциям науплиальные и копепоидитные стадии. Взрослые особи, как в зимнее, так и в летнее время, практически не участвуют в миграциях и держатся зимой в слое 250–1400 м, а летом в слое 50–250 м (Афанасьева, 1977). Возможно, что в нашем случае большая часть взрослой эпишуры осталась не вовлеченной в процесс исследования.

Как уже отмечалось выше, ранее была установлена положительная зависимость численности пелагического зоопланктона от температуры воды в слое 0–50 м.

Проведенное исследование доказывает, что достоверное ($R^2 = 0.30$) положительное влияние температура воды в изучаемом слое оказывает только на количество науплиальных стадий эпишуры. У копепоидитных стадий эпишуры линия тренда, которая отражает зависимость численности от температуры воды, не выражена, а у взрослой эпишуры она имеет обратную направленность.

Таким образом, при изучении соотношения численности и биомассы различных возрастных стадий *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) в слое 0–50 м по материалам БД НИИ биологии «Планктон» за период 1982–2003 гг. установлено, что:

- самой многочисленной в исследуемом слое оказалась молодь эпишуры (науплии 1–6 ст.); средне-многолетняя численность копепоидитных стадий в 2 раза ниже численности науплиальных, а численность взрослой эпишуры ниже уже в 20 раз от начальной численности молоди;
- прогревание воды в слое 0–50 м положительно влияет на развитие молоди эпишуры.

Также на основе проведенного анализа можно дать некоторые рекомендации:

- при исследовании соотношений возрастных стадий эпишуры за любой период по материалам базы данных лучше пользоваться специально проведенными выборками, которые будут учитывать и её сезонные вертикальные миграции, и её различные предпочтения к вертикальной миграции по возрастам, и более глубокие слои воды (от 50 м и ниже);
- для исследования эпишуры как объекта экологического мониторинга необходимо провести современные дополнительные изыскания в части суточных вертикальных миграций, чтобы подтвердить или опровергнуть ранее установленное «расписание» миграций;
- на основании уточненного «расписания» с целью изучения современного состояния популяции эпишуры разработать схему её отбора.

Работа выполнена частично при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 годы) по государственному контракту № 02.740.11.0018, а также при поддержке государственного контракта № 44-1-208 от 15 сентября 2008 г.

Список литературы

- Афанасьева Э.Л. Биология байкальской эпишуры / Э.Л. Афанасьева; Отв. ред. Г.И. Галазий. Новосибирск: Наука, 1977. 144 с.
- Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) (Справочники и определители по фауне и флоре озера Байкал) / О.А. Тимошкин, Г.Ф. Мазелова, Н.Г. Мельник и др.; Отв. ред. О.А. Тимошкин. Новосибирск: Наука, 1995. 694 с.
- Изместьева Л.Р. Многолетние изменения содержания хлорофилла в пелагиали Южного Байкала в период прямой температурной стратификации / Л.Р. Изместьева, С.В. Шимараева // Экосистемы и природные ресурсы горных стран: Мат. Первого Международного симпозиума «Байкал. Современное состояние поверхностной и подземной гидросферы горных стран» (Иркутск, 27-28 окт. 2004 г.). Новосибирск, 2004. С. 77–82.
- Пислегина Е.В. Зависимость пелагического зоопланктона от температуры воды в Южном Байкале / Е.В. Пислегина // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов. Мат. Второй Междун. научн. конф. (Иркутск, 20-24 сент. 2005 г.). Иркутск, 2005. С.426–428.
- Инструкция по обработке проб планктона счетным методом / О.М. Кожова, Н.Г. Мельник; Отв. ред. Г.И. Помазкова. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1978. 50 с.

ПОНТО-КАСПИЙСКИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ В ЦЕНОТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ МАКРОЗООБЕНТОСА КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (р. ДНЕПР)

Ю.В. Плигин

Институт гидробиологии НАН Украины,
Украина, г. Киев–210, 04210, просп. Героев Сталинграда, 12, hydrobiol@igb.ibc.com.ua

Водохранилища, в том числе и днепровские, в основном создавались как водоемы комплексного назначения для потребностей гидроэнергетики, водного транспорта, орошения, рыбного хозяйства и пр. (Авакян, 2002).

В днепровских водохранилищах весьма активно используются рыбные ресурсы, развитие которых обеспечивается кормовой базой преимущественно за счет организмов макрозообентоса (Цееб, 1966), уровень развития которых позволяет определить потенциальную продуктивность рыб-потребителей. Для достоверного определения количества этого кормового ресурса необходимо установить его ценотическую структуру с определением количественных характеристик развития входящих в ценозы популяций и оценить степень их распространения по акваториям водохранилищ.

При подготовке этой работы использованы результаты обработки проб макрозообентоса, собранных на Киевском водохранилище летом 1992–1994 гг. по стандартной сетке станций, а также литературные данные. Выделение ценотических группировок проводилось по методике В.А. Броцкой и Л.А. Зенкевича (1939).

Днепр, являющийся одной из крупнейших рек Европы, протекает по территории Украины с севера на юг на протяжении около 1000 км, пересекая три географические зоны: лесную, лесостепную и степную. Последнее обстоятельство предопределило существенную зоогеографическую дифференциацию фауны Днепра по его длине. В верхнем и среднем течении реки, относящимся к Европейско-Сибирской подобласти Палеарктики, полностью доминировали по числу видов и количественному представительству беспозвоночные и рыбы европейского и европейско-сибирского комплексов. В низовье и Днепровско-Бугском лимане, относящимся к Понто-Каспийской области, была велика доля, а местами и доминирование животных понто-каспийского фаунистического комплекса, находящихся в своем историческом ареале. В отличие от Волги, миграция понто-каспийских организмов вверх по Днепру ограничивалась таким мощным естественным препятствием, как пороги, когда на участке реки протяженностью в десятки километров скорость потока достигала 1.5–2.0 м/с и более. В таких условиях представительство этих организмов в составе бентоса Среднего Днепра ограничивалось всего 4 видами: *Dreissena polymorpha* Pall., *Astacus leptodactylus* Eichw., *Corophium curvispinum* G. Sars, *Chaetogammarus ischnus* (Stebb.) (Марковский, 1954). На участке Днепра, где впоследствии были созданы Каневское и Киевское водохранилища, численность этих беспозвоночных в составе ценозов зообентоса была крайне низкой или они вообще отсутствовали (табл. 1). Даже *D. polymorpha*, встречавшаяся уже в первые годы после создания водохранилищ почти повсеместно в огромном количестве, в незарегулированном Среднем Днепре отмечена только в ценозе *Viviparus viviparus* (L.) + *Unio tumidus* Philips. в ничтожном количестве – 5 экз./м². Кроме нее также единично отмечены гаммариды (видимо, *Ch. ischnus*).

Таблица 1. Основные ценозы макрозообентоса Среднего Днепра в 1938–1940 гг. (Марковский, Оливари, 1956)

Ценоз	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Количество видов	Тип и биотоп ценоза
1. <i>Propappus volki</i> + <i>Chironomus</i> f. l. <i>reductus</i>	51954 (3)*	5.816 (0.007)	27 (3)	псаммореофильный, руслевой
2. <i>Chironomus</i> f. l. <i>reductus</i> + <i>Chironomus</i> f. l. <i>semireductus</i>	5458 (0)	40.802 (0)	33 (0)	пелореофильный, рипальный
3. <i>Viviparus viviparus</i> + <i>Unio tumidus</i>	3341 (13)	1164.098 (2.632)	43 (2)	фитопелореофильный, рипальный

Примечание. * В скобках приведены данные для понто-каспийских видов.

В течение 1950–70-х гг. Днепр в пределах Украины превратился в каскад сопряженных водохранилищ, что обусловило коренные изменения абиотических характеристик этих водоемов, их биоты, в частности ихтиофауны и зообентоса, в сравнении с незарегулированной рекой.

С целью реализации одной из задач комплексного использования водохранилищ – получения рыбной продукции в промышленных масштабах – в 1950–60-х гг. прошлого столетия в водохранилища из низовьев Днепра интродуцирован ряд видов беспозвоночных понто-каспийского фаунистического комплекса. Много видов интродуцированных ракообразных акклиматизировалось. Они широко распространились по акваториям водохранилищ и в дальнейшем составили значительную часть в рационе бентосоядных рыб (Плигин, 2007).

В то же время список понто-каспийских беспозвоночных, распространившихся в прошедшие годы и в настоящее время продвигающихся в северном направлении, значительно шире, чем перечень официальных интродуцентов.

О чрезвычайно активной инвазии *D. bugensis* в днепровские водохранилища имеются детальные материалы (Журавель, 1969; Плигин, 1985). За 30 лет этот моллюск распространился против течения в северном направлении и широко расселился по припятскому району Киевского водохранилища, а по руслу Днепра он продвинулся до г. Речица.

Также неуклонно продвигается на север ряд видов гаммарид, полихет, кумовых и мизид, нередко составляя существенную часть бентосных ценозов.

Как видно из таблицы 2, ценотическая структура макрозообентоса в зоне Среднего Днепра за 50 лет коренным образом изменилась. Главной особенностью этих изменений явилось включение в число доминантов ценозов понто-каспийских организмов: *D. bugensis*, *D. polymorpha* и даже гаммариды *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichw.), а также внедрение в структуру ценозов новых видов «каспийцев».

Однако, учитывая особенности гидрологических и морфологических характеристик водохранилищ как природно-техногенных объектов, распределение бентосных организмов обычно адекватно отражает специфику абиотических условий. В частности, особенностью Киевского водохранилища является формирование его водной массы различными по гидрохимическому составу притоками. Так, в первые 10 лет его существования днепровские и припятские воды имели минерализацию 200–250 мг/дм³; тетеревские – 250–300 мг/дм³ (Журавлева, 1998), и именно в обширном Тетеревском заливе массово распространились гаммариды и мизиды, интродуцированные в Киевское водохранилище из низовьев Днепра. В последующие годы заметно повысилась минерализация днепровских вод (до 300–400 мг/дм³), что способствовало расселению понто-каспийских видов в днепровском районе и вверх по реке выше подпора водохранилища.

Таблица 2. Основные ценозы макрозообентоса Киевского водохранилища в 1992–1994 гг.

Ценоз	Численность, экз/м ²	Биомасса, г/м ²	Количество видов	Тип и биотоп ценоза
1. <i>Viviparus viviparus</i> + <i>Dreissena polymorpha</i>	6303 (94)*	2600.87 (421.93)	31 (2)	псаммопелофильный, озерно-речной, рипальный
2. <i>Viviparus viviparus</i> + <i>Anodonta piscinalis</i> Nils.	7422 (3052)	3245.01 (363.83)	40 (7)	псаммопелофильный, озерно-речной, русловой
3. <i>Lithoglyphus naticoides</i> C. Pf. + <i>Pisidium amnicum</i> (Mull.)	3588 (137)*	8.24 (0.20)	33 (5)	псаммофильный, речной, рипальный
4. <i>Dreissena bugensis</i> Andr. + <i>Unio pictorum</i> (L.)	4721 (3207)	2496.73 (1141.53)	34 (5)	псаммопелофильный, озерно-речной, сублиторальный
5. <i>Dreissena bugensis</i> + <i>Dreissena polymorpha</i>	2375 (1451)	222.79 (205.98)	12 (4)	псаммопелофильный, озерный, сублиторальный
6. <i>Dreissena bugensis</i> + <i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	7960 (7050)	1716.28 (1713.82)	18 (7)	остракопелофильный, озерный, глубоководный
7. <i>Lipiniella arenicola</i> Shilova + <i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> Walk.	4452 (105)	4.82 (0.20)	25 (3)	псаммопелофильный, озерный, литоральный
8. <i>Chironomus plumosus</i> (L.) + <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Clap.	1239 (125)	5.59 (0.40)	9 (1)	пелофильный, озерный, глубоководный

Примечание. * В скобках приведены данные для понто-каспийских видов.

В припятском районе инвазии оксифильных «каспийцев», за исключением корофиид и *D. polymorpha* препятствовало повышенное содержание гуминовых веществ, на окисление которых расходовалось значительное количество кислорода, что вызывало развитие гипоксии вплоть до заморозов. Наиболее распространенным на прибрежных участках припятского и, отчасти, днепровского района оказался ценоз № 1 *V. viviparus* + *D. polymorpha* (см. табл. 2). Кроме небольшого количества дрейссены в его состав входят единичные экземпляры *D. haemobaphes* и *C. curvispinum*. В то же время популяция *V. viviparus*, особенно близ уреза воды, часто имеет биомассу до 2–3 кг/м². Ниже слияния Днепра и Припяти (в междуреченском районе) сформировался ценоз № 2 *V. viviparus* + *A. piscinalis*. Несмотря на зна-

чительное количество «каспийцев», основную часть их биомассы создают *D. bugensis* и *D. polymorpha*; на долю 4 видов гаммарид и корофиид приходится всего 2.44 г/м².

В рипали днепровского района доминирующее положение занимает ценоз № 3 *L. naticoides* + *P. amnicum*. Несмотря на небольшую общую биомассу, он содержит 5 понто-каспийских видов (гаммариды и корофииды). Следует отметить, что варианты этого ценоза с разными субдоминантами прослеживаются и выше зоны выклинивания подпора водохранилища.

В средней части водохранилища наблюдается полное господство ценоза *D. bugensis* с вариантами № 4, 5. От 50 до 90% его биомассы формируется дрейссеной с полным преобладанием *D. bugensis* над *D. polymorpha*. Неотъемлемыми компонентами этого ценоза являются гаммариды *D. haemobaphes*, *Pontogammarus crassus* (G.O. Sars) и полихета *Hypania invalida* (Grube) с биомассой 1.60–2.20 г/м².

Своеобразный вариант этого ценоза (№ 6) занимает глубоководные (5–10 м) акватории нижней и частично средней части водохранилища на бывших берегах затопленного русла Днепра. Его биотопом являются отложения серого ила с примесью ракуши дрейссены, в массе развивавшейся в первые годы существования водохранилища и также массово отмиравшей в заморные зимы. В этой самой широкой части водохранилища обычно формируется благоприятный кислородный режим благодаря активному волновому перемешиванию водных масс, что позволяет войти в состав доминантов ценоза такого оксифила, как *D. haemobaphes* с биомассой до 2.5 г/м². На отдельных станциях локализации ценоза отмечена рекордная биомасса *H. invalida* – 12.10 г/м². Здесь впервые на Киевском водохранилище зафиксирована в 1992 г. находка полихеты *Hypaniola kowalewskyi* Grimm. В целом, учитывая видовой состав и количественные показатели развития, ценоз *D. bugensis* + *D. haemobaphes* по праву можно назвать «пonto-каспийским».

Последние две ценологические группировки могут служить примером своеобразных антиподов. Ценоз № 7 *L. arenicola* + *C. gr. mancus* распространен в узкой прибрежной полосе средней и нижней частей водохранилища на глубинах до 1.0–1.2 м. В его состав входят почти исключительно мелкие виды хирономид родов *Polypedilum*, *Cryptochironomus*, *Cricotopus*; изредка встречаются гаммариды *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars), *Pontogammarus crassus* (G.O. Sars) и мизиды *Limnomysis benedeni* Czern. (среди зарослей рдестов). Этот ценоз можно характеризовать как эфемерный, поскольку при зимней сработке уровня в водохранилище его литораль большей частью осушается и находится под слоем льда и снега. Весной перспектива его жизнедеятельности зависит от скорости таяния льда и быстроты наполнения водохранилища до нормального подпорного уровня. Такие стрессовые условия существования этого ценоза и обуславливают наличие в его составе минимального количества, но весьма подвижных первично-водных организмов.

Ценоз № 8 *Ch. plumosus* + *L. hoffmeisteri* располагается в нижней части водохранилища на биотопах глинистого черного ила, отложившегося в зонах бывшего русла Днепра и пойменных водоемов. Несмотря на бедность его видового состава (в основном олигохеты), он может представлять достаточно надежную кормовую базу бентосоядных рыб, поскольку в течение уже многих лет его качественный состав и количественные показатели развития практически неизменны (Плигин, 2007) благодаря отбору в состав ценоза устойчивых к перманентной гипоксии на этом биотопе. Даже при столь неблагоприятных условиях на отдельных станциях ценоза встречается единственный понто-каспийский вид – *H. invalida*.

Анализируя своеобразную альтернативность абиотических условий, в которых существуют ценозы № 7 и 8, их полное видовое различие (индекс сходства по Серенсену составляет 0.00) и многолетнее существование, можно утверждать, что эти ценозы представляют собой выразительные примеры климатического режима по биотопическому (эдафическому) признаку.

Сравнивая ценозы макрозообентоса Среднего Днепра до зарегулирования и после создания Киевского водохранилища, следует констатировать их существенное различие, состоящее в приобретении огромной роли в формировании биомассы макрозообентоса водохранилища понто-каспийских моллюсков – дрейссен, ценозы которых занимают около 60% акватории. За годы существования водохранилища его фауна обогатилась в результате интродукции и инвазии 12 видами понто-каспийских беспозвоночных, прочно вошедших в состав ценологических структур (Плигин, 2008). Лишь два ценоза остались близкими по качественному составу и количественному развитию. Это ценоз *V. viviparus* + *U. tumidus* (см. табл. 1) незарегулированного Днепра и ценоз *V. viviparus* + *A. piscinalis* (см. табл. 2) из верхней речной части водохранилища. Причем, оба имеют весьма богатый видовой состав – соответственно 43 и 31 вид при общих 16. Индекс сходства по Серенсену между ними составляет 0.43. Он может показаться достаточно низким, однако следует учесть, что в данных 1938–40 гг. олигохеты не определены до вида, а в материалах 1992–94 гг. их насчитывается 9 видов. Также снижение индекса определяется появлением в ценозе водохранилища 6 видов «каспийцев» и элиминацией 16 псаммореофильных видов олигохет, хирономид, поденок и мошек.

Подводя итог анализа ценотической структуры макрозообентоса Киевского водохранилища, можно утверждать, что за десятки лет, прошедших после его создания, и коренного изменения абиотических условий сформировался водоем нового типа, который, безусловно, следует считать самостоятельным, как и вообще все водохранилища (Авакян, 2002; Минеева, 2007), а не приписывать им ранг «измененных» водных объектов, к чему призывает «Водная Рамочная Директива ЕС». Тем более, что сукцессионные процессы в компонентах их биоты весьма отличны как по характеру, так и продолжительности от аналогичных процессов в реках и озерах.

Явление активного расширения ареалов понто-каспийских видов ракообразных и моллюсков, впервые отмеченное П.А. Журавлем в конце 1930-х гг. в Днепре, его водохранилищах, а также связанных с ними каналах и реках, в настоящее время приобрело глобальный характер, охватив даже и Североамериканский континент. Удивительно, что достаточно локальная зоогеографическая группировка организмов, часто весьма малоподвижных, получила возможность столь быстрого и широкомасштабного распространения. Кроме антропогенных факторов в этом процессе, несомненно, важную роль играет и высокий адаптационный потенциал этих гидробионтов.

В освещении различных аспектов фаунистики, экологии, биологии, генезиса понто-каспийской фауны огромная роль принадлежит Ф.Д. Мордухай-Болтовскому. Обобщив данные многочисленных публикаций и результаты собственных исследований в низовьях рек Черного, Азовского и Каспийского морей, он создал монографию, которую можно поистине назвать научным памятником, содержание которого всегда будет актуальным (Мордухай-Болтовской, 1960). Он так сформулировал целесообразность использования для акклиматизации в водохранилищах именно понто-каспийских беспозвоночных: «Массовость, высокая продуктивность, способность жить в совершенно пресных водах, открытый образ жизни (доступность для потребителей – рыб) позволяет видеть в каспийской фауне богатый фонд для повышения кормовых (для рыб) ресурсов других водоемов».

Необходимо отметить и выдающиеся заслуги в познании фауны, экологии и биологии «каспийцев» П.А. Журавля – одного из первых энтузиастов проведения массовых интродукций этих беспозвоночных в водохранилища, озера и реки Украины. Он писал еще в 1954 г.: «Нам представляется, что по ряду свойств существующие в южной части СССР водохранилища напоминают лиманы больших южнорусских рек. Этими свойствами будут обладать и новостроящиеся водохранилища – Каховское и другие».

В итоге оба прогноза выдающихся ученых исполняются до сих пор, и почти каждая экспедиция на Днепр и его водохранилища приносит сведения о появлении понто-каспийских организмов в новых местах обитания или увеличении их обилия в уже освоенных водоемах.

Список литературы

- Авакян А.Б. Многоликие водохранилища – феномен XX века // Актуальные проблемы водохранилищ: Тез. докл. Всерос. конф. с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья, Борок, Россия, 29 окт. – 3 нояб. 2002 г. – Ярославль: Б. и., 2002. – С. 3–6.
- Броцкая В.А., Зенкевич Л.А. Количественный учет фауны Баренцева моря // Тр. ВНИИ морского рыб. хоз-ва и океаногр. – 1939. – Т. 4. – С. 5–98.
- Журавель П.А. О расширении ареалов некоторых лиманно-каспийских беспозвоночных // Гидробиол. журн. – 1969. – Т. 5, № 3. – С. 76–80.
- Журавлева Л.А. Многолетние изменения минерализации и ионного состава воды водохранилищ Днепра // Гидробиол. журн. – 1998. – Т. 34, № 4. – С. 88–96.
- Марковский Ю.М. Результаты работы Института гидробиологии Академии наук УССР по переселению некоторых кормовых беспозвоночных // Тр. совещ. по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных. – М.–Л., 1954. – Вып. 3. – С. 151–158.
- Марковский Ю.М., Оливари Г.А. Бентосток и динамика бентоса среднего Днепра в вершине будущего Кременчугского водохранилища // Зоол. журн. – 1956. – Т. 35, № 6. – С. 820–832.
- Минеева Н.М. Водохранилища как среда обитания гидробионтов // Современ. проблемы водохранилищ и их водосборов: Тр. междунар. науч.-практич. конф., Пермь, 28 мая – 1 июня 2007 г. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2007. – Т. 2. – С. 254–259.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 288 с.
- Плигин Ю.В. Беспозвоночные каспийского комплекса в бентосе днепровских водохранилищ // Гидробиологические исследования пресных вод. – Киев: Наук. думка, 1985. – С. 43–50.
- Плигин Ю.В. Беспозвоночные-вселенцы понто-каспийского комплекса в структуре макрозообентоса водохранилищ р. Днепр и их роль в питании рыб // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсы: пути решения: Сб. науч. тр. Всерос. конф., Ульяновск, 12–14 нояб. 2007 г. – Ульяновск, 2007. – С. 176–181.
- Цееб Я.Я. Кормовые ресурсы и рыбная продуктивность Каховского водохранилища // Вопр. ихтиологии. – 1966. – Т. 6, вып. 2 (39). – С. 319–335.

ЗООПЛАНКТОН ПРЕСНОВОДНЫХ КАРСТОВЫХ ОЗЕР В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В.Н. Подшивалина

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,
428000, г. Чебоксары, К. Маркса, 38, verde@mail.ru

Озера карстового происхождения характеризуются, как правило, относительно большими глубинами и, как следствие, значительными запасами вод. На территории Среднего Поволжья отмечены пресноводные и солоноватоводные карстовые водоемы. Именно первые имеют важное значение как естественные запасы пресных вод.

В пределах Чувашской Республики карстовые озера встречаются относительно редко, составляя 18% от общего числа водораздельных озер (Озера..., 1976). Будучи глубоководными и обладая существенными объемами вод, имея высокую ценность в связи с уникальностью экосистем, они являются объектами повышенного внимания. В связи с этим им был присвоен статус Памятников природы регионального значения. Однако это обстоятельство не избавляет их от антропогенного влияния, что сказывается на состоянии в целом и качестве вод, в частности. Перечисленные обстоятельства обуславливают важность изучения пресноводных карстовых озер в условиях антропогенного воздействия.

В 2000–2009 гг. на территории Чувашской Республики стандартными методами (Руководство..., 1983) было изучено девять озер карстового происхождения. Озера Светлое и Изъяры расположены в пределах южнотаежной подзоны, Аль, Кюльхири (Вурнарское), Кюльхири (Красноармейское), Сюткюль, Тени находятся в лесостепной зоне, Бездонное и Белое принадлежат степному участку лесостепи. Перечисленные объекты в разной степени подвержены антропогенному воздействию. Озера Изъяры и Светлое испытывают преимущественно рекреационную нагрузку. Остальные водоемы претерпевают еще и сельскохозяйственное загрязнение (выпас и водопой скота, распашка земель на водосборе, сточные воды с ферм (оз. Тени)), в наибольшей степени проявляющееся в озерах Аль и Тени.

Исследованные водные объекты характеризуются относительно невысокой минерализованностью вод (22–436 мг/л), что позволяет рассматривать их как пресноводные. Колебания максимальных глубин составляют от 4 до 14 м. Изучение каждого озера производилось в пелагической части в течение не менее двух летних сезонов.

Фауна зоопланктона изученных карстовых озер представлена 121 видом. Наиболее разнообразны коловратки (53 вида), наименьшим количеством таксонов представлены веслоногие ракообразные (27 видов). Фаунистическое сходство водоемов определяется наличием коловраток *Keratella cochlearis* (Gosse) и *Asplanchna priodonta* Gosse, а также ракообразных *Bosmina longirostris* (O.F. Müller) и *Eudiaptomus graciloides* Lilljeborg в составе их сообществ. Типичными для изученных озер являются такие индикаторы олиготрофных условий, как *Conochilus unicornis* Rousselet, *Kellicottia longispina* (Kellicott). Также в большинстве водоемов встречаются предпочитающие эвтрофные условия виды (*Brachionus calyciflorus* Pallas, *B. angularis* Gosse, *Keratella quadrata* (O.F. Müller), *Daphnia cucullata* (Sars)). Кроме того, обычны для фауны *Mesocyclops leuckarti* (Claus) и *Ceriodaphnia pulchella* Sars.

Таким образом, виды-индикаторы повышенной трофности вод более широко представлены в фауне исследованных карстовых озер в качестве структурообразующих. Об этом также свидетельствует показатель трофии (соотношение эвтрофных и олиготрофных таксонов (Nakkari, 1972)), значения которого варьируют от 2 до 12 в зависимости от объекта. Сходный состав доминирующих по частоте встречаемости таксонов выявлен в искусственных озерах-копанях (прудах) (Подшивалина, 2008). В них также по видовому богатству доминируют коловратки, основу фауны которых составляют типичные для стоячих водоемов виды прудового комплекса из сем. Brachionidae – индикаторы эвтрофных условий. В целом, в составе Rotifera прудов преимущественно встречаются формы из родов *Brachionus*, *Euchlanis*, *Trichotria*, *Lepadella*, *Testudinella*, сочетающие для передвижения ползание и плавание и питающиеся взвешенным мелкодисперсным детритом (Чуйков, 1981). Однако сама фауна гораздо беднее (53 вида).

Сходный с исследованными объектами уровень разнообразия (115 таксонов рангом ниже рода) зафиксирован для карстовых озер южной тайги Низменного Заволжья на территории национального парка «Марий Чодра» (Республика Марий Эл) (Деревенская, Мингазова, 2006). Однако соотношение таксонов отлично: количество видов Rotifera и Cladocera в них одинаково и примерно вдвое превышает разнообразие Copepoda.

Сравнение с солоноватоводными карстовыми озерами Среднего Поволжья (Уникальные..., 2001) показывает достаточно большое сходство фауны с исследованными пресноводными. Отличие состоит в меньшем видовом богатстве (81 вид), меньшем значении представителей рода *Brachionus* в сообществе, наличии коловраток рода *Notholca*, широкой представленности видов Daphnidae и Chydoridae в карстовых водоемах с повышенной минерализацией вод.

Канонический корреляционный анализ, выполненный с помощью программы Canoco for Windows 4.5, был использован для определения сходства зоопланктоценозов отдельных водоемов. Данное программное средство устанавливает общность видового состава на основе измерения расстояния методом Хи-квадрат. Так, было выявлено наличие следующих групп водоемов. Большая часть изученных озер обнаруживает большое сходство по видовому составу. Выбивается из этой общности оз. Аль, испытывающее интенсивное антропогенное воздействие и характеризующееся наибольшим экзогенным геоэкологическим риском в связи с незанятыми растительностью берегами и постоянным использованием водосборных территорий в качестве пастбищ. По сравнению с другими водными объектами, оз. Аль является онтогенетически наиболее зрелым, что выражается в интенсивности и характере зарастания.

Также из общей совокупности выделяется оз. Белое, которое отличается наибольшими, по сравнению с другими водоемами, размерами (площадь составляет около 0.23 км²). Будучи расположенным в степном ландшафте, неподалеку от оз. Бездонное, оно обнаруживает существенное сходство именно с данным водоемом. Кроме того, зональными особенностями расположения можно объяснить и наибольшее сходство озер Изьяры и Светлое между собой.

Сравнение карстовых озер с искусственными показывает отсутствие значительных отличий в составе их фаун (рис.). Особенно это касается тех водных объектов, которые расположены в одной природной зоне. Карстовые озера, локализованные в лесостепной зоне, по составу планктонных коловраток и ракообразных более сходны с прудами, чем с озерами остепненных и южнотаежных ландшафтов.

Для оценки разнообразия и выравненности сообществ зоопланктона исследованных водоемов был использован индекс Шеннона (Shannon, Weaver, 1963). Его относительно высокие значения (табл. 1) указывают на сходство озер с олиго- и мезотрофными водоемами (Андроникова, 1996).

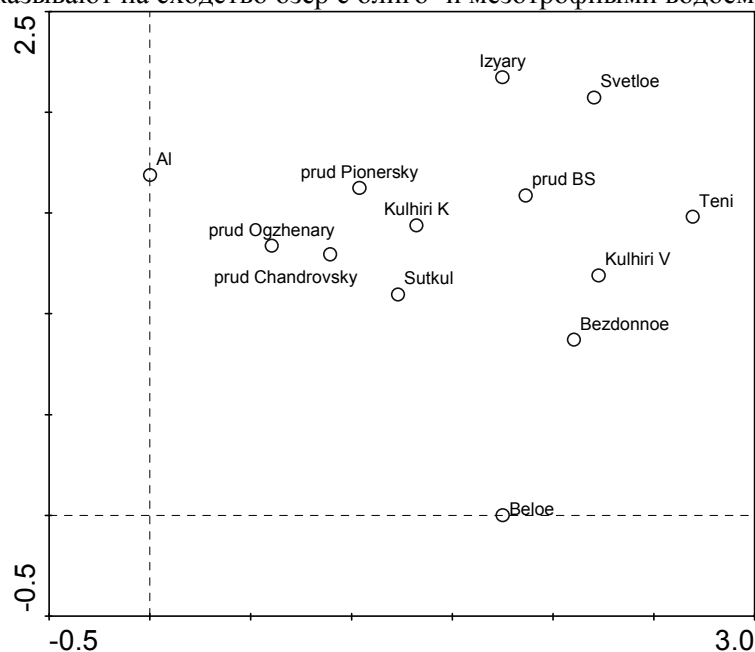


Рис. Расстояние между исследованными озерами и прудами, отражающее сходство их фаун зоопланктона между собой.

Таблица 1. Средние показатели структуры сообществ зоопланктона озер (индексы Шеннона по численности (H_N , бит) и биомассе (H_B , бит), средняя индивидуальная масса организма (W , мг*10⁻³), индекс сапробности (S))

Наименование объекта	H_B	H_N	W	S
Аль	1.51	2.71	8.94	1.35
Бездонное	1.93	3.00	5.20	1.60
Белое	2.54	3.18	5.62	1.51
Изьяры	2.02	1.80	1.79	1.45
Кюльхири (Вурн.)	2.51	3.07	2.65	1.53
Кюльхири (Красн.)	1.51	2.27	11.92	1.56
Светлое	2.16	2.47	2.35	1.47
Сюткюль	1.68	2.46	6.87	1.47
Тени	2.59	2.41	2.69	1.46

Средняя индивидуальная масса организма в сообществах большинства озер относительно невелика (табл. 1), что сравнимо с высокоэвтрофными и политрофными водными объектами (Крючкова, 1987). Однако индекс сапробности Пантле и Букк в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973) свидетельствует о

невысоком загрязнении вод органическим веществом и принадлежности их к олиго- и β -мезосапробным зонам.

Изученные зоопланктоценозы карстовых озер характеризуются относительно невысокими показателями количественного развития (табл. 2). По численности они сравнимы с мезо- и высокоэвтрофными (Крючкова, 1987), по биомассе преимущественно с олиго- и мезотрофными (Китаев, 1984). По биомассе доминируют преимущественно ракообразные (табл. 2). В среднем, уровень биомассы и численности в солоноватоводных озерах (Уникальные..., 2001) несколько выше, чем в исследованных.

Таблица 2. Средние показатели биомассы (B , г/м³) и численности (N , тыс. экз./м³) сообществ зоопланктона озер

Наименование объекта	B	N	Соотношение по биомассе, %		
			Rotifera	Cladocera	Copepoda
Аль	1.99	207.20	71.04	9.37	19.59
Бездонное	0.16	55.21	6.92	51.15	41.92
Белое	0.18	17.16	37.41	4.51	58.09
Изъяры	0.08	90.20	13.97	47.87	38.16
Кюльхири (Вурн.)	0.07	40.02	21.19	37.54	41.27
Кюльхири (Красн.)	2.33	193.91	0.69	6.11	93.20
Светлое	0.18	99.75	6.57	64.85	28.58
Сюткюль	1.12	138.00	34.45	34.92	30.63
Тени	0.54	108.06	5.54	31.66	62.80

В трофической структуре сообществ выявлены все основные группы организмов по способу добычи пищи (согласно классификации Ю.С. Чуйкова (1981)). В большинстве озер в зоопланктоне наибольшую биомассу составляют ветвистоусые, осуществляющие первичную фильтрацию (28.6–49.9%), и фильтрующие веслоногие ракообразные (9.9–47.0%).

Таким образом, в фауне зоопланктона исследованных пресноводных карстовых озер в основном представлены виды, предпочитающие эвтрофные условия. Это свидетельствует об их большем сходстве с прудами, нежели с аналогичными карстовыми озерами исследованного региона. Также признаками эвтрофированности их вод являются относительно небольшие средние размеры зоопланктонных организмов. Одновременно, высокие значения индексов разнообразия, низкие показатели количественного развития сообщества, индекса сапробности, преобладание ракообразных в биомассе являются чертами, характерными для водоемов с низкой трофностью. Сочетание перечисленных признаков может свидетельствовать о том, что, несмотря на идущие перестройки в фауне зоопланктоценозов, связанные с процессами эвтрофирования, данный процесс происходит не настолько интенсивно, чтобы говорить о значительной деградации озерных экосистем. Вероятно, на формирование зоопланктонных сообществ некоторое влияние оказывают зональные факторы. Антропогенное воздействие (преимущественно, рекреационное использование и сельскохозяйственное загрязнение) на карстовые озера в исследованном регионе приводит к изменениям, в первую очередь, в составе фауны планктонных коловраток и ракообразных, что делает ее в большей степени сходной с таковой искусственных озер (прудов).

Отличия пресноводных карстовых озер от солоноватоводных, вероятно, состоят преимущественно в более низких уровнях численности и биомассы первых. Большое видовое богатство за счет появления видов прудового комплекса, предположительно, обусловлены изменением зоопланктонных сообществ в связи с антропогенно обусловленными процессами эвтрофирования.

Автор выражает искреннюю признательность Осмелкину Е.В. за помощь в сборе материала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 10-04-97053 – р_поволжье_a.

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Деревенская О.Ю., Мингазова Н.М. Структура сообществ зоопланктона озер национального парка «Марий Чодра» // Научные исследования в национальном парке «Марий Чодра». Вып. 2. Йошкар-Ола: Мар.гос.ун-т, 2006. С. 74–87.
- Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
- Крючкова Н.М. Структура сообщества зоопланктона в водоемах разного типа // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. Л.: Наука, 1987. С. 184–198.
- Озера Среднего Поволжья. Л.: Наука, 1976. 236 с.
- Подшивалина В.Н. Фауна зоопланктона некоторых прудов Чувашской Республики // Молодежь: наука и инновации. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. С. 94–99.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2001. 256 с.

Чуйков Ю.С. Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая классификация беспозвоночных, встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. 1981. № 3. С. 71–77.

Hakkari L. Zooplankton species as indicators of environment // Aqua fennica. Helsinki, 1972. P. 46–54.

Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1965. 117 p.

Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, 1973. P. 1–218.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ Е.В. БАЛУШКИНОЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНЫХ ВОДОТОКОВ

И.В. Поздеев

Пермское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ»,
Пермь, 614002, ул. Чернышевского, 3, pozdeev_ivan@mail.ru

Интегральный показатель (IP') оценки загрязнения вод, предложенный Е.В. Балускиной (1997, 2002), успешно применяется на водоёмах разного типа северо-запада европейской части России. Также IP' использовался в ходе исследований на водотоках бассейна Камы (Поздеев, 2004, 2006). Цель данной работы – характеристика применения IP' для оценки качества вод в условиях предгорных водотоков западного макросклона Среднего и Южного Урала.

Материалом для данной работы послужили количественные пробы зообентоса, отобранные на реках бассейна Камы в период с 2004–2005 и 2009 гг. В сборе, обработке и анализе руководствовались общепринятыми методами (Жадин, 1960; Методика..., 1975). Математический анализ осуществлён при помощи пакета Statsoft STATISTICA 6.0 в соответствии с рекомендациями С. Гланца (1999).

Река Чусовая – левый приток Камы, её длина после создания Камского водохранилища составляет 592 км, площадь бассейна – 23000 км² (Комлев, Черных, 1984). Средний уклон реки 0.4 м/км, коэффициент извилистости – 2.44 (Ресурсы..., 1967). Исследования проведены в месте перехода от гипоритрали к эпипотамали, в черте г. Чусовой, где водоток подвержен органическому (хозяйственно-бытовые стоки) и неорганическому (сбросы металлургического завода, шахтные воды) загрязнению. Основными загрязняющими веществами выступают медь, железо и их соли, ванадий, нефтепродукты, а также нитраты и нитриты. На фоновом участке превышены ПДК по марганцу и хромю.

На фоновых участках водотока разнообразие донных сообществ составляло 119–123 вида и формы, при высоких величинах индекса видового разнообразия (3.25–3.40 бит/экз.). На загрязнённых участках реки закономерно снижается видовое богатство зообентоценозов. В месте органического загрязнения водотока (ст. 4) отмечено 107 видов донных животных. Величина индекса Шеннона снижается до 3.15 бит/экз., но с учётом ошибки средней не отличается от значений индекса для донных сообществ фонового участка (табл. 1).

Таблица 1. Численность (экз./м²), биомасса (г/м²), общее число видов (S), среднее число видов в пробе (s), индекс Шеннона (H , бит/экз.) донных сообществ на разных биотопах исследованного участка р. Чусовая, а также доверительные интервалы указанных параметров ($\pm tm$) при $b=0.05$ и количество степеней свободы (n); N – номер станции

Антропогенная нагрузка	N	n	Экз./м ² $\pm tm$	г/м ² $\pm tm$	S	s	$H\pm tm$
Фоновый участок	1	26	7921 \pm 2367	37.41 \pm 10.24	123	24 \pm 1.6	3.40 \pm 0.21
	2	26	4614 \pm 1151	19.42 \pm 2.67	121	23 \pm 1.0	3.31 \pm 0.27
	3	26	5458 \pm 1394	24.23 \pm 6.33	119	22 \pm 1.7	3.25 \pm 0.31
Органическое загрязнение	4	26	6161 \pm 1351	15.51 \pm 3.64	107	21 \pm 1.3	3.15 \pm 0.23
Неорганическое загрязнение	5	2	2579 \pm 1515	6.89 \pm 3.27	3	3 \pm 0.3	0.71 \pm 1.51
Органическое и неорганическое загрязнение	6	23	1184 \pm 219	6.98 \pm 2.42	75	11 \pm 0.9	2.79 \pm 0.29
	7	23	1715 \pm 393	4.15 \pm 1.34	76	12 \pm 0.9	2.85 \pm 0.23

В зоне влияния сбросов сточных вод металлургического завода (1–1.5 км ниже водовыпуска – станции 6, 7) видовое обилие донных беспозвоночных снижалось до 75–76 таксонов видового ранга. Величина индекса Шеннона для зообентоценоза этого участка составила 2.79–2.85 бит/экз. Минимальные показатели видового разнообразия зарегистрированы для сообщества, формирующегося непосредственно ниже места сбросов сточных вод (ст. 5). Здесь отмечено только 3 вида зообентонтов, величина индекса Шеннона равнялась в среднем 0.71 бит/экз. Количественные показатели развития бентофауны также значительно выше на фоновых участках реки и снижаются в несколько раз в зоне загрязнения (табл. 1).

Согласно рекомендациям Е.В. Балускиной и Н.П. Финогеновой (2003, 2004), нами дана оценка состояния бентофауны р. Чусовой на участках с разной антропогенной нагрузкой.

Наиболее чувствительным оказался хирономидный индекс Kch . На фоновых участках величины индекса (в % от их максимальной величины) находились в пределах 39–48%, на участках, подверженных

загрязнению, значения индекса *Kch* увеличились до 62–67%. В месте сброса сточных вод металлургического завода хирономиды в зообентосе отсутствовали (табл. 2). Биотический индекс Вудивисса ($1/BI$, %) фоновых участков реки составил 11–12%, на загрязняемых участках – 13–18%, то есть по величине биотического индекса воды всего исследованного участка реки можно считать «чистыми». Только на ст. 5, участок максимально приближенный к месту сбросов, индекс Вудивисса принимает высокое значение – 50%, что позволяет отнести данный участок реки к «грязным».

Таблица 2. Средние величины (%) параметров оценки степени загрязнения вод р. Чусовой (No/Nc – олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея, *Kch* – хирономидный индекс Е.В. Балушкиной, *St* – индекс сапротоксности, $1/BI$ – обратная величина Биотического индекса Вудивисса, IP' – интегральный показатель), а также доверительные интервалы указанных параметров ($\pm tm$) при $b=0.05$ и количество степеней свободы (n); N – номер станции

Антропогенная нагрузка	N	n	$No/Nc \pm tm$	$Kch \pm tm$	$St \pm tm$	$1/BI \pm tm$	$IP' \pm tm$
Фоновый участок	1	26	12.79 \pm 5.20	46.98 \pm 9.81	45.81 \pm 2.69	11.71 \pm 0.64	29.07 \pm 2.63
	2	26	17.02 \pm 5.53	48.20 \pm 9.46	46.01 \pm 2.12	11.94 \pm 0.41	30.79 \pm 3.31
	3	26	28.76 \pm 7.34	38.52 \pm 8.57	46.56 \pm 3.39	11.84 \pm 0.43	30.97 \pm 3.04
Органическое загрязнение	4	26	35.45 \pm 7.24	62.18 \pm 3.17	52.12 \pm 3.08	13.10 \pm 0.90	40.71 \pm 2.67
Неорганическое загрязнение	5	2	97.91 \pm 22.16	—	84.25 \pm 9.85	50.00 \pm 0.00	77.39 \pm 22.20
Органическое и неорганическое загрязнение	6	23	29.81 \pm 10.10	61.99 \pm 13.37	60.82 \pm 5.67	17.61 \pm 3.70	42.55 \pm 5.86
	7	23	17.58 \pm 7.59	66.99 \pm 14.05	45.03 \pm 5.52	14.26 \pm 1.08	35.69 \pm 4.68

Изменения величин индекса сапротоксности *St*, в целом, свидетельствуют о снижении качества воды от фонового участка реки (46–47%) к нижележащему, куда попадают сбросы сточных вод (52–61%). Однако равные значения индекса *St* оказываются на ст. 1 (фоновый участок) и ст. 7 (1.5 км ниже места сбросов сточных вод металлургического завода), что позволяет отнести их к «умеренно загрязнённым». Только в месте сильнейшего неорганического загрязнения регистрируется более значительная степень загрязнения (84%).

Величины олигохетного индекса (No/Nc) оказываются невысокими (12.8–35.5%) практически на всех исследованных участках реки, классифицируя воды реки как «чистые». Лишь в месте сбросов сточных вод завода (ст. 5) значение индекса увеличивается до 98%, что характеризует этот участок водотока как «грязный».

Полученные нами величины интегрального показателя (IP') позволяют фоновые участки реки (станции 1–3) отнести к «чистым» или «умеренно загрязнённым». Нижележащие участки реки являются «умеренно загрязненными». Значительное повышение интегрального показателя (77%) отмечено в месте сбросов сточных вод завода, регистрируя «катастрофическое» состояние экосистемы, а качество воды оценить как «грязное».

В целом происходит перестройка структуры функционирования донных сообществ реки от фонового участка к участку, подверженному загрязнению. Структурные изменения выражены в снижении числа видов и увеличении степени доминирования. Значительно повышается роль олигохет и пиявок при снижении доли в биомассе и численности бентофауны моллюсков и ручейников. Увеличивается относительное количество хищных форм – пиявок и таниподин.

Таким образом, степень влияния загрязнений разного типа на донные сообщества р. Чусовой регистрируется, прежде всего, изменением видового разнообразия (видовое богатство, качественный состав, индекс Шеннона), а также показателями обилия макрозообентоса (численность и биомасса). Достаточную чувствительность проявили хирономидный индекс и интегральный показатель. Остальные индексы (сапротоксности, олигохетный, биотический) в условиях комплексного загрязнения предгорной реки оказались менее показательными.

В качестве сравнения проанализированы результаты исследований двух малых рек, одна из которых практически не подвержена антропогенному влиянию и может выступать эталоном «чистого» водотока, другая, напротив, загрязняется на всём своём протяжении.

Река Нижняя Биянка – приток р. Белая третьего порядка (Южный Урал) длиной 30 км. Среди грунтов преобладают гравийно-галечные, скорости течения в межень невысоки – до 0.5 м/с. В составе иктофауны присутствуют ручьевая форель *Salmo trutta* L. и европейский хариус *Thymallus thymallus* (L.). Видовое богатство бентофауны ритрала р. Н. Биянки достаточно велико – 69 видов и форм донных животных. Разнообразие донных сообществ также очень велико и складывается из 3-мя классами (Oligochaeta, Bivalvia, Insecta), в составе насекомых отмечено 6 отрядов, а среди двукрылых зарегистрированы представители 10-ти семейств (Поздеев, 2004). Средняя величина индекса Шеннона составила 3.17 бит/экз.

Наименьшие величины при высокой стабильности зарегистрированы для Биотического индекса. Величины хирономидного и олигохетного индексов также достаточно низкие, но их вариабельность гораздо выше. Завышенные величины показал индекс сапротоксобности (табл. 3). В целом интегральный показатель характеризует воды лососевой реки как «чистые».

Река Лёнва впадает в Камское водохранилище, её длина 21 км, скорости течения в межень не превышают 0.3 м/с, песчаные и гравийно-галечные грунты местами сильно заилены. Водоток постоянно загрязняется в результате фильтрации засоленных вод из шламохранилищ ОАО «Уралкалий», в результате чего, концентрация целого ряда веществ в водотоке превышает ПДК для рыбохозяйственных водоёмов. Рыба отсутствует на всём протяжении реки, до начала загрязнения водотока в нём отмечался хариус.

Таблица 3. Средние величины (M) структурных параметров донных сообществ малых рек (обозначения те же, что и в табл. 1 и 2)

Водоток	Н. Биянка	Лёнва
Параметр	$M \pm tm, n=14$	$M \pm tm, n=4$
Экз./м ²	8489±4264.26	14865±16070.62
Г/м ²	7.82±2.94	13.07±16.63
No/Nc	2.73±2.47	42.02±42.58
Kch	13.70±12.10	67.27±22.71
St	34.00±3.38	65.13±3.72
I/BI	11.03±0.84	43.33±11.33
IP'	15.38±3.35	53.64±12.05
H, бит/экз.	3.17±0.44	1.52±0.64
s	20±3.9	4±5.4

В составе бентофауны реки Лёнва отмечено 23 вида и формы, величина индекса Шеннона в среднем равнялась 1.52 бит/экз. Численность и биомасса зообентоса, а также величины параметров оценки степени загрязнения вод, оказались довольно высоки (табл. 3). Наибольшую степень загрязнения вод показали индексы хирономидный и сапротоксобности – «загрязнённые-грязные». Величины Биотического и олигохетного индексов составили 42–43% при этом первый классифицирует воды реки как «загрязнённые-грязные», второй – как «чистые». Средняя величина IP' (53.64%) едва превысила границу класса «загрязнённых» вод.

При анализе изложенных сведений нами сделаны следующие выводы.

1. На загрязняемых участках водотоков снижается видовое богатство бентофауны и величины индекса Шеннона. Число видов донных животных, приходящихся на 1 пробу зообентоса на чистых или «фоновых» участках рек составляет в среднем около 20 и выше, а мера эквивалентности в среднем – 3.17 бит/экз. и выше. В зоне влияния комплексного загрязнения – 11–12 видов при 2.79–2.85 бит/экз., а на сильно загрязняемых участках – 3–4 вида на пробу и 0.71–1.52 бит/экз. соответственно. Было бы неверным определять границы этих параметров для «чистых», «загрязнённых» и «грязных» вод, поскольку они напрямую зависят от уловистости орудий сбора материала. Однако, для конкретных территорий или водоёмов при унифицированной методике (орудие лова и площадь пробы), это, возможно, имело бы смысл. Исключения составляют участки рек с относительно небольшим органическим загрязнением, где происходит качественная перестройка структуры и функционирования донных сообществ без существенного снижения видового богатства и выравнивания количественных показателей. Так, на участке р. Чусовой, подверженном влиянию хозяйственно-бытовых стоков происходит увеличение доминирования хищных форм – пиявок *Erpobdella octoculata* (L.), *Helobdella stagnalis* (L.), *Glossophonia complanata* (L.) и таниподин *Thienemannimyia geieskesi* (Goetghebuer), выпадение некоторых стенобионтных видов. Например, общее количество видов веснянок, подёнок и ручейников на фоновом участке реки (станции 1–3) составило 38, на участке с органическим загрязнением (ст. 4) равнялось 24. При этом общее число видов, количество видов на пробу и индекс Шеннона остались на уровне фонового участка.

2. Ни один из перечисленных показателей оценки загрязнения вод (*St*, *Kch*, *BI*, *No/Nc*), не может быть использован как достаточный, не требующий расчёта других параметров. Наличие слабого загрязнения, большое разбавление, антропогенная нагрузка на фоновых участках реки, загрязнение на всём протяжении водотока или наличие специфических загрязняющих веществ могут снизить чувствительность отдельных параметров и, как следствие, IP'. Биотический индекс Вудивисса показал в среднем низкую чувствительность при специфичном виде загрязнения. Так, например, на р. Лёнве, испытывающей загрязнение калийными рассолами, сформировались донные сообщества, доминируют в которых виды, адаптированные к повышенному содержанию солей – олигохеты *Enchytraeus albidus* Henle, хирономиды *Chironomus salinarius* Kieffer, *Chironomus* sp., а также ручейники *Potamophylax latipennis* (Curtis). Индекс сапротоксобности характеризовался достаточно высокими величинами на фоновых участках (р. Чусовая) и даже в отсутствии загрязнения (р. Н. Биянка). Вместе с этим данный параметр отли-

чается наименьшими дисперсией и стандартными ошибками средних арифметических. Индекс сапротоксности нуждается в модификации для местных условий, главным образом, в расширении списка индикаторных видов. Довольно устойчивой к загрязнению сточными водами металлургического завода и шахтными водами оказалась подёнка *Ephemera lineata* Eaton. Личинки эфемеры, покрытые друзами осадка (сульфат железа и его производные) являются доминантами на этом участке р. Чусовая. Хирономидный индекс показал наибольшую чувствительность в различных условиях. Тем не менее, при его расчёте могут возникнуть трудности. В частности, следует чётко разделять в составе родов *Cricotopus* и *Rheocricotopus* эврибионтные фитофильные (зарослевые) формы и стенобионтные виды, населяющие валунную медиаль ритрала и питающиеся фитоперифитомом. На наш взгляд, не следует учитывать такие виды, как *Prodiamesa olivacea* (Meigen) и *Diplocladius cultriger* Kieffer, резистентные к сильной эвтрофикации. Также спорна индикаторная значимость *Epoicocladius flavens* (Malloch), распространение которого ограничено скорее наличием подёнок рода *Ephemera*, нежели собственно качеством вод. К недостаткам олигохетного индекса Гуднайта-Уитлея следует отнести значительную дисперсию его средних величин (см. табл. 1–3). Это связано, прежде всего, с мозаичностью распределения факторов и может быть устранено только увеличением числа проб.

Таким образом, в условиях предгорных рек Среднего и Южного Урала для более полной и точной оценки качества вод необходимо использование такого интегрального параметра как IP' . Его расчёт устраняет недостатки отдельных индексов, проявляющиеся в конкретных условиях. Особенно показательны результаты его использования в случае наличия «крайних значений» фактора.

Список литературы

- Балушкина Е.В. Применение интегрального показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ // Реакция озёрных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. СПб.: ЗИН РАН, 1997. С. 266–292.
- Балушкина Е.В. Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р. Ижоры. Часть 1. Оценка качества вод р. Ижоры по структурным характеристикам донных животных // Биол. внутр. вод. 2002, № 4. С. 61–68.
- Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 191 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Комлев А.М., Черных Е.А. Реки Пермской области: режим, ресурсы, прогнозы, проблемы. Пермь, 1984. 214 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Вып. 1. Кама. Л., 1967. 536 с.
- Balushkina E.V. The importance of structural characteristics of benthic animals in the evaluation of river and estuary ecosystems // Proc. Zool. Inst. Russ. Akad. Sci. SPb., 2002. Vol. 296. P. 13–20.
- Balushkina E.V., Finogenova N.P. Changes in the benthic community structure and assessment of the water quality and the state of the ecosystems of Neva Bay and the eastern Gulf of Finland in 1994–2001 // Proc. Estonian Acad. Biol. Ecol., 2003. Vol. 52, № 4. P. 365–377.

АДАПТАЦИИ УСОНОГИХ РАКОВ (CIRRIPEDIA, THORACICA) К ОБИТАНИЮ В СООБЩЕСТВАХ ОБРАСТАНИЯ

О.П. Полтаруха

Учреждение Российской академии наук Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 33, poltarukha@rambler.ru

Под обрастанием обычно понимается совокупность прикрепленных и свободноживущих микро- и макроорганизмов, поселяющихся на поверхности твердых субстратов, находящихся достаточно длительное время в воде. В данной работе рассматривается только морское обрастание субстратов антропогенного происхождения. Наряду с его большим значением в хозяйственной жизни человека, необходимость отдельного рассмотрения обрастания искусственных субстратов связана с тем, что эти сообщества, зачастую, по целому ряду качественных и количественных характеристик существенно отличаются от расположенных поблизости сообществ обрастания естественных субстратов (Звягинцев, 1999, 2005).

В составе обрастания отмечено большое разнообразие прикрепленных (двустворчатые моллюски, мшанки, гидроиды, сидячие полихеты, асцидии, губки, кораллы и др.) и свободноживущих (брюхоногие моллюски, бродячие полихеты, некоторые группы ракообразных – крабы, бокоплавы и др.) форм. Однако ведущей группой в обрастании являются усоногие раки (Cirripedia, Thoracica) – сравнительно немногочисленная, насчитывающая менее 1000 современных видов (Newman, 1996), группа сидячих во взрослом состоянии животных. Доминирование усоногих раков в обрастании субстратов антропогенного происхождения проявляется в том, что:

- сообщества с доминированием усонюгих раков занимают в Мировом океане значительно более половины суммарной площади всех сообществ обрастания;
- доля видов, найденных в обрастании, в общем видовом богатстве группы для усонюгих раков превышает 15%, что существенно выше, чем для большинства других таксонов;
- в ходе сукцессии сообщества обрастания стадия с доминированием усонюгих раков часто оказывается первой стадией, на которой биомасса обрастания достигает величин, экономически оправдывающих борьбу с ним (постановку судна в док, очистку водовода и т.д.).

Обсуждая причины такого значения усонюгих раков в сообществах обрастания, отметим, прежде всего, характерные особенности этих сообществ:

- субстраты часто недолговечны и возникают случайным образом
- значительная часть субстратов расположена вертикально или под большим углом
- высокие скорости движения воды
- загрязнение, эвтрофирование, большие градиенты химических и физических параметров среды.

Таким образом, особенности обрастания антропогенных субстратов обусловлены, как правило, не антропогенным или естественным происхождением субстрата как таковым, а его физическими и химическими свойствами, а также складывающимися гидрофизическими и гидрохимическими условиями внешней среды в сочетании с антропогенным воздействием. Эти особенности и определяют своеобразие сообществ обрастания и даже дают основания ряду авторов (Резниченко и др., 1976; Звягинцев, 2005) выделять в Мировом океане особую зону - антропаль, включающую все погруженные в море искусственные субстраты. Учитывая, что суммарная площадь всех погруженных в море искусственных субстратов составляет не менее 20% площади поверхности верхних отделов шельфа (Синицын, Резниченко, 1981), можно говорить о глобальном масштабе явления.

Поскольку обрастание – явление в эволюционном плане очень молодое, у нас есть основания предполагать, что адаптации видов, регулярно встречающихся в обрастании, изначально возникли в других условиях, в каких-то аспектах схожих с условиями обитания в обрастании. Впоследствии эти адаптации позволили их обладателям успешно колонизировать появившиеся в море антропогенные субстраты, то есть в данном случае можно говорить о преадаптациях. Рассмотрим с этой точки зрения некоторые аспекты эволюции усонюгих раков.

Для многих родственных Thoracica групп Cirripedia характерен симбиотический образ жизни. Так, например, Acrothoracica, сверлящие норки в известковых образованиях ряда животных. У Rhizosephala симбиотические отношения более специализированы и переходят в паразитизм (Anderson, 1992). Симбиотическому образу жизни соответствует наличие у этих групп, наряду с характерной для многих ракообразных питающейся науплиальной, также непитающейся циприсовидной личинки, специализированной к поиску животного-хозяина и оседанию на его покровы. Другой адаптацией к такому образу жизни стал половой диморфизм с сильно редуцированными самцами, питающимися за счет самок, наблюдаемый у Acrothoracica (Tomlinson, 1987; Anderson, 1992), а также высокая плодовитость, быстрый рост и развитие. Наличие указанных особенностей биологии как у Cirripedia Thoracica, так и у таксонов, рассматриваемых в качестве их предков или близких к ним, позволяет предполагать, что эти особенности не возникли в пределах Thoracica, а были унаследованы ими от предковых форм, которые, вероятно, вели факультативно симбиотический образ жизни. Косвенным подтверждением этого является сохранение у Cirripedia Thoracica тенденции к возникновению более или менее тесных симбиотических отношений на основе данных особенностей, которые можно рассматривать как преадаптации.

Однако главное направление эволюции усонюгих раков было связано с переходом к свободноживущей жизни в качестве поселяющихся на твердых грунтах сидячих фильтраторов. При этом особенности предковых форм (специализированная к поиску места для оседания циприсовидная личинка, половой диморфизм с редуциацией самцов, высокая плодовитость, быстрый рост и развитие) способствовали эволюции жизненного цикла усонюгих раков в направлении *r*-стратегии (по классификации MacArthur, Wilson, 1967; Пианка, 1981), которая реализовывалась за счет короткого жизненного цикла, высокой способности к расселению и эффективному поиску мест для оседания. В том же направлении преобразовывалась и половая структура популяций. Из исходного варианта полового диморфизма с карликовыми самцами (Acrothoracica, Rhizosephala, некоторые Pedunculata) через половой диморфизм с гермафродитными особями и карликовыми самцами (многие Pedunculata, некоторые Balanomorpha) половая структура преобразовалась в мономорфную, когда самцы исчезли и остались только гермафродитные особи, часто способные к самооплодотворению (Anderson, 1992). Учитывая, что для Cirripedia, как и других членистоногих, характерно внутреннее оплодотворение, в последнем случае формируется структура популяции, позволяющая любой особи не только колонизировать новый субстрат, но и в одиночку дать потомство. Это оптимально соответствует стратегиям жизненных циклов усонюгих раков.

Образование фильтрующего аппарата на базе конечностей с твердым хитиновым покровом и мускулатурой позволило усоногим ракам использовать его в условиях сильных течений, что малоэффективно или невозможно для ряда таксонов бентосных фильтраторов, обладающих другим планом строения. Также общий уровень развития нервной системы, довольно высокий по сравнению с целым рядом других групп животных-фильтраторов, сделал возможным выработать сложное и разнообразное пищедобывающее поведение, проявляющееся в частности, в различных вариантах движения усонжек в зависимости от гидрологических особенностей, а также характера и содержания в воде пищевых частиц (Crisp, Southward, 1961; Southward, Crisp, 1965). Такое сложное и разнообразное поведение обеспечивало усоногим ракам заметное адаптивное преимущество в условиях непостоянства внешней среды, столь характерного для обрастания. Стебелек, служащий у примитивных Thoracica (Iblomorpha), и у ряда предковых групп для сверления субстрата, стал органом, поднимающим животное и обеспечивающим его подвижность, что важно для сидячих фильтраторов. Дальнейшее реализация характерной для предковых форм тенденции к образованию наружных известковых структур позволило сформировать известковые таблички, покрывающие все или почти все тело большинства видов Thoracica, обеспечивая опорную и защитную функции.

В ходе дальнейшей адаптации Cirripedia к сильным течениям на мелководье, в юрском – меловом периодах возникли сидячие усонogie раки – Sessilia (Newman, 1996). Их возникновение связано с редукцией стебелька; компактизацией тела; укреплением табличек и их соединения между собой с образованием домика, содержащего тело животного; усилением прикрепления к субстрату. Таким образом, унаследованные от предков особенности во многом определили эволюцию Cirripedia при их переходе к образу жизни сидячих фильтраторов, обитающих на твердых грунтах. Однако, судя по палеонтологическим данным (Зевина, 1982; Buckeridge, 1983; Foster, Buckeridge, 1987), до начала кайнозоя Cirripedia Thoracica были редки, хотя их первые остатки, относят к силуру (Зевина, 1982), или даже кембрию (Foster, Buckeridge, 1987; Newman, 1996). Таксоны, доминирующие в обрастании, также молоды и известны с палеоцена (Зевина, 1982; Foster, Buckeridge, 1987).

В это время, в позднем мелу – палеоцене серьезно изменялись морские экосистемы, что сопровождалось массовыми вымираниями. Показано, что в бентосе вымирание в большей степени коснулось фильтраторов, чем детритофагов и хищников (Бараш, 2008). Так, например, вымирали основные рифообразователи того времени – отряд Hippuritida (Bivalvia), а также склерактинии, многие таксоны губок и строматопороидеи, что привело к исчезновению рифов. Рифы, но уже на основе склерактиний, возникли вновь только в олигоцене (Жирков, 2010). Подобные перестройки бентосных сообществ дали возможность для включения в них усоногих раков.

С конца олигоцена – начала миоцена (или со второй половины палеоцена (Жирков, 2010)) в Мировом океане сформировалась вертикальная циркуляция полярного типа. Это позволило возникнуть глубоководной фауне, ранее уничтоженной из-за теплого климата мелового периода, вызывавшего прогрев глубин, стагнацию и аноксию (Kennet, Stott, 1991; Bowen, 2007; Галкин, 2008; Жирков, 2010). Хотя мнение о полном отсутствии глубоководной фауны в мелу оспаривается, в любом случае резкое изменение циркуляции вод в палеоцене серьезно изменило гидрологические и гидрохимические условия в глубинах, а, следовательно, глубоководную фауну (Миронов, 1982; Гебрук, Миронов, 2003). Sessilia из-за отсутствия стебелька слабо устойчивы к заиливанию, что не позволило им массово заселить батиаль и абиссаль. Кроме того, в условиях слабых течений больших глубин для фильтраторов более эффективным оказывается поднятие фильтрующего аппарата над поверхностью субстрата, что, очевидно, лучше реализуется стебельчатыми усоногими раками – Pedunculata. Формирование глубоководного бентоса сопровождалось мощной адаптивной радиацией Pedunculata, так что сейчас большинство их видов населяет батиаль (Зевина, 1982). Из-за недостатка твердого субстрата на больших глубинах почти все глубоководные Pedunculata малоизбирательны к субстрату и, следовательно, могут играть важную роль в глубоководном обрастании. Это направление эволюции Pedunculata представлено, в основном, надсемейством Scalpellioidea, эволюционный успех которых базировался также на преадаптациях, предковых для Cirripedia Thoracica симбиотических форм – циприсовидной личинки, специализированной на поиске редкого на большой глубине твердого субстрата, а также редукции самцов до полного их отсутствия у ряда видов Scalpellioidea, популяция которых образована только гермафродитными особями.

Облегченный домик, стебелек и более длинные, чем у Sessilia, усоножки, что было преимуществом в условиях малого количества пищи, позволило другой группе Pedunculata – семейству Lepadidae, сформировать сообщества пелагического обрастания, развивающиеся на плавающих в открытом океане субстратах. Эти сообщества заместили аналогичные сообщества мезозоя, образованные морскими лилиями (Жирков, 2010). И в этом случае унаследованные от предков Cirripedia Thoracica особенности стали преадаптациями, способствуя эффективному поиску личинками редкого в пелагиали субстрата. Имеющаяся у Thoracica тенденция к эволюции в направлении *r*-стратегии получает у Lepadidae еще большее разви-

тие, что проявляется, в частности в резком увеличении скорости роста и созревания. Показано, например, что два наиболее часто встречающиеся в пелагическом обрастании вида – *Lepas anserifera* и *Conchoderma virgatum* в благоприятных условиях могут расти со скоростью свыше 1 мм в сутки, достигая половозрелости через 8 суток после оседания личинок (Annandale, 1909). Что касается половой структуры популяции, то самцы Lepadidae полностью исчезают, так что вся популяция состоит из гермафродитных особей.

В отличие от глубоководного бентоса и пелагического обрастания, возникших в кайнозое заново, прибрежный бентос сохранил некоторую преемственность с аналогичными сообществами мела. Это значит, что эволюция Sessilia, как наиболее адаптированной к обитанию в прибрежных водах группы усоногих раков, проходила в условиях жесткой конкуренции за субстрат. Унаследованные от предков особенности, о которых уже упоминалось (циприсовидная личинка, редукция самцов с переходом к популяции, состоящей из гермафродитных особей, высокая плодовитость, быстрый рост и развитие) способствовали эволюции жизненного цикла большинства обитающих в нижней литорали – верхней сублиторали Sessilia в направлении *r*-стратегии. Этому способствовал и характер их биотопов. Известно (MacArthur, Wilson, 1967; Pianka, 1970; Одум, 1986), что в богатых ресурсами сообществах с высокой пространственной и временной изменчивостью отбор чаще идет в направлении *r*-стратегии. Таковы сообщества мелководного бентоса, обычно богатые пищей, но часто нарушаемые различными воздействиями. В условиях появления и резкого увеличения антропогенной нагрузки специализация к быстрому, но кратковременному захвату свободных субстратов, закономерно приводит к поселению, в основном, в обрастании. Разнообразное и сложное пищедобывающее поведение Sessilia, их способность к фильтрации при высокой скорости течения и прочное прикрепление к субстрату дало им дополнительные преимущества в обрастании антропогенных субстратов, для многих из которых характерны высокие и непостоянные скорости течения. Высокая эврибионтность многих живущих в обрастании Sessilia, в том числе толерантность ко многим загрязнителям, также способствует их доминированию в этих сообществах. Данное направление эволюции характерно для семейств Balanidae и ряда видов семейства Archaeobalanidae, представители которых составляют основу фауны Cirripedia прибрежного обрастания.

Особенности Cirripedia прибрежного и, отчасти, пелагического обрастания, хорошо иллюстрируют представления о том, что сообщества, образованные видами с *r*-стратегией, обитающие в изменчивой среде, могут быть только слабоорганизованными (Levins, 1968; Бигон и др., 1989). При этом под слабоорганизованными сообществами здесь понимается слабая связь видов между собой, когда они легко могут замещаться другими видами, обладающими сходными экологическими характеристиками, в том числе видами-вселенцами. Такие сообщества не всегда являются обязательной стадией определенной сукцессионной серии и примерно соответствуют группировкам ценофобных видов С.М. Разумовского (1981, 1999). В пользу ценофобности ряда Cirripedia прибрежного обрастания говорит также их высокая изменчивость с большим числом слабо дифференцируемых форм неясного таксономического статуса. Примером могут быть представители рода *Amphibalanus* (Pitombo, 2004), особенно комплекс *A. amphitrite*, которые являются одними из наиболее распространенных в обрастании тропических и субтропических вод.

В заключение следует сказать о значении в обрастании разных жизненных форм усоногих раков (в классификации Г.Б. Зевиной, 1982). Сопоставив описание этих жизненных форм с характеристиками видов, встречающихся в обрастании, можно заключить, что обитанию в пелагическом обрастании соответствует форма VI (планктонные, свободноживущие на неживом субстрате пассивные организмы) и отчасти V (планктонные, свободноживущие, активные), а обитанию в прибрежном и глубоководном обрастании – форма I (бентосные, свободноживущие на поверхности субстрата) и отчасти, в качестве комменсалов собственно обрастателей, IV (комменсалы бентосных видов). Поскольку формам II (бентосные, свободноживущие в субстрате, сверлящие), III (паразиты бентосных видов), V (планктонные, свободноживущие, активные), VII (паразиты нектонных видов), IX (комменсалы планктонных видов) соответствуют лишь отдельные виды усоногих раков, можно заключить, что в целом эволюция данной группы шла путем совершенствования малого числа жизненных форм, большинство из которых оказались преадаптированы к обитанию в обрастании.

Таким образом, значение усоногих раков в обрастании хорошо объясняется исходя из адаптаций предковых групп к симбиотическому образу жизни (наличие специализированных циприсовидных личинок, редукция самцов с переходом к гермафродитизму, высокая плодовитость, быстрый рост и развитие), а также общего вектора эволюции Cirripedia Thorgäsa в направлении *r*-стратегии в сочетании с особенностями, определяемыми планом строения ракообразных (образование фильтрующего аппарата на основе хитинизированных конечностей с развитой мускулатурой, хорошо развитая нервная система, обеспечивающая сложное и разнообразное поведение в изменчивой внешней среде).

Список литературы

- Бараш М.С. Причины, механизмы и следствия кризисов морской биоты // *Океанология на старте XXI века*. М.: Наука, 2008. С. 391–429.
- Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Т. 2. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. 477 с.
- Галкин С.В. Происхождение и история гидротермальной фауны океана // *Океанология на старте XXI века*. М.: Наука, 2008. С. 430–448.
- Гебрук А.В., Миронов А.Н. Проблемы изучения гидротермальной фауны в масштабах глобальных зон и периодов // *Актуальные проблемы океанологии*. М.: Наука, 2003. С. 368–382.
- Жирков И.А. Жизнь на дне. Экология и биогеография бентоса. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 454 с.
- Звягинцев А.Ю. Экология морского обрастания в северо-западной части Тихого океана. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1999. 48 с.
- Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2005. 432 с.
- Зевина Г.Б. Усоногие раки подотряда *Lepadomorpha* Мирового океана. Часть II. Л.: Наука, 1982. 223 с.
- Миронов А.Н. Роль Антарктики в формировании глубоководной донной фауны Мирового океана // *Океанология*. 1982. Т. 23. № 3. С. 486–491.
- Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
- Пианка Э. Эволюция жизни. М.: Мир, 1981. 399 с.
- Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. Москва: Наука, 1981. 231 с.
- Разумовский С.М. Избранные труды. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 1991. 559 с.
- Резниченко О.Г., Солдатова И.Н., Цихон-Луканина Е.А. Обрастание в мировом океане // *Итоги науки и техники. Зоология беспозвоночных*. 1976. Т. 4. 120 с.
- Синицын Е.О., Резниченко О.Г. Обрастание малоразмерного плавника северо-западной части Тихого океана // *Экология массовых видов океанического обрастания*. М.: ИО АН СССР, 1981. С. 18–69.
- Anderson D.T. Barnacles. Structure, function, development and evolution. London: Chapman & Hall, 1992. 357 p.
- Annandale N. An account of the Indian Cirripedia Pedunculata. Pt. I. Fam. Lepadidae (sensu stricto) // *Memoirs of the Indian Museum*. Calcutta. 1909. V. 2. № 2. P. 60–139.
- Bowen G.J. Palaeoclimate: When the world turned cold // *Nature*. 2007. V. 445. P. 607–608.
- Buckeridge J.S. Fossil barnacles (Cirripedia: Thoracica) of New Zealand and Australia // *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*. 1983. V. 50. 151 p.
- Crisp D.J., Southward A.J. Different types of cirral activity of barnacles // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1961. Ser. B. V. 705. № 243. P. 271–308.
- Foster B.A., Buckeridge J.S. Barnacle paleontology // *Crustacean. Barnacle biology*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1987. V. 5. P. 43–61.
- Kennet J.P., Stott L.D. Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene // *Nature*. 1991. V. 353. P. 225–229.
- Levins R. Evolution in changing environments. Princeton. New Jersey: Princeton University Press, 1968. 120 p.
- MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of island biogeography. Princeton. New Jersey: Princeton University Press, 1967. 203 p.
- Newman W.A. Sous-Classes des Cirripedes (Cirripedia Burmeister, 1834) Superordres des Thoraciques et des Acrothoraciques (Thoracica Darwin, 1954 – Acrothoracica Gruvel, 1905) // *Traite de Zoologie, Anatomie, Systematique, Biologie T. 7, Crustaces, Fasc. 2 Generalities (suite) et Systematique* Paris: Masson, 1996. P. 453–540.
- Pitombo F.B. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorphs) // *Zoologica Scripta*. 2004. V. 33. № 3. P. 261–276.
- Southward A.J., Crisp D.J. Activity rhythms of barnacles in relation to respiration and feeding // *Journal Marine Biology Association of the United Kingdom*. 1965. V. 45. P. 161–185.
- Tomlinson J.T. The burrowing barnacles (Acrothoracica) // *Crustacean. Barnacle biology*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1987. V. 5. P. 63–71.

POLYPHEMOIDEA (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA) САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.И. Попов

ИЭВБ РАН, Россия, 445003, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, rainbowhunter@list.ru

Одной из групп зоопланктонных организмов в настоящее время активно расширяющих свои ареалы и внедряющихся в новые для себя сообщества являются понто-каспийские и бореально-арктические полифемоидеи (*Polyphemoidea* Brooks, 1959 = *Onychopoda* Sars, 1865). Некоторые из них вселились и образовали самоподдерживающиеся популяции в разнотипных водоемах (Балтийское море, Великие озера США, водохранилища Волги и Дона) (Бычек, 2005, Мордухай-Болтовской и др., 1987, Крылов, 1999, Лаксон, 2003).

Изучение зоопланктона Саратовского водохранилища проводилось в в 2002–2009 гг. Пробы отбирались каждые 7–10 дней количественной сетью Джели (диаметр верхнего кольца 0.19 м, мельничный газ

№ 70), фиксировались формалином (4%) или этанолом (70%) в холодное время года. Были исследованы пелагическая часть, прибрежные и заливные участки и протоки всех частей водохранилища.

В Саратовском водохранилище встречаются 5 видов этих ракообразных: *Bythotrephes brevimanus* Lilljeborg, 1901, *B. cederstroemi* Schoedler, 1863 (Литвинчук, 2005), *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891), *Cornigerius maeoticus* Pengo, 1879 и *Polyphemus pediculus* Linnaeus, 1761.

Представители рода *Bythotrephes* – это палеарктические виды, характерные для северной Европы и Азии, обитают в пелагиали озер, отмечались в Волге до зарегулирования (Чугунов, 1922). В Саратовское водохранилище попали сразу после его заполнения (Волга и ее жизнь, 1978). Встречается с мая по октябрь (18–75 экз./м³ – экз./м³), пик численности в июле–августе (до 200 экз./м³). Основу популяции в течение всего периода обнаружения составляют партеногенетические самки, численность гамогенетических самок возрастает в августе. В мае и октябре находки этого вида единичны, самцы этих видов отмечались с июля по октябрь, иногда при отсутствии гамогенетических самок.

Понто-каспийский *Cercopagis pengoi* встречается с июня по август (9–34 экз./м³). Численность этого рачка нестабильна, хотя он обнаруживается ежегодно с 2005 г. Кроме того, количественный анализ затрудняется способностью рачков образовывать значительные скопления, видимые невооруженным глазом. При попадании таких скоплений в пробу расчетная численность может достигать сотен и даже тыс. экз./м³. Обнаруживаются почти исключительно партеногенетические самки, с начала августа по сентябрь встречаются единичные самки с покоящимися яйцами, самцы регистрировались однократно.

Cornigerius maeoticus также имеет понто-каспийское происхождение. Регистрируется ежегодно с июня по сентябрь, численность варьирует от 70–100 до ≤ 1 тыс. экз./м³. Самцы и гамогенетические самки также редки.

Все вышеописанные виды в основном встречаются в пелагической части водохранилища, хотя могут заноситься течением в прибрежные заросли. В прибрежьях, лишенных высшей водной растительности живые рачки практически отсутствуют. Гибкость репродуктивной стратегии позволяет этим полифемоидеям в процессе вселения в новый водоем переключаться на раннее (с июня) гамогенетическое размножение (Панов и др., 1996, Ян и др., 1998). Это позволяет увеличивать генетическое разнообразие и создавать большой запас покоящихся яиц, при помощи которых популяция переживает неблагоприятные условия, а также распространяется естественными путями или при посредстве человека. В Саратовском водохранилище такие изменения в стратегии воспроизводства не регистрировались.

Polyphemus pediculus обнаруживается в пелагической части (редко), прибрежных участках, заливных лугах и протоках Саратовского водохранилища с апреля по октябрь (единично). Основные находки – в мае–сентябре. Численность заметно варьирует (от 10–20 до ≥ 5 тыс. экз./м³). Это может зависеть от состояния мелководного сообщества или от того попали ли в зону облова скопления этих рачков. Одновременные пробы из различных биотопов могут содержать как исключительно партеногенетических самок, партеногенетических и гамогенетических самок так и оба типа самок и самцов.

Таким образом, в Саратовском водохранилище присутствуют 2 бореально-арктических вида, 2 понто-каспийских вида и один аборигенный вид полифемоидей.

Список литературы

- Бычек Е.А. Распространение *Cornigerius maeoticus maeoticus* (Pengo, 1879) в Куйбышевском водохранилище. // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Рыбинск-Борок, 2005, с.71.
- Волга и её жизнь. – Л.: Наука 1978. 350 с.
- Литвинчук Л.Ф. К истории изучения систематики и распространения представителей рода *Bythotrephes* (Polyphemoidea, Cladocera) на территории России и сопредельных стран // Биологические ресурсы пресных вод. Беспозвоночные. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати», 2005. С. 224–240
- Мордухай-Болтовской К.Д., Ривьер И.К. Хищные ветвистоусые Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae и Leptodoridae фауны мира. Л.: Наука, 1987. 182 с
- Чугунов Н.Л. О *Bythotrephes cederstroemi* из низовьев Волги. Рус. Гидробиол. Журн. 1922. Т. 1, № 3. С. 82–88.
- Krylov P.I., Bychenkov D.E., Panov V.E., Rodionova N.V., Telesh I.V. Distribution and seasonal dynamics of the Ponto-Caspian invader *Cercopagis pengoi* (Crustacea, Cladocera) in the Neva Estuary (Gulf of Finland). *Hydrobiologia*. 1999. 393: 227–232.
- Laxson C.L., McPhedran K.N., Makarewicz J.C., Telesh I.V., MacIsaac H.J. Effects of the non-indigenous cladoceran *Cercopagis pengoi* on the lower food web of Lake Ontario. *Freshwat. Biol.* 2003. 48: 2094–2106.
- Panov V.E., Krylov P.I., Telesh I.V. The Caspian predatory cladoceran *Cercopagis pengoi* invades the Gulf of Finland. *BFU Research Bulletin*. 1996. 2: 80–81.
- Yan N.D., Pawson T.W. Seasonal variation in the size and abundance of the invading *Bythotrephes* in Harp Lake, Ontario, Canada. *Hydrobiologia*. 1998. 361: 157–168.

АМФИБИОНТНЫЕ НАСЕКОМЫЕ НА ФАКУЛЬТАТИВНО ПЕРЕСЫХАЮЩЕМ ВОДОЕМЕ

О.Н. Попова

Институт систематики и экологии животных СО РАН,
Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе 11, ps@eco.nsc.ru

Временные, или пересыхающие, водоемы с их небольшой продолжительностью существования и малыми размерами могут служить удобным модельным объектом для фундаментальных исследований закономерностей формирования популяций и сообществ гидробионтов, а их нестабильные условия обитания удобны для изучения адаптивных возможностей водной биоты. Большую часть населения временных водоемов составляют беспозвоночные животные, в том числе членистоногие и моллюски. Видовое богатство моллюсков (Сон, 2008), кровососущих комаров (Полякова, 1970), мокрецов (Прудкина и др., 2006), низших ракообразных (Евдокимов, Ермохин, 2009) во временных водоемах довольно высокое и сопоставимое с таковым на постоянных водоемах. Длительное время было принято считать, что экологическая структура временных водоемов проста. Однако в ходе детального анализа структуры планктонных сообществ была выявлена ее сложность и специфичность. Например, обнаружены такие механизмы стабилизации сообществ в нестабильной среде, как сложные способы избегания конкуренции (Simovich, 1998), диапауза (Алексеев, 1990), банк яиц (Gomez et al., 2002). Все это в последние годы способствовало переоценке взглядов на сообщества временных водоемов и их структуру (Schwartz, Jenkins, 2000).

Временные водоемы могут быть облигатными (пересыхающими всегда) и факультативными (пересыхающими периодически). К факультативным временным водоемам можно отнести придорожные озерно-болотные водоемы полуискусственного происхождения (придорожные каналы), общая площадь которых сопоставима с площадью пресных озер на исследуемой территории – юг Западной Сибири, Барабинский участок западно-сибирской лесостепи. Придорожная канава, на которой были проведены основные исследования в 2007–2010 гг., обычно сильно мелеет к концу сезона, а в отдельные годы может совсем пересыхать в конце лета – осенью. Структура сообщества насекомых во временных водоемах до и после их пересыхания практически не изучена. Особенно в этом отношении интересны амфибионтные насекомые, у которых часть жизни проходит в воде, часть – на суше. Нами была предпринята попытка подобного исследования и в качестве модельного объекта взят отряд Odonata. Стрекозы выполняют ключевую роль консументов 2-го порядка в данном типе водоемов и во многих водных биоценозах региона в целом (Попова, Смирнова, 2010). То же самое относится и ко взрослым стрекозам в околводных наземных ценозах (Попова, Харитонов, 2004; Харитонов, 1975; Popova, 2007). Так, по результатам анализа гидробиологических проб за период исследования водное сообщество канавы было представлено следующими основными группами беспозвоночных: насекомые (мухи, стрекозы, поденки, ручейники, жуки, клопы), пауки, жаброноги, щитни, клещи, ракообразные зоопланктона, пиявки, моллюски. Наибольшее обилие пришлось на водных насекомых – почти 60% от всех выявленных беспозвоночных. От общего числа выявленных насекомых амфибионты в среднем составили 66%, стрекозы – 35%. От общего числа амфибионтов стрекозы в среднем составили 48%.

В каждом году, в зависимости от конкретного гидрологического режима водоема, были свои особенности перезимовки личинок стрекоз: 2007, 2010 гг. – после нормальной перезимовки, когда водоем с водой; 2008, 2009 гг. – после экстремальной перезимовки, когда водоем без воды. В работе сравниваются межгодовые различия видового состава, численности, таксономической и возрастной структуры населения личинок стрекоз (далее населения).

Сбор гидробионтов осуществлялся биоценометром и водным сачком. Биоценометр – металлическая труба квадратного сечения со стороной 25 см и высотой 70–90 см (Харитонов, 1988). Водным сачком осуществлялось «кошение» (проводка) по погруженной растительности; учитывались длина и глубина проводки, расстояние от берега, диаметр сачка. Все полученные данные по количеству особей и биомассе пересчитывались на 1 м². Всего за 4 года в водоеме было взято 85 гидробиологических проб, содержащих в том числе 3180 личинок стрекоз.

В целом, на канаве и прилегающей к ней территории выявлен 21 вид стрекоз (подотряд Anisoptera – 11, Zygoptera – 10), относящихся к 4 семействам, 8 родам: *Libellula quadrimaculata* L., 1758, *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825), *L. rubicunda* (L., 1758), *Sympetrum danae* (Sulzer, 1776), *S. flaveolum* (L., 1758), *S. sanguineum* (Mueller, 1764), *S. vulgatum* (L., 1758), *Aeshna affinis* Vander Linden, 1820, *A. grandis* (L., 1758), *A. mixta* (Latreille, 1805), *A. serrata* Hagen, 1856, *Lestes barbarus* (Fabricius, 1798), *L. dryas* Kirby, 1890, *L. macrostigma* (Eversmann, 1836), *L. sponsa* (Hansemann, 1823), *L. virens* (Charpentier, 1825), *Sympecma paedisca* (Brauer, 1877), *Coenagrion armatum* (Charpentier, 1840), *C. lunulatum* (Charpentier, 1840), *C. pulchellum* (Vander Linden, 1823), *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840). Это составляет почти половину всей одонатофауны Барабинской лесостепи (43 вида). Во все сезоны исследования – и при нормальной, и при экстремальной перезимовке – сохранялся основной видовой состав личинок, за

исключением редких для водоема видов стрекоз, встречавшихся только в отдельные годы (*L. barbarus*, *L. macrostigma*, *E. cyathigerum*).

Средние за сезон плотности (особи/м²) населения личинок стрекоз в 3-х сезонах были следующие: 2007 г. – 300, 2008 г. – 172, 2009 г. – 100, то есть просматривается тенденция к сокращению численности населения личинок после каждой пережитой экстремальной перезимовки. Так, в 2009 г. по сравнению с 2007 г. численность населения личинок стрекоз сократилась на 67%. Рассмотрим таксономическую и возрастную структуры населения личинок стрекоз в разные годы.

2007 г. – после нормальной перезимовки. Средние за сезон процентные доли личинок разных таксонов: *Zygoptera* – 95%, *Anisoptera* – 5%; *Coenagrion* – 46%, *Lestes* – 40%, *Sympsecta* – 9%, *Sympetrum* – 3%, *Leucorrhinia* – 1.8%, *Libellula* – 0.2%, *Aeshna* – 0%. Подавляющее число личинок относится к *Zygoptera*, особенно к роду *Coenagrion* (*C. armatum*, *C. lunulatum*), а из *Anisoptera* более многочисленны виды рода *Sympetrum*.

Средние за сезон доли возрастных категорий личинок: младшие возраста – 78%, средние – 16%, старшие – 6%, что соответствует нормальным условиям развития личинок, то есть при наличии воды в водоеме круглый год. К концу сентября канава пересохла. В разобранных грунтовых сентябрьских пробах со дна пересохшей канавы встречались живые личинки мух, стрекоз, поденок, ручейников, а также жуки, клопы, моллюски. Из личинок стрекоз были обнаружены *C. lunulatum* среднего возраста, *C. armatum* старшего возраста, *L. quadrimaculata* старшего возраста, *Sympetrum* sp. младшего возраста, *L. pectoralis* среднего возраста и *Ae. grandis* среднего возраста.

2008 г. – после первой экстремальной перезимовки. В конце апреля пересохшая канава заполнилась талыми водами. В это время, до начала выплода имаго стрекоз, на дне канавы нами были установлены мелкочаеистые квадратные садки без дна, открывавшиеся сверху для взятия из них гидробиологических проб при помощи биоценометра; стенки садков пропускали воду и не пропускали других гидробионтов, которые могли прилететь на водоем весной и заселить его. Таким образом, в майских и июньских пробах, взятых из таких садков, оказывались только те водные животные, которые перезимовали в грунте высохшего водоема и остались живыми.

Средние за сезон процентные доли личинок разных таксонов: *Zygoptera* – 60%, *Anisoptera* – 40%; *Coenagrion* – 13%, *Enallagma* – 0.3%, *Lestes* – 34%, *Sympsecta* – 14%, *Sympetrum* – 26%, *Leucorrhinia* – 10%, *Libellula* – 2.2%, *Aeshna* – 0.5%. Существенно изменилась по сравнению с 2007 г. пропорция между двумя подотрядами: представителей *Zygoptera* стало на 35% меньше, а *Anisoptera*, соответственно, больше. В подотряде *Zygoptera* в 2008 г., при сравнении с 2007 г., произошло снижение средней за сезон численности популяций личинок *Coenagrion* в 3.5 раза, *Lestes* в 1.2 раза, а также увеличение в 1.6 раза у *S. paedisca*. В подотряде *Anisoptera* произошло увеличение данной величины в 26 раз у *Sympetrum*, в 6 раз у *Leucorrhinia*, в 11 раз у *L. quadrimaculata*; появились *Aeshna*. То есть экстремальная перезимовка отрицательно отразилась только на численности населения личинок подотряда *Zygoptera*, в частности рода *Coenagrion*. Численность же населения личинок подотряда *Anisoptera* не только не уменьшилась, но и возросла на фоне общего понижения численности всего отряда, что вызывает предположение о наличии в канаве «банка яиц» стрекоз подотряда *Anisoptera*, которые могут годами находиться в состоянии диапаузы, пока какой-то фактор не выведет их из этого состояния. Можно предположить, что таким фактором стала перезимовка в сухом водоеме.

Средние за сезон доли возрастных категорий личинок для отряда в целом: младшие возраста – 38%, средние – 27%, старшие – 35%; для *Zygoptera*: младшие – 32%, средние – 25%, старшие – 43%; для *Anisoptera*: младшие – 49%, средние – 30%, старшие – 21%. Распределение процентных долей соответствует, по-видимому, экстремальным условиям развития личинок в канаве, то есть при отсутствии воды с ноября по апрель. Так, количество личинок младших возрастов уменьшилось в среднем в 2 раза, что, вероятно, связано с существенно большей, чем обычно, смертностью личинок. И, наоборот, количество личинок средних возрастов увеличилось в 2 раза, личинок старших – в 7 (*Zygoptera*) и 2 раза (*Anisoptera*). Возможно, что развитие личинок ускорилось после «сигнала тревоги» – перезимовки в сухом водоеме.

К 1 августа воды уже не было и в течение месяца канава заросла наземной растительностью.

2009 г. – после второй экстремальной перезимовки. Средние за сезон процентные доли личинок разных таксонов: *Zygoptera* – 81%, *Anisoptera* – 19%; *Coenagrion* – 19%, *Lestes* – 29%, *Sympsecta* – 33%, *Sympetrum* – 14%, *Leucorrhinia* – 2%, *Libellula* – 1.4%, *Aeshna* – 1.6%. По сравнению с 2008 г. представителей *Zygoptera* стало на 21% больше, а *Anisoptera*, соответственно, меньше. В подотряде *Zygoptera* в 2009 г., при сравнении с 2008 г., произошло увеличение средней за сезон численности популяций у *S. paedisca* в 3 раза, у *Coenagrion* в 1.5 раза, а также снижение в 1.2 раза у *Lestes*. В подотряде *Anisoptera* произошло снижение данной величины в 2–3 раза у *Sympetrum*, *Leucorrhinia*, *Libellula* и, наоборот, повышение в 3 раза у *Aeshna*. Интересен факт увеличения численности личинок *S. paedisca* от года к году.

Может быть, на фоне общего снижения численности личиночного населения стрекоз, особенно в 2009 г., этот вид расширил свое жизненное пространство в водоеме. Из подотряда Anisoptera только популяции личинок рода *Aeshna* не только не снизили свою численность, но даже увеличили ее. Интересно, что личинки эшнид начали регистрироваться в пробах именно после пересыхания канавы, причем численность их популяций возрастала от 2008 к 2009 г. Может быть, именно перезимовка их яиц в высохшем водоеме стимулирует эмбриональное развитие.

Средние за сезон доли возрастных категорий личинок для отряда в целом: младшие возраста – 32%, средние – 25%, старшие – 43%, для *Zygoptera*: младшие – 32%, средние – 27%, старшие – 41%; для *Anisoptera*: младшие – 31%, средние – 13%, старшие – 56%. Значение процентных долей практически соответствует таковым в 2008 г., то есть продолжается ускоренное развитие личинок в экстремальных условиях – после перезимовки в сухом водоеме.

2010 г. – после нормальной перезимовки. Во 2-й декаде мая в личиночном населении появляется весь набор возрастов – младшие, средние, старшие: в это время в 2008 и 2009 гг. были только младшие возраста. Доля младших возрастов составила 50% (*Lestes*, *Leucorrhinia*, *Sympetrum*), средних – 25% (*C. armatum*, *L. quadrimaculata*), старших – 25% (*C. armatum*, *C. lunulatum*). Средние и старшие возраста личинок – это благополучно перезимовавшие личинки в основном видов рода *Coenagrion* с небольшой примесью *L. quadrimaculata*.

Таким образом, невзирая на катаклизмы абиотической среды, биоценоз временного водоема продолжает функционировать как единое целое. Невольно возникает вопрос: зачем природе затрачивать такие усилия, и в неустойчивом биоценозе устанавливать устойчивые взаимоотношения между популяциями видов? Ответом на данный вопрос служит то, что гидробионты, а особенно амфибионты, временных водоемов – важные звенья в формировании потоков вещества и энергии как внутри экосистемы, так и между экосистемами.

В результате нашего исследования можно сделать ряд более частных заключений, касающихся адаптаций стрекоз к нестабильным водным экосистемам Барабинской лесостепи:

1. Периодически пересыхающие озерно-болотные водоемы являются одним из важных мест обитания амфибионтных насекомых и, в частности, многих видов стрекоз.

2. Видовое богатство стрекоз на факультативно временных водоемах высокое и сопоставимо с таковым на постоянных водоемах, составляя 50% от одонатофауны Барабы и 31% от одонатофауны западно-сибирской лесостепи в целом.

3. После каждой экстремальной перезимовки (пересыхание и последующее промерзание водоема) наблюдалось общее снижение численности населения личинок стрекоз в среднем в 1.7 раза. После нормальной перезимовки численность населения стрекоз увеличивалась и возвращалась к первоначальной, какой была до пересыхания водоема.

4. Стрекозы способны к перенесению пересыхания и промерзания водоема без потерь основного видового состава и основной структуры населения, к тому же после пересыхания начинают регистрироваться личинки видов редких (*Lestes barbarus*, *Enallagma cyathigerum*) или новых (*L. macrostigma*) для водоема. Можно предположить, что население стрекоз, после пережитой экстремальной зимовки, формируется в основном за счет «аборигенов» водоема, и в меньшей степени – за счет стрекоз-вселенцев.

5. Численность и биомасса личинок стрекоз, независимо от гидрологического режима изученного факультативно временного водоема, практически всегда самые высокие среди водных насекомых.

6. Стрекозы, обитающие в нестабильных водоемах, обладают широкой нормой реакции на изменение среды обитания. Адаптации стрекоз проявляются на разных этапах онтогенеза – эмбриональном, личиночном, имагинальном. Так, яйца всех видов стрекоз, обитающих во временных водоемах Барабы, способны к высыханию с последующим промерзанием. Промерзание яиц зимой, возможно, даже стимулирует начало их активного и дружного развития весной. Личинки стрекоз подотряда *Anisoptera* способны переживать как высыхание, так и последующее зимнее промерзание. Личинки же стрекоз подотряда *Zygoptera* не способны пережить длительное пересыхание; зимнее промерзание они переживают только при условии наличия в водоеме воды.

7. После экстремальной перезимовки во временном водоеме наблюдается тенденция к сокращению сроков личиночного развития многих видов стрекоз. Может быть, это связано с общей мелководностью водоема в этот период, соответственно лучшим прогревом и более быстрым набором суммы эффективных температур для завершения личиночного развития.

8. На временно пересыхающем водоеме численность личиночной популяции вида *Sympetra paedisca*, зимующего в фазе имаго, находится в противофазе с численностью всего остального населения стрекоз.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (08-04-00698-а).

Список литературы

- Алексеев В.Р. Диапауза ракообразных. М.: Наука, 1990. 144 с.
- Евдокимов Н.А., Ермохин М.В. Ракообразные зоопланктона временных водоемов Саратовской области на территории различных природных зон // Биол. внутрен. вод. 2009. № 1. С. 62–69.
- Полякова П.Е. Материалы по фауне кровососущих комаров (Diptera, Culicinae) севера Сибири // Фауна Сибири. Новосибирск: Наука, 1970. С. 132–137.
- Попова О.Н., Смирнова Ю.А. Население водных насекомых лесостепных озер Барабы (юг Западной Сибири) // Сибирский экологический журнал. 2010. Т. 17, № 1. С. 69–74.
- Попова О.Н., Харитонов А.Ю. Фауна стрекоз (Insecta, Odonata) западносибирской лесостепи // Вестник Томского гос. ун-та. 2004. № 11. С. 75–79.
- Прудкина Н.С., Мищенко А.А., Машкей А.Н., Солодянкин А.С. Формирование фауны мокрецов (Diptera: Ceratopogonidae) в водоемах различного типа Харьковской области // Труды Харьковского НИИ микробиологии и иммунологии им. И.И. Мечникова. 2006. № 3. С. 70.
- Сон М.О. Брюхоногие моллюски временных водоемов центральной части Одесской области // Одесса: Изд-во Национального университета. 2008. <http://eprints.zu.edu.ua/738/1/1111.pdf>.
- Харитонов А.Ю. Стрекозы как массовые компоненты водных биоценозов // Биологические ресурсы Западной Сибири и их охрана. Новосибирск: Наука, 1975. С. 63–64.
- Харитонов А.Ю. Методы определения плотности популяций стрекоз // Экология популяций. Тезисы докл. Всесоюзного совещания (4–6 октября 1988 г., Новосибирск). 1988. Ч 1. С. 47–49.
- Gomez A., Adcock G.J., Lunt D.H., Carvalho G.R. The interplay between colonisation history and gene flow in passively dispersing zooplankton: microsatellite analysis of rotifer resting egg banks // Journal of Evolutionary Biology. 2002. Vol. 15. P. 158–171.
- Popova O.N. The dragonflies of forest-steepes in West Siberia: fauna, ecology, biology // Odonata: Biology of Dragonflies (Editor B.K. Tyagi). Madurai: Scientific Publishers (India). 2007. P. 89–104.
- Schwartz S.S., Jenkins D.G. Temporary aquatic habitats: constraints and opportunities // Aquatic Ecology. 2000. Vol. 34, № 1. P. 3–8.
- Simovich M.A. Crustacean Biodiversity and Endemism in California's Ephemeral Wetlands // Ecology, Conservation and Management of Vernal Pool Ecosystems-Proceedings. Sacramento: California Native Plant Society. 1998. P. 107–118.

СООБЩЕСТВА ЧЛЕНИСТОНОГИХ (ARTHROPODA) В ВОДОЕМАХ г. ЯКУТСКА

Н.К. Потапова

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,
Россия, 667980, г. Якутск, пр. Ленина, 41, n.k.potapova@ibpc.yasn.ru*

Возрастающее влияние антропогенных факторов на среду, в том числе на водные экосистемы, вынуждает искать эффективные методы, которые служили бы достоверными показателями качества воды. Один из таких методов – использование насекомых как индикаторов состояния воды (Андреенкова, 2004; Клишко, 2008; Машкова, 2008; Chovanec, Waringer, 2005). К ним относятся ручейники, стрекозы, поденки, хирономиды, веснянки, распределение которых было исследовано в водоемах г. Якутска. Первым этапом данного исследования стало выявление разнообразия гидробионтов и их распределения в постоянных и эфемерных водоемах.

Наблюдения проводились в черте г. Якутска в 1985, 1996–1998, 2000, 2004, 2007–2009 гг. на 7 учетных площадках: I – Зеленый луг (ЗЛ), II – Сайсары (Сай), III – Сергелях (Сг), IV – Сосновый бор (СБ), V – Ботанический сад (БС), VI – Туббольница (ТБ), VII – Покровский тракт (ПТ). Они расположены от поймы р. Лены к надпойменным террасам, образуя трансекту. Их распределение вдоль этого градиента было следующим: пойма р. Лена – Зеленый луг, I надпойменная терраса – Сайсары и 11-й км Покровского тракта, II надпойменная терраса – Сергелях, Сосновый бор, Ботанический сад, Туббольница. Выделенные учетные площадки различались по числу обследованных водоемов: ЗЛ – 1, Сай – 1, Сг – 12, СБ – 6, БС – 20, ТБ – 9, ПТ – 3. Изучение гидробионтов проводилось общепринятыми методами (Абакумов, 1983; Мончадский, 1952; Николаева, Ольшванг, 1978). Всего сделано 350 учетов, собрано свыше 17 тыс. экз.

В Центральной Якутии места развития гидробионтов разнообразны (Потапова, 1992), их в целом можно объединить в четыре типа: проточные, озера, болота и эфемерные водоемы. Распределение числа водоемов было следующим: протока – 1, озера – 4, болота – 8, эфемерные водоемы – 39. В пойме Лены обследовались протока и старицы; на I надпойменной террасе – озера и многочисленные эфемерные водоемы, образовавшиеся после таяния снега. Спектр биотопов наиболее широк на II надпойменной террасе – это озера, болота, кочкарники, многочисленные лужи, расположенные в лесах и лугах.

Каждый обследованный водоем в зависимости от типа и местоположения отличается глубиной, освещенностью и температурным режимом, химизмом воды, почвенным покровом и растительностью, которые создают разнообразие условий для гидробионтов и что отражается на их распределении. Кроме

того, исследуемые водоемы по своему происхождению подразделяются на естественные: озера, болота, кочкарники, эфемерные луговые и лесные лужи, и искусственного: колеи дорог, копанки, придорожные каналы, водоемы на агроценозах. Все водоемы находятся в черте города и испытывают негативный антропогенный пресс: захламливаются мусором, в некоторых наблюдается слив бытовых отходов, мытье автомашин и т.д.

Городская протока (I-1) представляет естественную восточную границу г. Якутска, протяженностью несколько километров. Выбранный участок протоки имел длину 100 м, ширину 3–15 м со слабым течением, берега которого зарастают зарослями тростника южного (*Phragmites australis*) и сусака зонтичного (*Butomis umbellatus*). Температура воды в период наблюдений колебалась от 6.8 до 27 °С.

Озера. Обследованы четыре озера: Сайсары (II-1), Сергелях (III-1, III-2), Ытык-Кюель (V-13) и безымянное озеро возле профилактория «Сосновый бор» (IV-1). Генетический тип озер – эрозионно-антропогенный. Площадь зеркала воды следующая: Сайсары – 0.49 км² (Реки..., 2007); Сергелях – 0.7 км²; Ытык-Кюель – 2.75 км², «Сосновый бор» – 0.05 км². По берегам озер растет тростник южный (*Phragmites australis*), осока вздутая (*Carex rostrata*). Весной освобождаются ото льда позднее, чем другие типы водоемов, температурный режим от 3.3 до 21 °С.

Болота. Обследованы два типа болот: злаковые (III-4, IV-6, V-4, V-14) и осоковые (V-3, V-8, V-15). К последнему типу также относится кочкарник (V-2), который представляет собой кочкарное осоковое болото, где преобладает осока острая (*Carex acuta*). Площадь болот колебалась от 0.01 и до 1.6 км², а температура воды от 3 до 15 °С. В период сильной засухи некоторые болота высыхают.

Эфемерные водоемы многочисленны в весенний период в сосновых, березовых и ивовых лесах, на разных типах лугов, на агроценозах, в колеях дорог, придорожных канавах, копанках. Ниже приводим описание двух из них, где наиболее часто проводились наблюдения.

Залежь, раньше на этом месте был сеяный луг, который в настоящее время не используется по назначению, и со временем перешел в залежь. Во влажных местах преобладает ситник сплюснутый (*Juncus compressus*), в сухих – пырей ползучий (*Elytrigia repens*), в верхнем ярусе – донники душистый (*Melilotus snavaelens*) и лекарственный (*M. officinalis*). Площадь водоема – 0.01 км², имеется много углублений в виде колеи дорог, копанок, температурный режим 4–18 °С. В конце июня – начале июля высыхает.

Придорожные каналы. Как правило, рядом с дорожным полотном находятся депрессии, в которых образуются водоемы иногда большие по площади и постоянные, но чаще они бывают эфемерными. Они неглубокие, хорошо прогреваются, температура воды 3.8–25 °С. По берегам произрастает тростник южный (*Phragmites australis*).

По многолетним наблюдениям выявлен состав гидробионтов, который весьма разнообразен и включает следующих представителей (см. табл.).

Таблица. Состав и распределение водных членистоногих в водоемах г. Якутска (в %)

Таксон	Типы водоемов			
	Протоки	Озера	Болота	Эфемерные водоемы
Класс пиявки – Hirudinea	0.4	6.8	-	-
Класс ракообразные – Crustacea				
Бокоплавы – Amphipoda	32.6	15.3	-	2.1
Класс Паукообразные – Arachnida				
Пауки – Araneae	0.4	6.8	-	13.4
Класс Насекомые – Insecta				
Стрекозы – Odonata	3.9	-	15.4	13.4
Полужесткокрылые – Heteroptera	3.9	13.6	7.2	7.1
Жесткокрылые - Coleoptera	2.1	35.6	21.6	14.5
Ручейники – Trichoptera	13.7	-	2.1	11.3
Двукрылые – Diptera	4.3	8.5	-	-
Класс брюхоногие – Gastropoda				
Сем. Катушки – Planorbidae	2.1	1.7	6.6	-
Сем. Прудовики – Lymnaeidae	30.9	6.8	40.0	15.4
Всего экземпляров:	1631	413	682	337

В настоящее время на исследуемых площадках нами пока выявлена фауна водных клопов, которая насчитывает 11 видов из 4 семейств, а также 16 видов кровососущих комаров (Потапова, 2009). По литературным данным (Кириллов и др., 2009), в бассейне среднего течения р. Лены известен один вид пиявки, а в зоопланктоне представлено 170 видов. Фауна водных и околводных жуков насчитывает 28 видов из 11 семейств (Аверенский, 1994, 2003). Из личинок водных двукрылых известно 56 видов хирономид (Кикнадзе и др., 1996).

Распределение видового состава гидробионтов по типам водоемов зависит от ряда факторов: сроков развития жизненных циклов гидробионтов, для чего необходим определенный тип водоема; биотопической приуроченности видов; температурного режима водоемов; времени существования водоема и так далее. Например, время существования водоемов во многом зависит от погодных условий. Лето в Якутии короткое, сход снежного покрова в среднем приходится на конец апреля, в это же время образуются большое число эфемерных водоемов, которые обычно высыхают в конце июня – начале июля, а в годы, когда летняя жара достигает температуры 30 °C и выше, сроки их существования еще короче. Освобождение озер и болот ото льда завершается в конце мая, и начало развития в них гидробионтов начинается позже, чем в эфемерных. Болота и эфемерные водоемы в большинстве неглубокие и поэтому они быстро высыхают.

Состав гидробионтов распределялся в исследуемых водоемах следующим образом.

Протока. Ежегодно заливается паводковыми водами и поэтому разнообразие беспозвоночных не столь велико. В бентосной группировке встречаются пиявки (Hirudinea), их плотность составляла – 7 экз./м², из моллюсков (Mollusca): катушки (Planorbidae) – 21, прудовики (Lymnaeidae) – 49, двусторчатые (Bivalvia) – 21 экз./м². Из насекомых здесь отмечены личинки ручейников (Trichoptera) – 63 экз./м², стрекоз (Odonata) – 84, хирономид (Chironomidae) – 21, а также личинки поденок (Ephemeroptera) оказались более избирательны и отмечены только в протоке – 7 экз./м². Планктонная группа представлена бокоплавами (Amphipoda), плотность которых в протоке достигает 126 экз./м², а нейстонная – пауком серебрянкой (*Argyroneta aquatica* Clerck), плотность – 14 экз./м².

Озера. Общеизвестно, что сообщество беспозвоночных озер имеет сложную структуру, в которой представлены как бентосные, планктонные и нейстонные группировки.

В состав бентосной группировки входят пиявки, плотность которых была следующей: Сайсары – 7, Сергелях – 14, Ытык-Кюель – 14 экз./м². Из моллюсков Planorbidae встречаются в следующих озерах: Сайсары – 7, Сергелях – 7, «Сосновый бор» – 189 экз./м² и Lymnaeidae – Сайсары – 21, Сергелях – 1050, Ытык-Кюель – 35, «Сосновый бор» – 210 экз./м².

В озерах широко представлены личинки насекомых: Ephemeroptera – оз. Сергелях – 7 экз./м², Trichoptera – Сергелях – 7, «Сосновый бор» – 35, Сайсары – 35 экз./м², Odonata – «Сосновый бор» – 91, Сергелях – 21, Сайсары – 7, Coleoptera – Сайсары – 21, «Сосновый бор» – 70, Сергелях – 105, Ытык-Кюель – 21 экз./м². Личинки хирономид (Chironomidae) обитали в озерах Сергелях – 21 и «Сосновый бор» – 133 экз./м², личинки долгоножек (Tipulidae) – «Сосновый бор» – 77, Сергелях – 21, Сайсары – 7 экз./м², а Chaoboridae – в озерах Ытык-Кюель – 14, Сергелях – 35, «Сосновый бор» – 84 экз./м².

Плотность клопов-гребляки (Corixidae), гладышей (Notonectidae), велий (Veliidae) и водомерок (Gerridae) в озерах «Сосновый бор» и Сергелях составляла соответственно 7 и 28 экз./м².

Среди планктонных ракообразных (Crustacea) повсеместно отмечены дафнии и циклопы. Причем распределение бокоплавов (Amphipoda) избирательно, они встречаются в озерах Сайсары – 175, Сергелях – 315, «Сосновый бор» – 56, Ытык-Кюель – 175 экз./м², в эфемерных водоемах их нет.

В нейстонное сообщество входит паук *Argyroneta aquatica* Clerck: Сергелях – 49, «Сосновый бор» – 63, Сайсары – 49 экз./м².

Болота, как правило, большие по площади, но неглубокие, в весенний период, когда начинается интенсивная инсоляция и протайка мерзлых грунтов, площадь их сильно сокращается. Из 8 болот, которые находятся под многолетним наблюдением, только три не высыхают. Из-за небольшой глубины, сообщество беспозвоночных болот не имеет ярко выраженных экологических группировок.

Болота населяют следующие личинки насекомых: Odonata – осоковые болота (V-8, V-15) – 21, кочкарник (V-2) – 35 экз./м²; Trichoptera – осоковые (V-8) – 35, (V-15) – 21, злаковое (V-14) – 84, кочкарник (V-2) – 70 экз./м²; Coleoptera – кочкарник – 42, осоковое (V-15) – 154 и злаковое болота (V-4) – 21 экз./м²; Chironomidae – кочкарник – 91, осоковое (V-15) – 42 -105, злаковое болота (V-4) – 91, Tipulidae – в злаковое (V-4) – 28, кочкарник – 21, Chaoboridae – кочкарник – 35, осоковое (V-15) – 35, (V-8) – 28, злаковое болота (V-4) – 7, (V-14) – 77 экз./м². Из моллюсков Planorbidae встречались в кочкарнике – 21, злаковом (V-4) – 7 и осоковом болотах (V-15) – 28, а Lymnaeidae – в кочкарнике – 140, в злаковом (V-4) – 336, (V-14) – 35 и осоковом болотах (V-15) – 28 экз./м².

Эфемерные водоемы – глубина в этих водоемах колеблется от 0.1 до 0.8 м, мерзлотные грунты протаивают под ними быстрее, впитывая воду, что ускоряет процесс высыхания мелких луж. Здесь также не выражена структура экологических группировок.

Эфемерные водоемы населяют в основном насекомые: Odonata – копанки (V-9) – 7, (V-12) – 7, придорожные (VII-1) – 21, луговые водоемы (III-4) – 35; Trichoptera – лесные (III-10) – 91, (IV-6) – 28, луговые (IV-5) – 21, (III-4) – 21, копанки (V-9) – 7 – 21, а также придорожные (VII-2) – 14, (VII-3) – 154 экз./м²; Coleoptera – лесной – 105, луговой (III-4) – 21- 105, придорожный (III-5) – 21, копанку (V-9) – 21,

антропогенные (VI-9) – 42 экз./м²; Chironomidae – лесной (III-9) – 14, копанки (V-9) – 140, (V-10) – 35; Tipulidae – лесные (V-5) – 7, (V-7) – 35, луговой вододемы (III-4) – 56, копанку (V-9) – 119 экз./м².

Таким образом, сообщества гидробионтов населяют почти все существующие типы водоемов в г. Якутске. Короткое северное лето обуславливает стратегию гидробионтов в расселении в большем числе водоемов. Они даже населяют эфемерные водоемы, небольшие по площади, в которых смертность из-за высыхания достигает больших значений. Но вместе с тем гидробионтам свойственна определенная биотопическая приуроченность, так например черви, бокоплавы и моллюски обитают только в постоянных водоемах.

Список литературы

- Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод, донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. С. 59–78.
- Аверенский А.И. Водные и околоводные жуки Якутии. Якутск, 1994. 57 с.
- Аверенский А.И. Жесткокрылые (Coleoptera) Якутского Ботанического сада // Энтомологические исследования в Якутии: Сборник научных трудов. Якутск, 2003. С. 58–68.
- Андреев И.В. Использование адаптационного потенциала ручейников как индикации водоемов // Научные чтения памяти проф. В.В. Станчинского. Смоленск: Изд-во Смоленского гос.пед. университета, 2004. Вып. 4. С. 637–641.
- Кикнадзе И.И., Истомина А.Г., Гундерина Л.И., Салова Т.А. Айманова К.Г., Савинов Д.Д. Кариофонды хирономид криолитозоны Якутии. Триба Chironomini. Новосибирск: Наука, 1996. 166 с.
- Клишко О.К. Влияние факторов среды на продукцию личинок хирономид в разнотипных озерах Забайкалья // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 127–134.
- Машкова И.В. Влияние класса качества и уровня трофности воды Шершневого водохранилища на биоразнообразие беспозвоночных животных // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий. Оренбург: Изд-во Принт-сервис, 2006. С. 189–192.
- Мончадский А.С. Летящие кровососущие двукрылые – гнус. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 65 с.
- Николаева Н.В., Ольшанг В.Н. Простейший биоценометр для учета водных насекомых в мелких водоемах // Экология. 1978. № 5. С. 93–95.
- Потапова Н.К. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) среднетаежной подзоны Якутии / Автореферат дис. на соиск. уч. ст. к.б.н. Новосибирск, 1992. 24 с.
- Потапова Н.К. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) г. Якутска: биотопическое распределение личинок в водоемах Ботанического сада // Женщины в реализации приоритетных направлений национальных проектов. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2009. С. 319–320.
- Реки и озера Якутии. / Аржакова С.К. и др. Якутск: Бичик, 2007. 136 с.
- Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. 176 с.
- Chovanec A., Waringer J. Dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of the ecological health of wetland ecosystems // Verh. Internat Verein. Limnol. 2005. № 29. P. 422–425.

СООБЩЕСТВА ВОДНЫХ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ В СОСТАВЕ КОНСОРЦИЙ РЯСКОВЫХ (LEMNACEAE) ВОДОЕМОВ УСМАНСКОГО БОРА

А.А. Прокин, П.Г. Дубов

Воронежский государственный университет

Известно, что видовое разнообразие и количественные характеристики сообществ макрозоофитоса зависят от морфологии макрофитов, что подтверждается при изучении заселения искусственных субстратов (Весегга-Munoz, Schramm, 2007 и др.), а также от нативности видов растений (Paras, 2007).

В отношении сообществ макрозообентоса неоднократно отмечалось их повышенное разнообразие в зоне прибрежно-водной растительности (Olson et al., 1999 и др.) и минимальное разнообразие в зоне распространения сплошных зарослей макрофитов с плавающими листьями (как укореняющихся, так и неукореняющихся) (Прокин, Силина, 2007 и др.), где макробеспозвоночные зачастую мигрируют из донных биотопов в заросли макрофитов, демонстрируя эффект «второго дна» (Жгарева, 2008).

Представители семейства Lemnaceae являются экотонобразователями, создавая на границе раздела сред вода-воздух специфические сообщества, в которые вовлекаются виды из различных подсистем водной и наземно-воздушной сред. Благодаря особенностям их морфо-анатомического строения и биологии, создаваемые ими консорции разнообразнее в таксономическом, экологическом и функциональном отношении, чем таковые других групп современных гидрофитов с плавающими листьями (Дубов и др., 2008). Наши исследования посвящены консорциогенезу в экотонных сообществах, причем в работе рассматривается этот процесс в синузидальных консорциях водоемов различных сукцессионных стадий одной сукцессионной системы.

Были обследованы 7 стационарных ассоциаций с доминированием рясковых на 6 водных объектах Усманского бора (Воронежская область): р. Усмань (фоновая ассоциация; ассоциация с антропогенной нагрузкой в окрестностях пляжа турбазы), террасные лесные озера Чистое и Угольное, озеро левобережной поймы, малые полупостоянные водоемы – естественный в окр. оз. Чистое и искусственная копань в правобережной пойме. Описание биотопов и растительных ассоциаций приведено в работе, посвященной изучению летнего аспекта сообществ данных стационаров в 2007 г. (Прокин и др., 2008).

Сборы в 2008 г. проводились гидробиологическим сачком площадью 0.04 м² (по 2 зачерпывания в пределах растительной ассоциации) трижды в течение вегетационного сезона (май, июль, октябрь).

Кроме средней за период исследований численности сообщества (N, экз./м²) и общего числа видов (n) для каждого сообщества были выявлены доминанты (%N) и рассчитаны: коэффициент информационного разнообразия Шеннона (H ± m, бит/экз.), включая H_{min} и H_{max} при данном наборе видов; показатель доминирования Симпсона по численности (C₄); показатель видового разнообразия Маргалефа (α); параметр организации системы Фон Ферстера (F) (Селезнев, Силина, 2002) как показатель степени недоиспользования сообществом информационных ресурсов (Прокин, Силина, 2007); соотношение числа хищных видов к «мирным» (X/M) как относительное значение конкуренции (Locke, Sprules, 1994). Биомасса учитывалась с помощью торсионных весов с ценой деления 0.5 мг.

По средне-сезонным данным 2008 г. максимальной численностью (более 1700 экз./м²) характеризовалось сообщество *Planorbis planorbis* + *Scirtes haemisphaericus* озера Угольное, основной вклад в сложение которого принадлежит супердоминанту *P. planorbis*. Также высокой численностью, но не превышающей 1100 экз./м², обладали сообщества остальных стационаров с доминированием этого вида брюхоногих моллюсков, с некоторым снижением данного показателя обилия в ряду: оз. Чистое – полупостоянный водоем в лесу – р. Усмань в окр. пляжа – фоновый стационар р. Усмань. Сообщества постоянного и полупостоянного водоемов в пойме с другими комплексами доминантов характеризовались значительно меньшими показателями общей численности, не превышающими 410 экз./м² (таблица).

Таблица. Характеристика сообществ водных макробеспозвоночных. водоемов Усманского бора в 2008 г.

Показатель	Пункты отбора проб						
	р.Усмань фоновый	р.Усмань пляж	полупост в лесу	оз. Чистое	оз. Угольное	пойм. оз.	копань
Сообщество (р)	<i>Planorbis planorbis</i> (17.70) + <i>Bythinia tentaculata</i> (14.20)	<i>P. planorbis</i> (54.43) + <i>Erpobdella octoculata</i> (8.59)	<i>P. planorbis</i> (25.68) + <i>Segmentina nitida</i> (11.37)	<i>P. planorbis</i> (36.42) + <i>Segmentina nitida</i> (16.07)	<i>P. planorbis</i> (332.02) + <i>Scirtes haemisphaericus</i> (18.15)	<i>Odontomyia ornata</i> (23.12) + <i>Planorbis pinguis</i> (16.57)	<i>Ilyocoris cimicoides</i> (27.30) + <i>Lymnaea stagnalis</i> (17.79)
n	47	30	25	38	22	20	20
N	791.74	808.36	900.01	1062.96	1703.95	406.25	343.51
B	30.57	23.37	12.32	27.45	129.08	38.05	39.61
H±m	4.84±0.05	3.55±0.07	3.30±0.06	3.72±0.06	2.13±0.05	3.69±0.07	3.71±0.08
H _{min} – H _{max}	0.64–5.55	0.40–4.91	0.30–4.64	0.40–5.25	0.15–4.46	0.47–4.32	0.54–4.32
C ₄	0.05	0.15	0.15	0.14	0.40	0.11	0.11
C ₆	0.18	0.59	0.20	0.32	0.69	0.20	0.48
α	6.89	4.33	3.53	5.31	2.82	3.16	3.25
F	0.13	0.28	0.29	0.33	0.52	0.15	0.14
B _x %	48.77	12.58	59.66	49.84	15.42	39.71	59.35
X/M	0.88	0.88	1.50	0.90	1.44	0.67	0.82

Максимальная общая биомасса сообщества по средне-сезонным данным 2008 г. отмечена в также и максимально многочисленном *P. planorbis* + *Scirtes haemisphaericus* оз. Угольное (B = 129.08 г/м²). В остальных случаях общая биомасса сообществ варьировала в пределах 20–40 г/м², с несколько более высокими значениями для сообществ пойменных водоемов. Минимальная общая биомасса (12.32 г/м²) отмечена в сообществе *P. planorbis* + *Segmentina nitida* лесного полупостоянного водоема (таблица).

Наблюдаемая картина распределения характеристик обилия (численности и биомассы) в ряду сообществ изученных стационаров свидетельствует о существовании пределов колебания этих величин в различных сообществах (возможно определяемые экологической емкостью Лемна-консорций), которые

могут сдвигаться в сторону увеличения при массовом развитии брюхоногих моллюсков (в основном *P. planorbis*). При этом сообщества с доминированием брюхоногих приблизительно вдвое более многочисленны, чем прочие, тогда как в отношении показателей общей биомассы (за исключением крайних случаев) не выходят за пределы предполагаемых пределов колебаний. Интересно, что сообщества без участия в доминантном комплексе *P. planorbis* встречены лишь в пойме, что вероятно указывает на неблагоприятные условия пойменных биотопов для развития данного вида.

Сообщество *P. planorbis* + *Bythinia tentaculata* фонового участка р. Усмань характеризуется максимальным видовым ($n = 47$, $\alpha = 6.89$) и информационным разнообразием ($H = 4.84$), при максимальном использовании информационных ресурсов ($F = 0.13$) в условиях низких концентраций доминирования по численности и биомассе при ощутимом контроле «хищной» биомассы.

Сообщество *P. planorbis* + *Erpobdella octoculata* речного стационара в окрестностях пляжа уступает фоновому в отношении видового и информационного разнообразия, что является результатом увеличения концентрации доминирования биомассы ($C_6 = 0.59$) за счет массового развития *P. planorbis* ($p = 54.43$) в условиях минимального в ряду исследованных сообществ контроля хищников ($B_x = 12.58\%$). В условиях антропогенного пресса большая часть энергии сообщества канализируется здесь доминантом (*P. planorbis*), без эффективного контроля за его развитием хищного звена сообщества, так как хотя соотношение хищных и мирных видов сохраняется на уровне сообщества фонового стационара (0.88), доля биомассы хищников для такого контроля слишком мала.

Сообщества террасных стационаров характеризуются промежуточным, в сравнении с речными и пойменными, видовым и несколько более низким информационным разнообразием, что также вероятно объясняется канализацией большей части энергии доминантом *P. planorbis*. Особенно наглядно это проявляется в сообществе *P. planorbis* + *S. haemispheericus* оз. Угольное. Данное сообщество характеризуется минимальным в ряду исследованных информационным разнообразием ($H = 2.13$) при использовании информационных ресурсов лишь на $\frac{1}{2}$ ($F = 0.52$), крайне низкой доле «хищной» биомассы (15.42%) и высоких концентрациях доминирования за счет развития *P. planorbis* (таблица). В данном случае причиной супердоминирования данного вида брюхоногих моллюсков, в отличие от речного стационара, находящегося в условиях антропогенного воздействия, вероятно, является высокая межгодовая изменчивость уровня режима озера, связанная с циклами грунтовых вод. Высокая толерантность к таким флуктуациям атмосферно-дышащих фитодетритофагов с многолетней способностью к размножению позволяет им достигать здесь, при незначительном контроле эффективных хищников (специализированные – только Sciomyzidae) крайне высоких показателей обилия и осваивать таким образом большую часть энергии сообщества.

Сообщества пойменных водоемов характеризуются относительно низким видовым разнообразием, при котором тем не менее, в условиях отсутствия супердоминантов и соответственно низких концентрациях доминирования, а также при существенной роли хищников, достигается крайне высокое использование информационных ресурсов ($F = 0.15$; 0.14), сравнимое с реализованным в сообществе фонового участка реки. Интересно, что при различном составе доминантного комплекса сообщества полупостоянного и постоянного пойменных водоемов имеют практически одинаковые показатели обилия и информационной структуры, что, видимо, является функцией энергетического базиса развития сообществ Lemna-консортов в условиях пойменных биотопов.

Таким образом, сообщества водных макробеспозвоночных Lemna-консорций в условиях Усманского бора обладают достаточно высоким видовым и информационным разнообразием, которое, также как и показатели обилия, колеблется в пределах, определяемых энергетической емкостью биотопов, разделяющей сообщества на группы в соответствии с сукцессионной стадией водоёмов – речных, пойменных и террасных. В условиях антропогенного влияния или флуктуаций естественных факторов (уровневый режим) сообщества дестабилизируются, сохраняя или даже увеличивая показатели обилия за счет высоко адаптированных супердоминантов (*P. planorbis*).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 08-04-99024-р_офи).

Список литературы

- Дубов П.Г., Прокин А.А., Негрбов В.В. Lemna-консорции как структурно-функциональные единицы на границе раздела сред вода-воздух // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Матер. 2-й Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Саратов: изд-во. Саратов. ун-та., 2008. С. 27–31.
- Жгарева Н.Н. Фауна зарослей // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. С. 249–268.
- Прокин А.А., Дубов П.Г., Негрбов В.В. Водные макробеспозвоночные в составе консорций рясковых (Lemnaceae) водоемов бассейна малой лесной реки в среднерусской лесостепи // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: лекции и матер. докл. Всерос. школы-конф., Борок, 18–21 ноября. Ярославль, 2008. С. 234–238.

- Прокин А.А., Силина А.Е. Материалы к изучению террасных водоемов Усманского бора (III): макрозообентос // Тр. Воронеж. гос. запов. Вып. XXIV. Воронеж, 2007. С. 300–367.
- Селезнев Д.Г., Силина А.Е. Описание программы статистической обработки данных и расчетов биотических индексов для гидробиологических мониторинговых исследований // Гидробиологические исследования водоемов Среднерусской лесостепи. Воронеж, 2002. С. 229–235. (Тр. лаб. биоразнообразия и мониторинга наземн. и водн. экосист. Среднерусской лесостепи: сектор гидробиол. мониторинга / биоцентр ВГУ «Веневитиново»; Т. 1).
- Becerra-Munoz S., Harold L., Shramm Jr. On the influence of substrate morphology and surface area on phytofauna // Hydrobiologia. 2007. Vol. 575. P. 117–128.
- Locke A., Sprules V.G. Effects of lake acidification and recovery on the stability of zooplankton food webs // Ecology. 1994. Vol. 75. № 2. P. 498–506.
- Olson E.J., Engstrom E.S., Doeringsfeld M.R., Bellig R. The abundance and distribution of macroinvertebrates in relation to macrophyte communities in Swan lake, Nicollet County, MN. Minnesota, 1999. 17 p.
- Papas P. Effect of macrophytes on aquatic invertebrates – a literature review // Arthur Rylah Institute for Environmental Research. Technical report Series No 158. Melbourne, 2007. 29 p.

МАКРОЗООБЕНТОС МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ В ПРЕДЕЛАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО ДАННЫМ 2008 Г.)

А.А. Прокин, Ю.К. Петрухин

Воронежский государственный университет

Регион Окско-Донской равнины (Окско-Донского плоскоместья) на территории Воронежской обл. охватывает бассейны рек Воронеж, Битюг, Хопер, Икорец, Хворостань. Приурочен к рыхлым песчано-глинистым осадкам неогена и четвертичного периода. Долины рек отличаются значительной шириной, переходом у многих рек верхних террас в ледниковые зандры. При неглубоком врезе долины выделяются устойчивой правобережной асимметрией, повышенной обводненностью (иногда заболоченностью) пойм (Мильков, 1987). С позиций гидрологического районирования территория относится к Воронежскому и Битюго-Хоперскому районам (Курдов, 1995). Основное питание реки этих гидрологических районов получают из недостаточно обильного комплексного флювиогляциально-неогенового водоносного горизонта, гидравлически связанного с водотоками, причем мощность горизонта и интенсивность поступления воды в русла, вследствие сложившихся климатических условий значительно ниже в Битюго-Хоперском районе (Курдов, 1995). По развитию природных процессов территория относится к I и II районам (Смольянинов и др., 2007), для которых характерна низкая водопроницаемость пород и ослабленный смыл с водосборов, так как площадь земель с крутизной склонов более 5° мала. Развитию почвенно-эрозионных процессов препятствует относительно высокая облесенность (до 10%) и небольшие глубины базисов эрозии, а также слабое балочное расчленение. Низкая водопроницаемость ледниковых суглинков создает возможность истощения основных водоносных горизонтов при отборе подземных вод (Смольянинов и др., 2007). По последней сводке к малым рекам Воронежской области отнесены водотоки с площадью водосбора от 50 до 2000 км², к средним – от 2000 до 50 000 км² (Дмитриева, 2008).

Изучению сообществ макрозообентоса данных экосистем на территории области посвящено ограниченное число работ (Паенко и др., 1992; Силина, 2005; 2006; Прокин и др., 2009; Крылов и др., 2010), что определило необходимость наших исследований.

Количественные пробы макрозообентоса отбирали ковшевым дночерпателем Петерсона с площадью захвата дна 1/40 м², по два отбора на 1 пробу в среднем течении рек, дважды в течение вегетационного сезона (конец мая, начало августа). Всего было собрано 44 пробы.

Кроме средней за период исследований численности сообщества (N, экз./м²) и общего числа видов (n) для каждого сообщества были выявлены доминанты (%N) и рассчитаны: коэффициент информационного разнообразия Шеннона ($H \pm m$, бит/экз.), включая H_{\min} и H_{\max} при данном наборе видов; показатель доминирования Симпсона по численности (C_p); показатель видового разнообразия Маргалёфа (α); параметр организации системы Фон Ферстера (F) (Селезнев, Силина, 2002) как показатель степени неиспользования сообществом информационных ресурсов (Прокин, Силина, 2007); соотношение числа хищных видов к «мирным» (X/M) как относительное значение конкуренции (Locke, Sprules, 1994). Биомасса учитывалась с помощью торсионных весов с ценой деления 0.5 мг.

В течение сезона 2008 г. в обследованных реках обнаружено 172 вида, и таксона не определенных до видового уровня, беспозвоночных (табл. 1), из которых 9 (*Unio protractus* Lindholm, *Colletopterum rostratum* (Rossmassler), *Bythinia producta* (Moquin-Tandon), *Anisus bavaricus* (Westerlund), *Cloeon unguiculatum* Tshernova, *Chironomus anthracinus* Zetterstedt, *Hexatoma fuscipennis* (Curtis), *Mallochohelea setigera* (Loew), *Sphaeromias fasciatus* (Meigen)) впервые указываются для Центрального Черноземья. Два рода хирономид *Coelotanypus* и *Labrundinia* из подсемейства Tanypodinae, не определенных до видового уровня, впервые указываются для фауны России.

Таблица 1. Список таксонов макрозообентоса, обнаруженных в исследованных реках в 2008 г.

Таксон	Реки							
	Хава	Хворостань	Икорец	Савала	Елань	Токай	Карачан	Усмань
Poryfera								
<i>Eunapius fragilis</i> (Leidy)				+				
Bryozoa								
<i>Cristatella mucedo</i> Cuvier (старобласт)			+					
Oligochaeta								
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny)							+	
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller)				+				
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparede		+	+					
<i>L. udekemianus</i> Claparede								+
<i>Limnodrilus</i> spp.		+	+	+	+	+	+	+
<i>Psammorhynchides albicola</i> (Michaelsen)							+	
<i>Tubifex newaensis</i> (Michaelsen)		+	+		+	+	+	
<i>T. tubifex</i> (O.F. Müller)		+	+	+			+	+
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)		+	+			+	+	
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)		+	+	+		+		
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)			+				+	
<i>Hemiclepsis marginata</i> O.F. Müller		+	+					
<i>Piscicola fasciata</i> Kollar		+	+			+		
Bivalvia								
<i>Tumidiana tumida</i> (Phil. in Retz.)		+	+	+	+	+		
<i>Pseudanodonta complanata</i> (Rossmassler)			+					
<i>Anodonta cygnea</i> (L.)	+		+	+				
<i>Unio protractus</i> Lindholm				+				
<i>Colletopterum rostratum</i> (Rossmassler)				+				
<i>Crassiana nana</i> (Lamark)					+			
<i>Crassiana</i> sp.	+							
<i>Amesoda scaldiana</i> (Normand)	+							
<i>Musculium lacustre</i> (Müller)			+					
<i>Pisidium</i> spp.		+	+	+	+	+	+	+
<i>Rivicoliana</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Euglesidae</i> spp.						+		+
Gastropoda								
<i>Lythoglyphus naticoides</i> (Pfeiffer)			+	+				
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (L.)			+	+				
<i>Viviparus viviparus</i> (L.)	+	+	+	+	+			
<i>Cincinna klinensis</i> (Milach.)	+		+	+	+	+	+	
<i>Bythinia curta</i> (Garnier in Picard)	+							
<i>B. producta</i> (Moquin-Tandon)	+		+	+				
<i>B. tentaculata</i> (L.)	+		+	+	+	+		+
<i>Codiella leachi</i> (Sheppard)			+					
<i>Opistorchophorus valvatooides</i> Beriozkina et al.					+			
<i>Physa</i> sp.			+					
<i>Lymnaea glutinosa</i> (O.F. Müller)		+						
<i>L. ovata</i> (Draparnaud)							+	
<i>Acroloxus lacustris</i> (L.)			+			+		
<i>Anisus bavaricus</i> (Westerlund)			+					
<i>A. stelmachoticus</i> (Bourgignat)							+	
Hydracarina								
<i>Hydracarina</i> spp.			+			+	+	+
Crustacea								
<i>Asellus aquaticus</i> L.		+	+	+		+		
Insecta								
Odonata								
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris)			+	+				
<i>Coenagrion vernale</i> (Hagen)			+					
<i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier				+				
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas)			+					
<i>Pyrrosoma nymphula</i> (Salzer)			+					
<i>Somatochlora flavomaculata</i> Vanderlinden						+		
<i>S. metallica</i> Vanderlinden						+		
<i>Stylurus flavipes</i> (Charpentier)					+	+	+	
Ephemeroptera								
<i>Caenis horaria</i> (L.)				+		+	+	+
<i>C. macrura</i> Stephens				+			+	
<i>C. robusta</i> Eaton			+			+	+	
<i>Caenis</i> spp.			+		+	+	+	
<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller)						+		
<i>Cloeon unguiculatum</i> Tshernova								+
<i>Cloeon</i> gr. <i>Dipterum</i>						+		
<i>Cloeon</i> sp.						+		

Таксон	Реки							
	Хава	Хворостань	Икорец	Савала	Елань	Токай	Карачан	Усмань
<i>Ephemera vulgata</i> L. <i>Heptageniidae</i> sp.		+		+	+	+		
Megaloptera				+				
<i>Sialis sordida</i> Klingstedt <i>Sialis</i> sp.	+	+	+	+		+		
Heteroptera						+		
<i>Nepa cinerea</i> L. <i>Aphelocheirus aestivalis</i> F. <i>Micronecta griseola</i> Horvath Corixidae sp. (nympha)		+	+		+	+	+	
Coleoptera								
<i>Limnebius parvulus</i> (Herbst) <i>Cymbiodyta marginella</i> (F.) <i>Hydrobius fuscipes</i> (L.) <i>Laccobius minutus</i> (L.) <i>Haliphus</i> sp. (larva) <i>Hydaticus transversalis</i> (Pontoppidan) <i>Laccophilus hyalinus</i> (De Geer) <i>Orectochilus villosus</i> (O.F. Müll) <i>Donacia</i> sp. (larva) <i>Scirtes</i> sp.			+					+
Lepidoptera								
<i>Elophila nymphaeata</i> L. <i>Paraponyx stratiotata</i> (L.)		+	+				+	
Trichoptera								
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur) <i>Lype phaeopa</i> (Stephens) <i>Holocentropus dubius</i> (Rambur) <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet) <i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis) <i>H. pellucidula</i> (Curtis) <i>Orthotrichia</i> sp. <i>Oxyethira</i> sp. <i>Agripnia varia</i> (Fabricius) <i>Molanna angustata</i> Curtis <i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens) <i>A. cinereus</i> (Curtis) <i>Ceraclaea senilis</i> (Burmeister) <i>Leptocerus interruptus</i> (F.) <i>L. tineiformis</i> Curtis <i>Oecetis lacustris</i> (Pictet) <i>Brachycentrus subnubilus</i> Curtis <i>Anabolia</i> spp. <i>Limnephilus</i> sp. <i>Limnephilus decipiens</i> (Kolenati)			+	+	+	+	+	+
Brachycera								
<i>Hydrelia albilabris</i> (Meigen) Muscidae sp. (pupa) <i>Notiphila</i> sp. (pupa) <i>Pteromicra</i> sp. (pupa)		+	+			+		
Chironomidae								
<i>Clinotanypus nervosus</i> (Meigen) <i>C. pinguis</i> (Loew) <i>Clinotanypus</i> spp. <i>Coelotanypus</i> sp. <i>Ablabesmyia monilis</i> (L.) <i>Ablabesmyia</i> sp. <i>Labrundinia</i> sp. <i>Procladius choreus</i> Meigen <i>P. ferrugineus</i> Kieffer <i>Procladius</i> spp. <i>Tanypus ktaatzi</i> (Kieffer) <i>T. punctipennis</i> Meigen <i>T. vilipennis</i> (Kieffer) <i>Zavrelimyia</i> sp. <i>Rheocricotopus</i> sp. <i>Cricotopus</i> sp. 1. (группы. <i>cylindraceus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999) <i>C. sp. 2.</i> (группы <i>sylvestris</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999) <i>C. sp. 3.</i> (группы <i>tremulus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999) <i>C. sp. 4.</i> <i>Eukiefferiella</i> sp. <i>Psectrocladius barbatipes</i> Kieffer		+	+	+	+	+	+	+

Таксон	Реки							
	Хава	Хворостань	Икорец	Савала	Елань	Токай	Карачан	Усмань
<i>P. obvius</i> (Walker)		+						
<i>P. (Monopsectrocladius)</i> sp.							+	
Orthoclaadiinae sp.		+						+
<i>Stempellini</i> spp.				+			+	
<i>Cladotanytarsus</i> spp.		+			+		+	+
(группы <i>mancus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)							+	
<i>Cladotanytarsus</i> sp.								
<i>Micropsectra</i> sp.						+		
(группы <i>praecox</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)								
<i>Paratanytarsus austriacus</i> (Kieffer)		+	+					
<i>P. confusus</i> Palmen							+	
<i>Paratanytarsus</i> spp.					+			+
<i>Rheotanytarsus</i> sp.			+					
<i>Tanytarsus</i> sp.				+				
(группы <i>excavatus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)								
<i>T. medius</i> Reiss et Fittkau		+	+		+			
<i>T. pseudolestagei</i> Shilova						+	+	
<i>T. verralis</i> Goetghebuer			+		+		+	+
<i>Cryptochironomus</i> spp.	+				+			+
(группы <i>defectus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)								
<i>Dicrotendipes notatus</i> (Meigen)		+						
<i>Glyptotendipes barbipes</i> Staeger	+							
<i>Microtendipes</i> spp.		+	+	+	+	+	+	+
(группы <i>pedellus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)								
<i>Paracladopelma</i> sp.				+				
(группы <i>camptolabris</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)								
<i>Paratendipes</i> spp.		+			+	+	+	
(группы <i>albimanus</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)								
<i>Stenochironomus gibbus</i> (F.)			+					
<i>Synendotendipes impar</i> (Walker)		+		+	+		+	
<i>Chironomus anthracinus</i> Zetterstedt		+						
<i>Ch. melanotus</i> Keyl								+
<i>Ch. obtusidens</i> Goetghebuer		+	+		+		+	
<i>Chironomus</i> spp.							+	+
<i>Phaenopsectra</i> sp.							+	
<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer		+	+	+	+	+	+	
<i>P. spp.</i> (группы <i>convictum</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)				+	+		+	+
<i>P. spp.</i> (группы <i>nubeculosum</i> sensu Makarchenko et Makarchenko, 1999)		+	+	+	+	+	+	+
<i>P. scalaenum</i> (Schrank)					+		+	+
Chironomidae spp. (pupa)		+	+	+			+	
Прочие Nematocera								
<i>Hexatoma fuscipennis</i> (Curtis)							+	
<i>Chaoborus flavicans</i> (Meigen)	+							
<i>Chaoborus</i> sp. (pupa)		+						
<i>Probezzia seminigra</i> (Panzer)		+	+	+		+	+	+
<i>Mallochohelea munda</i> (Loew)							+	
<i>M. setigera</i> (Loew)			+	+		+		+
<i>Mallochohelea</i> sp.					+			
<i>Sphaeromyia fasciatus</i> (Meigen)								+
<i>Palpomyia lineata</i> (Meigen)			+			+		
<i>Bezzia</i> sp.	+							
Simuliidae spp.					+	+		
Σ	16	44	73	47	36	53	57	32

Кроме того, обнаружены виды крайне редкие на территории ЦЧР, в том числе Воронежской области: *Cristatella mucedo* Cuvier, *Somatochlora flavomaculata* Vanderlinden, *Leptocerus interruptus* (F.).

Максимальной представленностью в макрозообентосе отличались насекомые (127 таксонов), из которых наиболее разнообразны двукрылые (70), в основном за счет хирономид (55 таксонов).

Максимальное число видов выявлено в макрозообентосе реки Икорец (73), высоким видовым разнообразием также отличались реки Карачан (57 видов) и Токай (53), минимальное количество видов обнаружено в р/ Хава (16).

Максимальным фаунистическим сходством обладает макрозообентос притоков Дона 1-го порядка – рек Икорец и Хворостань (49.6%). К этой группе примыкает кластер притоков р. Хопер (Елань–Карачан–Савала–Токай), а затем – притоков Воронежа (Усмань–Хава), причем сходство обедненного в видовом отношении макрозообентоса р. Хава минимально для обследованных рек (от 10.9% с р. Карачан до 25.4% с р. Савала). Интересно, что сходство р. Хава со своим водотоком-приемником р. Усмань также невелико (12.5%), что свидетельствует о значительном своеобразии фауны реки.

Общая численность макрозообентоса в обследованных биоценозах рек колебалась от 60 экз./м² (медиаль р. Хава) до 2040 экз./м² (правобережная рипаль р. Икорец). В целом ненарушенные рипальные сообщества характеризовались более высокой численностью, чем сообщества медиали и псаммореофильные рипальные сообщества в районах пляжей.

Максимальный вклад в сложение общей численности в большинстве обследованных рек вносили хирономиды (до 95.2% в медиали р. Карачан), хотя в ряде случаев значительной также являлась доля брюхоногих и двустворчатых моллюсков (реки Икорец, Савала, медиаль и рипаль р. Токай). В макрозообентосе рипали р. Хава моллюски являлись абсолютно доминирующей группой (с преобладанием двустворчатых в левобережье, брюхоногих – в правобережье). Кроме того, значительный вклад в сложение общей численности сообществ в ряде случаев вносили и другие значимые группы: олигохеты (20.3%) в левобережной рипали р. Хворостань, клопы (за счет реофильного *Aphelocheirus aestivalis*) в медиали р. Токай (25.0%), ручейники в рипали рек Савала и Карачан, медиали р. Токай.

Общая биомасса сообществ составляла от 0.14 (медиаль р. Хава) до 852.9 г/м² (левобережная рипаль р. Савала). Значительное обеднение общей биомассы в медиали по сравнению с рипалью наблюдалось лишь при отсутствии крупных двустворчатых моллюсков семейства Unionidae (реки Хава, Карачан), когда основу биомассы слагали хирономиды. Двустворчатые моллюски в большинстве случаев составляли основу общей биомассы (до 96–97% в р. Савала), в некоторых случаях выступая в паритетном соотношении, или уступая брюхоногим (р. Икорец, некоторые сообщества рек Хава, Хворостань, Савала, Елань). Стрекозы вносили весомый вклад в биомассу макрозообентоса левобережной рипали р. Карачан (54.2%), ручейники – правобережной рипали той же реки (34.8%).

По индексу сапробности (S) исследованные реки можно отнести к двум типам. Реки: Икорец, Савала, Токай относятся к β-мезосапробной зоне, характеризуются умеренным загрязнением вод. Воды рек: Хворостань, Елань, Карачан находятся на границе β-и α-мезосапробной зоны, характеризуются переходом от умеренно загрязненных к загрязненным водам.

По значениям структурных характеристик обследованные сообщества макрозообентоса малых и средних рек можно охарактеризовать как высоко разнообразные и достаточно устойчивые. В ряде случаев значения индекса Шеннона превышают 4 бит/экз., что является крайне высоким показателем для сообществ макрозообентоса ЦЧР. Характерной особенностью большинства сообществ при этом является низкая доля «хищной» биомассы, что объясняется формированием структуры сообществ под воздействием интенсивного пресса со стороны следующего трофического уровня – бентосоядных рыб.

Из сообществ реки Хава наиболее разнообразным и «благополучным» выглядит *Rivicoliana* sp. + *Viviparus viviparus* правобережной рипали (табл. 2), в котором отмечены максимальные значения H, H_{max}, α, при низкой концентрации доминирования по численности (C_ч = 0,16) и умеренном недоиспользовании информационных ресурсов (F = 0.1). Наименее структурированным является сообщество медиали, где при ничтожном видовом разнообразии (n = 3), высокий контроль «хищной» биомассы, слагающейся хирономидами подсемейства Tanypodinae и хаоборидами, не может обеспечить оптимизации структурных характеристик.

В реке Хворостань максимально разнообразным в видовом (n = 25) и информационном (H = 4.05) отношении является сообщество правобережной рипали *Rivicoliana* sp. + *Probezzia seminigra*. В данном сообществе низка доля недоиспользования информационных ресурсов (F = 0.13) и концентрации доминирования как по численности, так и по биомассе (табл. 2). Наименее разнообразным является медиальное сообщество, которое, однако, не сильно уступает в отношении структурных характеристик сообществу левобережной рипали (табл. 2).

Из сообществ реки Икорец максимальными значениями H, H_{max}, α отличается *Viviparus viviparus* + *Rivicoliana* sp. левобережной рипали. В данном сообществе степень недоиспользования информационных ресурсов и концентрация доминирования численности равна таковым в сообществе правобережной рипали, однако более высокое видовое разнообразие (n = 40) вероятно обеспечивает повышенное информационное разнообразие и устойчивость сообщества (табл. 2).

Из сообществ р. Савала наиболее «благополучным» выглядит *Tumidiana tumida* + *Rivicoliana* sp., где в условиях высокого видового разнообразия (n = 28) наблюдается максимальное информационное (H = 4.29), хотя и при закономерно высокой концентрации доминирования биомассы за счет *Tumidiana tumida* и других двустворчатых моллюсков. Сообщество медиали уступает обоим рипальным, хотя и характеризуется при этом достаточно высокими структурными характеристиками, по сравнению с медиалью других рек (табл. 3).

В реке Елань наблюдается интересная ситуация, когда сообщество медиали *Viviparus viviparus* + *Simuliidae* sp. характеризуется повышенным информационным разнообразием, по сравнению с рипалью (табл. 3). Это объясняется тем, что в рипали при более высоком видовом разнообразии (n = 24) информационные ресурсы сообщества недоиспользуются почти на половину (F = 0.43) за счет высокой

концентрации доминирования по численности мелких хирономид *Polypedium bicrenatum* и по биомассе двусторчатых моллюсков.

Таблица 2. Структурные характеристики исследованных сообществ макрозообентоса рек Хава, Хворостань, Икорец по средне-сезонным данным 2008 г.

Вид сообщества	Хава			Хворостань			Икорец		
	1	2л	2пр	1	2л	2пр	2л	2пр	3
	<i>Chaoborus flavicans</i> (1.55) + <i>Tanyus vilpennis</i> (0.89)	<i>Anodontha cygnea</i> (45.83) + <i>Viviparus viviparus</i> (30.80)	<i>Rivicoliana</i> sp. (33.33) + <i>Viviparus viviparus</i> (28.33)	<i>Rivicoliana</i> sp. (6.87) + <i>Probezzia seminigra</i> (6.32)	<i>Viviparus viviparus</i> (23.93) + <i>Limnodrilus</i> sp. (7.43)	<i>Rivicoliana</i> sp. (9.21) + <i>Probezzia seminigra</i> (4.56)	<i>Viviparus viviparus</i> (62.41) + <i>Rivicoliana</i> sp. (31.67)	<i>Viviparus viviparus</i> (269.81) + <i>Bythinia tentaculata</i> (152.82)	<i>Viviparus viviparus</i> (12.25) + <i>Erpobdella octoculata</i> (12.04)
N	3	6	10	19	18	25	40	29	18
H, бит/экз±m	1.46± 0.07	2.35± 0.07	2.97± 0.06	3.49± 0.06	3.51± 0.05	4.05± 0.05	4.14± 0.04	3.77± 0.04	3.09± 0.06
H _{min} – H _{max}	0.24–1.58	0.35–2.58	0.31–3.32	0.28–4.25	0.31–4.17	0.35–4.64	0.24–5.32	0.17–4.86	0.25–4.17
F	0.08	0.09	0.10	0.18	0.16	0.13	0.22	0.22	0.26
A	0.49	1.04	1.60	2.75	2.66	3.62	5.12	3.67	2.58
C _ч	0.39	0.22	0.16	0.14	0.12	0.09	0.11	0.11	0.18
C _б	0.43	0.59	0.40	0.29	0.39	0.25	0.40	0.33	0.70
Σ N, экз/м ²	60	120	280	690	590	760	2020	2040	730
Σ B, г/м ²	0.14	281.0	48.0	7.95	9.45	5.88	180.8	499.3	18.05
B _х (%)	28.6	0.00	0.56	4.65	8.31	30.27	2.26	1.06	13.14

Примечание. Здесь и в табл. 3: 1 – медиаль; 2л – рипаль, левый берег; 2пр – рипаль, правый берег; 3 – псаммофилный («пляж»).

Таблица 3. Структурные характеристики исследованных сообществ макрозообентоса рек Савала, Елань, Токай, Карачан по средне-сезонным данным 2008 г.

Показатель	Савала			Елань		Токай		Карачан		
	1	2л	2пр	1	2л	1	2л	1	2л	2пр
Вид сообщества	<i>Tumidiana tumida</i> , <i>Coeloleptorum rostratum</i> (42.43) + <i>Anodontha cygnea</i> (31.62)	<i>Tumidiana tumida</i> (229.78) + <i>Rivicoliana</i> sp. (17.19)	<i>Viviparus viviparus</i> (56.88) + <i>Tumidiana tumida</i> (38.73)	<i>Viviparus viviparus</i> (41.95) + <i>Simuliidae</i> spp. (9.49)	<i>Polypedium bicrenatum</i> (31.29) + <i>Crassiana nana</i> (30.0)	<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (6.39) + <i>Hydropsyche angustipennis</i> (3.99)	<i>Cimicina klinensis</i> (26.15) + <i>Psidium</i> sp. (18.44)	<i>Stempellini</i> sp. (4.24) + <i>Hexatoma fuscipennis</i> (1.61)	<i>Psammothycites albicola</i> (9.04) + <i>Polypedium scalaenum</i> (4.92)	<i>Leptocerus interruptus</i> (11.22) + <i>Lymnaea ovata</i> (3.74)
N	12	28	25	18	24	11	32	5	34	33
H, бит/экз±m	3.33± 0.07	4.29± 0.05	4.01± 0.06	3.43± 0.06	2.61± 0.06	2.92± 0.08	4.24± 0.04	1.41± 0.10	4.36± 0.03	4.06± 0.05
H _{min} – H _{max}	0.48–3.58	0.41–4.81	0.44–4.64	0.30–4.17	0.18–4.58	0.39–3.46	0.26–5.00	0.17–2.32	0.24–5.09	0.29–5.04
F	0.07	0.11	0.14	0.18	0.43	0.20	0.15	0.39	0.14	0.19
A	2.06	4.10	3.78	2.66	3.12	1.82	4.27	0.75	4.46	4.45
C _ч	0.12	0.07	0.09	0.15	0.34	0.18	0.07	0.53	0.07	0.12
C _б	0.33	0.63	0.56	0.68	0.61	0.25	0.52	0.40	0.31	0.16
Σ N, экз/м ²	210	720	570	600	1570	240	1410	210	1580	1320
Σ B, г/м ²	473.1	852.9	213.2	53.8	115.9	1.79	56.3	0.43	11.2	4.97
B _х (%)	<0.01	0.25	0.23	8.77	4.01	55.59	10.43	0.00	41.52	10.26

Из сообществ р. Токай рипальное структурировано оптимальней, чем медиальное, так как при более высоком видовом разнообразии (n = 32) высокая степень использования информационных ресурсов (F = 0.15) определяет здесь и высокое информационное разнообразие (H = 4.24), даже при высокой концентрации доминирования биомассы (0.52).

В реке Карачан видовое и информационное разнообразие рипальных сообществ выше, чем в медиальном, причем немного более «благополучным» представляется *Psammorhyctides albicola* + *Polypedilum scalaenum* левобережья (табл. 3). При этом следует отметить, что сообщества рипали у разных берегов близки между собой в отношении величин структурных показателей, что объясняется минимальной разницей между соответствующими биотопами реки, протекающей на данном участке без выраженной асимметрии склонов.

Из водотоков, обследованных однократно в течение сезона 2008 г. следует отдельно упомянуть р. Усмань, которая изучалась по течению от места впадения очистных сооружений г. Усмань (с. Песковатка) до плесов на территории усадьбы ВГБПЗ. По данным летнего отбора проб можно констатировать полное отсутствие бентоса в районе впадения стоков, так как единственный обнаруженный здесь вид жуков-водолюбов *Hydrobius fuscipes* не является типично бентосным организмом, а обитает на мелководьях или в зарослях макрофитов. По мере удаления от источника загрязнения увеличивается видовое разнообразие сообществ (до 16 видов в протоке выше плесов ВГБПЗ), которое на территории усадьбы снова снижается, причем в сообществе плеса в районе Бобропитомника, где максимально ощущается зарегулирование стока плотиной, общее число видов меньше (6. видов), чем в расположенном выше плесе (7) и на выходе из протоки (9). Кроме того, если на выходе из протоки по индексу плотности доминируют псаммофильные виды *Cladotanytarsus* gr. *mancus* и *Cryptochironomus* gr. *defectus*, то ниже по течению в плесах они сменяются лимно-пелофильными хирономидами *Chironomus melanotus*, *Glyptotendipes gripekoveni* и олигохетами *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus* sp.

Авторы благодарны А.Е. Силиной (заповедник «Белогорье») за проверку определения ряда видов макробеспозвоночных. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 08-04-99024-р_офи).

Список литературы

- Дмитриева В.А. Гидрологическая изученность Воронежской области. Каталог водотоков. Воронеж: издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. 225 с.
- Крылов А.В., Прокин А.А., Хлызова Н.Ю., Болотов С.Э., Петрухин Ю.К. Зарастание, зоопланктон и макрозообентос низовьев притоков Дона и Хопра и зон смешения их вод (Воронежская область) // Экология и морфология беспозвоночных континентальных водоемов. Сб. науч. работ, посвящ. 100-летию со дня рождения Филарета Дмитриевича Мордухай-Болтовского. Махачкала: Наука, 2010. С. 203–244.
- Курдов А.Г. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты. Воронеж, 1995. 224 с.
- Мильков Ф.Н. Региональные особенности и зонально-морфологические варианты речных долин среднерусской лесостепи // Долинно-речные ландшафты среднерусской лесостепи. Воронеж, 1987. С. 34–42.
- [Makarchenko et Makarchenko, 1999] Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А. Комары-звонцы (Chironomidae) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 4. Высшие насекомые: Двукрылые насекомые (комары, мухи). СПб., 1999. С. 210 – 295.
- Паенко Н.К., Маликов В.С., Степанцова Н.Ю. К изучению донных биоценозов реки Усмань и водоёмов её поймы // Состояние и проблемы экосистем Усманского бора. Воронеж, 1992. С.102–118. (Тр. Учебно-научной базы ВГУ «Веневетиново»; вып. 2).
- Прокин А.А., Крылов А.В., Слынько Ю.В., Тютин А.В., Касьянов А.Н., Романенко А.В., Ворошилова И.С., Транквилевский Д.В., Слынько Е.Е., Петрухин Ю.К., Степкин Ю.И., Чубирко М.И. Некоторые итоги изучения биологических ресурсов и разнообразия малых и средних рек Донского бассейна на территории Воронежской области // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: матер. Междунар. науч.-практ. конф. и X зоол. конф. Минск, 2009. Ч. 2. С. 131–134.
- Прокин А.А., Силина А.Е. Материалы к изучению террасных водоемов Усманского бора (III): макрозообентос // Тр. Воронеж. гос. запов. Вып. XXIV. Воронеж, 2007. С. 300–367.
- Селезнев Д.Г., Силина А.Е. Описание программы статистической обработки данных и расчетов биотических индексов для гидробиологических мониторинговых исследований // Гидробиологические исследования водоемов Среднерусской лесостепи. Воронеж, 2002. С. 229–235. (Тр. лаб. биоразнообразия и мониторинга наземн. и водн. экосист. Среднерусской лесостепи: сектор гидробиол. мониторинга / биоцентр ВГУ «Веневетиново»; Т. 1).
- Силина А.Е. Фауна водных беспозвоночных водоемов юга Воронежской области // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи. Воронеж, 2005. С.112–128. (Тр. Учеб.-науч. центра Воронеж. гос. ун-та «Веневетиново»; Вып XIX).
- Силина А.Е. Разнообразие и устойчивость донных зооценозов и оценка качества воды водоемов юга Воронежской области // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи: Тр. биол. учеб.-науч. центра Воронеж. гос. ун-та «Веневетиново». Вып. 20. Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. С. 115–145.
- Смолянинов В.М., Дегтярев С.Д., Щербинина С.В. Эколого-гидрологическая оценка состояния речных водосборов Воронежской области. Воронеж, 2007. 133 с.
- Locke A., Sprules V.G. Effects of lake acidification and recovery on the stability of zooplankton food webs // Ecology. 1994. Vol. 75. № 2. P. 498–506.

РАЗНОВРЕМЕННЫЕ СУКЦЕССИИ В ВОДОЕМЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ АЭС

А.А. Протасов, А.А. Силаева

Институт гидробиологии НАНУ, Киев, protasov@bigmir.net

Водоемы-охладители тепловых и атомных электростанций являются элементами техно-экосистем, в которых состав, характер пространственного распределения сообществ, динамика экологических процессов во времени существенным образом зависят от техногенных факторов (Протасов и др., 1991; Водоем-охладитель ..., 2005). Одной из особенностей техно-экосистем является нарушенная, малопредсказуемая направленность сукцессии (Протасов, 2009). Ход сукцессионных процессов в таких водоемах может быть резко нарушен при смене режима эксплуатации водоема, его реконструкции, изменения характера техногенной нагрузки. Антропогенные факторы могут способствовать изменениям состава и структуры сообществ, в частности, вселению новых видов, многие из которых сами могут стать инициатором серьезных перестроек в сообществах, даже «запускать» механизм совершенно своеобразного протекания сукцессионного процесса.

Как известно, в водохранилищах, которые являются антропогенными и технозависимыми водоемами, сукцессии в бентической подсистеме происходят с характерным всплеском продукции на первых этапах их формирования. Эти процессы были описаны в модели, предложенной Ф.Д. Мордухай-Болтовским (1955, 1961). Хотя эта модель уточнялась и дополнялась (Скальская и др., 2005) вероятно, её можно рассматривать как достаточно общую и применимую ко многим экосистемам водохранилищ. Для сукцессионного процесса согласно этой модели характерно резкое повышение обилия и продукции зообентоса на первом этапе, в первые годы существования водохранилища. Затем происходит снижение обилия зообентоса и определенная стабилизация уровня его развития. В то же время установлено, что сукцессионный процесс в перифитоне крупных водохранилищ протекает иначе, чем в сообществах бентоса (Скальская и др., 2005).

Кроме масштабных, происходящих в течение нескольких лет, изменений в сообществах, происходят изменения в относительно малом временном интервале. Принимая, что одной из основных характеристик сукцессионного процесса является его направленность, терминальность, возрастание роли биотических факторов, определенная предсказуемость в данных условиях (Одум, 1975), к сукцессионным процессам можно отнести и процессы колонизации и поступательного развития сообществ перифитона на различных твердых субстратах. Эти процессы можно рассматривать и в различных временных масштабах. Было показано, что в водоемах-охладителях в разных термических зонах процессы формирования сообществ перифитона происходят с определенными особенностями, связанными с различиями составов сообществ и доминирования, однако имеют определенную направленность и предсказуемость (Протасов, 1994; Скальская, 2002).

Целью данного исследования было установить характер сукцессии в сообществах зообентоса и зооперифитона в водоеме-охладителе атомной электростанции в условиях изменения техногенных и биотических факторов.

Материал и методика исследований. Исследования зообентоса и зооперифитона в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС (ХАЭС) проводили на протяжении 1998, 1999, 2001 и 2005–2009 гг. Охладитель площадью 20 км², расположен на границе Полесской и Лесостепной зон Украины и представляет собой искусственный водный объект, образованный путем зарегулирования р. Гнилой Рог, заполненный в 1986 г. водами этой реки и дополнительно – водами р. Горынь (бассейн р. Припять). На севере водоем ограничивает земляная дамба, облицованная бетоном, в восточной части водоема расположен водозаборный канал, также облицованный бетоном.

При работе одного блока АЭС, который ввели в эксплуатацию в конце 1987 г., термический режим не отличался высокими (по нашим данным не более 28 °С) температурами и был близким к таковому в естественных водоемах, за исключением участков, расположенных вблизи сбросного канала, кроме того, в один летний месяц во время планового ремонта блока сброс подогретой воды не проводился. Второй блок энергостанции был введен в строй в 2004 г., сброс подогретой воды после этого проводится постоянно на протяжении всего года.

Вселение *Dreissena polymorpha* Pall. в водоем-охладитель произошло в 2002–2003 гг., еще один вселенец – редкий для Украины вид губки южного происхождения *Eunapius carteri* (Bowerbank) был зарегистрирован в 2006 г.

Обследование гидросооружений и дна литоральной зоны охладителя и отбор проб проводили с использованием легководолазного снаряжения. Экспериментальные субстраты (пластины из нержавеющей стали размером 8.0×2.5 см) экспонировали в подводящем канале на глубине 2, 4 и 6 м. Отбор проб пластин проводили четыре раза на протяжении года.

При описании таксономического состава беспозвоночных использовали термин низший определяемый таксон – НОТ (Баканов, 1997). Разнообразие по численности (бит/экз.) и по биомассе (бит/г) рассчитывали с помощью индекса Шеннона.

Результаты исследований. При работе одного блока и до появления в водоеме-охладителе ХАЭС дрейссены общее количество таксонов зообентоса составляло 86 НОТ (от 45 НОТ – в 1998 г. до 61 НОТ – в 2001 г., количество таксономических групп составляло 13–14 (1998, 1999) и 18 – в 2001 г.). Наиболее богато были представлены личинки хирономид (27 НОТ) и олигохеты (22 НОТ). На большей части охладителя зообентос не отличался высоким видовым богатством и был представлен в основном нематодами, тубифицидами, остракодами и личинками хирономид.

Средние по водоему показатели обилия зообентоса за период 1998–2001 гг. составляли 9136 ± 2443 экз./м² и 83.5 ± 49.1 г/м² с учетом биомассы моллюсков (в том числе крупных Unionidae) и 8.5 ± 2.1 г/м² – для биомассы «мягкого» бентоса. На большей части дна водоема-охладителя по численности доминировали тубифициды и ракушковые раки, по биомассе – *Chironomus plumosus*. Максимальные показатели обилия (80580 экз./м², 1524.6 г/м²) были зарегистрированы на участке впадения р. Гнилой Рог, отличающимся биотопическими условиями – характером грунта (щебень, галька) и наличием постоянного течения. Разнообразие по численности было 2.30 ± 0.12 бит/экз., по биомассе 1.37 ± 0.17 бит/г. На большинстве станций значительного доминирования по биомассе какого-либо вида отмечено не было, чем и объясняется достаточно высокий показатель индекса Шеннона. При этом выравнивание по численности было выше, чем по биомассе (0.8 и 0.4 соответственно).

После вселения дрейссены общий список беспозвоночных зообентоса насчитывал 102 НОТ из 19 групп. Наибольшим количеством таксонов, как и ранее, характеризовались личинки хирономид (31 НОТ) и олигохеты (28 НОТ).

В донных группировках дрейссена поселилась на случайных твердых субстратах, на раковинах живых и мертвых перловиц и на рыхлом субстрате (песок, заиленный песок). В относительно мелководных западном, восточном и южном районах на глубинах 2–4 м сосредоточена почти половина всего запаса дрейссены донных группировок (около 3.4 тыс. т в 2006 г.).

Наличие дрейссены в донных биотопах определило значительное увеличение показателей обилия зообентоса, особенно в 2005 г. – средняя численность возросла в 2.6 раза, биомасса – более чем на два порядка.

В целом за период 2005–2008 гг. биомасса зообентоса в среднем по водоему изменялась незначительно – 2203.0 ± 339.2 г/м². Однако динамика биомассы по отдельным, различным по условиям, районам охладителя, различалась. В восточном (наиболее прогреваемом) районе наблюдается устойчивая тенденция снижения биомассы зообентоса (в основном в связи с отмиранием дрейссены) – от 6862.7 в 2005 г. до 383.0 г/м² – в 2009 г. Биомасса зообентоса в западном районе, напротив, характеризовалась относительно постоянными величинами (1117.4 – 2205.0 г/м²). В июле 2007 г. было отмечено отмирание дрейссены на участках, где вегетировали нитчатые водоросли. После значительного снижения биомассы на участке впадения р. Гнилой Рог (от максимальных значений 30000 г/м² в октябре 2006 г., до 2686.2 г/м² – осенью 2007 г.), к лету 2009 г. биомасса дрейссены возросла до 5309.1 г/м², что, вероятно, можно объяснить колебаниями уровня воды в охладителе. Вопрос об изменении разнообразия зообентоса после вселения дрейссены в охладитель и изменения его в сукцессионном плане требует более частного подхода. Тем не менее, усредненные величины разнообразия позволяют сделать общее заключение о тенденции изменения структуры зообентоса. Разнообразие по численности изменилось незначительно (2.12 ± 0.08 бит/экз.). Поскольку видовое богатство изменилось мало, то и структура доминирования (выравнивание) осталась практически неизменной. Этого нельзя сказать о разнообразии по биомассе, которое существенно снизилось (0.74 ± 0.09 бит/г), что связано с перестройкой группировок зообентоса на большей части дна охладителя, произошедшей из-за присутствия здесь ярко выраженного доминанта – дрейссены.

Исследования зооперифитона в первый период эксплуатации водоема показали, что он был достаточно беден как в качественном, так и в количественном отношении. В 1998 г. не было отмечено значительного обрастания на твердых субстратах. Значительное водорослевое обрастание создавало разнообразные микробиотопы для развития животных перифитона. На плотине пояс нитчатых водорослей *Cladophora* sp. достигал ширины 4.5 м по бетонному откосу, биомасса водорослей на глубине 0.1–0.3 м составляла 1189.0 ± 439.8 г/м², в подводном канале – 1228.4 ± 302.5 г/м². Численность организмов зооперифитона по водоему колебались в пределах – от 93 000 (глубина 2–3 м) до 129000 экз./м² (глубина 0.4–0.5 м), а в отводящем канале (глубина 0.1 м) была отмечена очень большая численность за счет скопления здесь *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller) – 4.28 млн. экз./м². В составе зооперифитона водоема-охладителя было отмечено 62 НОТ.

На основании анализа состава, показателей обилия, доминирования было выделено несколько биоценозов перифитона. Показатели обилия были невысокими, только в биоценозе *Spongilla lacustris* + *Glyptotendipes gripecoveni* биомасса была $151.8 \pm 106.3 \text{ г/м}^2$, в биоценозе *Lymnaea stagnalis* + *Cricotopus silvestris* – 220.0 г/м^2 , в остальных не превышала нескольких граммов – десятков граммов на 1 м^2 . Из прикрепленных крупных беспозвоночных, встреченных в этот период в перифитоне водоема следует отметить мшанок *Pleatella fungosa* Pall. Однако их поселения, хотя и отличались достаточно высокой биомассой (сотни и тысячи г/м^2), были редки и приурочены только к некоторым биотопам в северном и восточном районах водоема.

После ввода в эксплуатацию второго энергоблока АЭС и вселения дрейссены в водоем, характер зооперифитона существенно изменился. Возросло по сравнению с первым периодом богатство зооперифитона в целом по водоему: в 2006 г. было отмечено 100 НОТ беспозвоночных. Во всех биотопах, за исключением отводящего канала, по биомассе доминантом стала дрейссена, сформировался, по сути, один биоценоз *D. polymorpha*. В подводящем канале на глубине 6 м (при его глубине 8–9 м) численность дрейссены составляла $143195 \pm 36900 \text{ экз./м}^2$. Биомасса зооперифитона, в котором доля дрейссены была более 97%, составляла в 2006 г. в среднем на глубине 2–6 м более $10.0 \pm 1.2 \text{ кг/м}^2$. Кроме дрейссены здесь были найдены 5 видов олигохет, 2 вида личинок хирономид, личинки ручейников, нематоды. В 2008 г. биомасса дрейссены в подводящем канале не изменилась – 10.2 кг/м^2 (глубина 2–6 м). Однако на опорах моста дрейссена была почти полностью вытеснена губкой *Eunapius carteri*, биомасса которой достигала нескольких сот г/м^2 . В других биотопах: в подводящем канале и на плотине, где доминировала дрейссена, массового развития губки не отмечено.

На экспериментальных субстратах (ЭС), экспонировавшихся в течение года в подводящем канале ХАЭС на глубинах 2, 4 и 6 м прослеживалась определенная динамика основных показателей формирующихся сообществ.

При 35-сут экспозиции (съемка в апреле 2007 г.) общий список беспозвоночных обрастания насчитывал 21 НОТ. Отмечено 5 видов олигохет, 12 видов личинок хирономид и 2 – ручейников, гидры и нематоды. По численности и биомассе на глубине 2 м доминировали гидры (соответственно, 86 и 74% общих показателей: численности – $93333 \pm 28387 \text{ экз./м}^2$ и биомассы – $16.3 \pm 7.2 \text{ г/м}^2$). На глубине 4 и 6 м доминирование гидр было еще выше – 96% по численности и 98% по биомассе, биомасса по глубинам составляла соответственно, 24.6 ± 5.4 и $17.3 \pm 5.5 \text{ г/м}^2$. Высокое доминирование кишечнорастных определяло невысокие показатели разнообразия – от 0.18 до 1.43 бит/экз. по численности и от 0.32 до 2.05 бит/г – по биомассе.

При экспозиции 111 сут (съемка в начале июля) на глубине 2 м количество НОТ возросло до 18 (7 НОТ олигохет, 6 – личинок хирономид, 3 – личинок ручейников, всего 7 групп беспозвоночных). Гидры все еще доминировали по численности на глубине 2 м (52% общей, составляющей $97220 \pm 42130 \text{ экз./м}^2$), на глубине 4 и 6 м доминантом была дрейссена (53% от $177302 \pm 29835 \text{ экз./м}^2$ и 98.9% от $1751.7 \pm 313.0 \text{ г/м}^2$ на глубине 4 м и 57% от $88333 \pm 22614 \text{ экз./м}^2$ и 98.9% от $446.7 \pm 239.7 \text{ г/м}^2$ на глубине 6 м).

Структура сообществ изменилась, что было следствием как экспозиции, так и общего увеличения в летний период богатства видов, показателей обилия. Разнообразие по численности несколько возросло. Разнообразие по биомассе резко снизилось вследствие значительного доминирования дрейссены: соответственно по глубинам 0.25, 0.12, 0.12 бит/г.

В октябре (экспозиция 179 сут) на субстратах было отмечено от 10 до 14 НОТ, личинок хирономид – 7 НОТ. По численности, как и весной, доминировали гидры – составляя от 61 до 69% общей численности, которая в среднем по глубинам 2, 4 и 6 м составляла $219029 \pm 40038 \text{ экз./м}^2$. Доминирование дрейссены было значительным – от 98 до 99% при возросшей на порядок, по сравнению с летним периодом, биомассе – $13860.9 \pm 3214.8 \text{ г/м}^2$ в среднем на глубинах 2, 4 и 6 м. Показатели разнообразия по численности и биомассе изменялись с той же тенденцией – некоторое увеличение по численности и довольно значительное снижение по биомассе – до 0.03 бит/г на глубине 6 м. В то же время, на нескольких субстратах на глубине 2 и 4 м разнообразие было относительно высоким (0.22–0.66 бит/г, поскольку высоких значений достигала биомасса губки – $233\text{--}380 \text{ г/м}^2$).

При почти годичной (350 сут) экспозиции субстратов (съемка в марте 2008 г.) показатели численности и биомассы значительно снизились в связи с отрывом некоторых крупных моллюсков дрейссены от субстрата. Средняя численность по всем глубинам составляла $28135 \pm 6906 \text{ экз./м}^2$, биомасса – $1249.4 \pm 478.1 \text{ г/м}^2$. Однако количество НОТ в целом не сократилось, и на всех глубинах составляло 22 (14 НОТ на 2 м, 19 на 4 м и 14 НОТ на 6 м). Необычной оказалась структура сообществ. Так на глубине 2 м доминирование не было выраженным – 37% общей численности занимал *Paratanytarsus lauterbornii* Kieff., 21% – полип *Craspedacusta sowerbii* Lankester (учитывали 2–3 колонии полипов), 13% – *D. polymorpha*, при общей численности 8871 экз./м^2 . Биомасса составила 372.2 г/м^2 при доминировании *D. polymorpha* (82%) и губки (17%). Довольно сходным было распределение относительной биомассы на дру-

гих глубинах. На 6 м численность колоний *C. sowerbii* достигала 13571 на 1 м² (47% общей численности). глубине 4 м была еще выше – 15158 экз./м² (32%). Только на глубине 4 м сохранилась высокая биомасса дрейссены – 3021 г/м², на других глубинах была несколько больше 300 г/м². Разнообразие по численности возросло, а по биомассе оказалось на уровне предыдущей съемки.

Таким образом, процесс кратковременной сукцессии протекал в направлении возрастания биомассы, а также видового разнообразия по численности и снижения разнообразия по биомассе. Терминальной стадией можно считать сообщество дрейссены, однако, вселение в охладитель губки *E. carteri* существенно изменило этот процесс.

Обсуждение результатов. Водоемы-охладители могут иметь различное происхождение – от полностью искусственных, наливных прудов (как, например охладитель Криворожской ГРЭС, Украина) до естественных водоемов, используемых для охлаждения (оз. Лукомское, Беларусь, Конинские озера, Польша). Очевидно, что трансформации в сообществах, многолетние изменения в их экосистемах происходят различно, в зависимости от характера, происхождения и режима эксплуатации водоема. Большую роль играют и биотические факторы. Было установлено, что вселение дрейссены (*Dreissena polymorpha* Pall.) в оз. Лукомское практически одновременно с началом эксплуатации ГРЭС, использующей его как охладитель, сыграло в изменениях в экосистеме роль такую же, если не большую, нежели техногенный фактор (Каратаев, 1990).

Наши исследования были начаты на 12-й год эксплуатации охладителя. Можно утверждать, что к этому сроку сообщества охладителя стабилизировались, исследования 1998–2001 гг. показали, что в сообществах не происходили существенные изменения от года к году. Вселение дрейссены, которое совпало с вводом в эксплуатацию второго энергоблока, самым существенным образом повлияло на перестройку сообществ и весь процесс сукцессии в водоеме. Следует отметить, что на первом этапе этой биогенной сукцессии произошло резкое повышение показателей обилия, в частности, биомассы, которая затем в биотопах, наиболее сильно подверженных техногенному влиянию стала снижаться.

На протяжении нескольких лет исследований зообентоса соотношение количества таксонов в группах оставалось стабильным, наибольшим количеством характеризуются олигохеты и личинки хирономид. Уровень развития зообентоса колеблется в значительных пределах, при этом он зависит от комплекса факторов: температуры, заиления, развития нитчатых водорослей, уровня воды в охладителе и др. При этом особенно явно процесс снижения биомассы зообентоса проявляется в восточном, наиболее подогреваемом районе.

Для зооперифитона, кроме абиотических, важным фактором сукцессионного процесса стало вселение нового вида, теперь уже губки, которая в некоторых биотопах вытеснила дрейссену.

В водоемах-охладителях вне зон максимального воздействия подогрева именно поселения дрейссены оказываются доминантами в сообществах зооперифитона (Протасов, 1994; Скальская, 2002). Исследования, проведенные в подводном канале ХАЭС на экспериментальных субстратах показали, что в целом эта закономерность маломасштабной во времени сукцессии сохраняется, однако при появлении другого мощного доминанта, в данном случае губки, сукцессия происходит по иному «сценарию». Учитывая то, что прикрепленные моллюски создают достаточно долгоживущие поселения, а колонии губки по окончании летнего сезона отмирают, можно предположить, что формируется определенная цикличность в формировании сообществ перифитона с периодической сменой доминантов в течение года.

Заключение. Исходя из наших исследований, можно выделить три типа сукцессий в водоемах – естественные, которые происходят в природных водоемах при отсутствии антропогенных факторов. Они продолжительны и достаточно предсказуемы, например, сукцессии озерных экосистем. Второй тип сукцессии – в искусственных водоемах с относительно небольшой антропогенной нагрузкой, такие сукцессии более разнообразны, однако подлежат некоторой типизации и происходят по определенным «сценариям», что описано, в частности, Ф.Д. Мордухай-Болтовским. И третий тип – сукцессии в технозависимых водоемах, которые происходят достаточно быстро и непредсказуемо, поскольку зависят как от техногенных, так и от биотических факторов.

Список литературы

- Баканов А.И. Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М., 1997. С. 278–282.
- Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС / Отв. ред. В.В.Кириллов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 192 с.
- Каратаев А.Ю. Воздействие подогрева на пресноводные экосистемы. Вестн. Белорус. гос. ун-та. Минск, 1990. 133 с. – Рук. Деп. в ВИНТИ № 2440–В90.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. К вопросу о формировании бентоса в крупных водохранилищах (на примере Рыбинского водохранилища) // Зоол. журн. 1955. Т. 34, вып. 5. С. 975–985.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. 1961. Вып. 4 (7). С. 49–177.
- Протасов А.А. Пресноводный перифитон. Киев: Наук. думка, 1994. 307 с.

- Протасов А.А. О структуре и задачах технической гидробиологии. Тез. докл. X съезда Гидробиол. об-ва при РАН, 28 сент. – 03 окт. 2009 г., г. Владивосток. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 326–327.
- Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев: Наук. думка, 1991. 192 с.
- Скальская И. А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск, 2002. 256 с.
- Скальская И. А., Баканов А. И., Флеров Б. А. Особенности формирования перифитонных и бентосных сообществ волжских водохранилищ // Биол. внутр. вод. 2005. № 1. С. 3–10.

К МЕТОДИКЕ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Т.А. Прохода

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем,
Украина, 61166, г. Харьков, ул. Бакулина, 6, proхода.tanya@yandex.ru*

Одной из важных задач в системе государственного мониторинга окружающей природной среды является проведение наблюдений за гидробиологическими показателями поверхностных вод для оценки экологического состояния водных объектов. До недавнего времени на территории бывшего СССР эти наблюдения регулировались посредством нормативного документа (Методические указания..., 1984).

В настоящее время разработаны отдельные нормативные документы в Украине (Єдине міжвідомче керівництво..., 2001) и в России (РД 52.24. 309-92. Методические указания..., 1992). В них в качестве организационных задач и методов наблюдения за гидробиологическими показателями и для экологической оценки качества воды использованы одни и те же источники и единая 6-ти разрядная классификация водоемов и водотоков по биологическим показателям (Методические указания..., 1984; Руководство по методам гидробиологического анализа..., 1983).

В начале нового тысячелетия специалистами стран Европейского сообщества был разработан современный документ (Водна Рамкова Директива 2000/60/ЕС, 2006), в котором поставлены актуальные вопросы реформирования водной политики по бассейновому принципу, модернизации методологии мониторинга вод, а также необходимости международного сотрудничества по вопросам изучения и охраны поверхностных и подземных вод. В нем приведены общие регламентации по унификации организационно-методических задач мониторинга вод и, в то же время, подчеркивается, что в условиях отдельных стран ведение мониторинга вод может иметь свою специфику.

Для стран, которые имеют общие водные бассейны и трансграничные поверхностные воды, появление документа ЕС отвечает целям международного сотрудничества в сфере улучшения экологического состояния рек и озер. Одним из первых шагов в этом направлении является необходимость гармонизации национальной методологии ведения мониторинга поверхностных вод с европейскими разработками. Особенно это касается гидробиологических методов мониторинга, которые исторически в Украине и России являются более слабыми и второстепенными по сравнению с гидрологическим и гидрохимическим анализами вод, в то время как в Водной Рамочной Директиве 2000/60/ЕС биологическим показателям предоставлен статус приоритетных, а гидрохимическим и гидрологическим таким, которые поддерживают биологические.

Приоритетное значение гидробиологических показателей обусловлено показательностью оценивания по ним состояния водной экосистемы по наиболее важным экологическим характеристикам. В настоящее время отечественными и зарубежными специалистами (Методика екологічної оцінки..., 1998; Афанасьев, 2001) разработаны абсолютные, относительные и формализованные величины биологических показателей, по которым определяется состояние поверхностных вод по уровню трофности и биологического разнообразия; по степени сапробности и общему загрязнению; по интенсивности самоочищения-самозагрязнения и цветению; по уровню отклонения от ненарушенного состояния вод и др.

Основной состав контролируемых биологических элементов, рекомендуемых Водной Рамочной Директивой 2000/60/ЕС, включает показатели фитопланктона, зообентоса, водной флоры и рыб. На его основе разработаны нормативные определения уровней экологического состояния поверхностных вод, которые используются в европейской модели системы экологической классификации.

Исходным принципом европейской системы классификации экологического состояния поверхностных вод является сравнение контрольных определений биологических показателей с соответствующими биологическими начальными величинами на ненарушенных участках с отличным экологическим состоянием для естественных поверхностных водных объектов, а для искусственных и существенно измененных – сравнение с максимальным экологическим потенциалом. В классификации приведены нормативные определения биологических элементов относительно 5-ти уровней экологических состояний для рек, озер, переходных и прибрежных вод и для 3-х экологических потенциалов для существенно измененных и искусственных водных объектов.

Для обеспечения условий гармонизации и адаптации существующей национальной нормативно-методической базы мониторинга с соответствующими методами, принятыми в Европе, необходимо ее усовершенствование с использованием новых подходов и разработкой соответствующих положений мониторинга, прежде всего, относительно следующего:

- повышения статуса гидробиологических показателей в экологической оценке состояния поверхностных водных объектов;
- оптимизации периодичности наблюдений за гидробиологическими показателями;
- корректности и достоверности сравнения результатов биологической информации на сети наблюдения во времени и в пространстве, а также добытой разными источниками;
- унификации и интернационализации состава биологических показателей;
- использования традиционных показателей, учитывающих типовую специфику водных объектов;
- применения в случае необходимости расширенного списка показателей с разработкой соответствующих стандартов пробоотбора, анализа и оценки;
- совместного использования национальной и европейской моделей системы экологической оценки состояния поверхностных вод.

Один из важных моментов усовершенствования методов мониторинга поверхностных вод по гидробиологическим показателям касается пространственного и временного регламента отбора биологических проб. Решением этого вопроса может быть установление одинаковой периодичности отбора гидробиологических проб на пунктах контроля качества вод разной категории, включая пункты фонового мониторинга, как в течение одного года вегетации, так и в течение многих лет, что обусловлено необходимостью корректного сравнения биологических данных и исключения ошибок, которые появляются при сопоставлении разных по количеству биологических проб. При этом нужно учитывать также вопросы достаточности и экономической целесообразности использования полученного объема биологической информации.

Другой важный вопрос мониторинга связан с выбором репрезентативных гидробиологических показателей, по которым можно достоверно оценивать состояние поверхностных вод. С одной стороны, выбор должен быть обусловлен наличием у каждого из показателей нормативно разработанных количественных градаций, соответствующих разным категориям экологического состояния вод. С другой стороны, существует ряд показателей, которые нормативно не определяют состояние вод, но характеризуют развитие отдельных сообществ гидробионтов и являются перспективными в плане стандартизации их в качестве критериев качества и состояния вод.

Применяемые в программе наблюдений биологические показатели должны включать как общие со странами зарубежья, так и традиционные для отдельных стран, учитывающие национальную типовую специфику водных объектов. Такими интернациональными показателями могут быть рекомендованные на западе макрофауна бентоса и содержание хлорофилла, а также разработанные и адаптированные для национальной системы экологической классификации состояния поверхностных вод Украины трофосапробиологические критерии качества вод (Методика екологічної оцінки..., 1998; Афанасьев, 2001): биомасса фитопланктона, индекс самоочищения-самозагрязнения, индекс сапробности по Пантле-Букк, олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея, индекс по зообентосу Вудивисса.

В качестве традиционных и характерных показателей, учитывающих типовую специфику водных объектов, для водоемов Восточной Европы целесообразно применять сообщества зоопланктона и фауны зарослей водной растительности.

Одной из перспектив международного сотрудничества в области трансграничного мониторинга поверхностных вод может быть совместное применение национальной и европейской систем экологических классификаций состояния вод по гидробиологическим показателям. Национальная система классификации использует количественные градации гидробиологических показателей, которые соответствуют разным категориям состояния вод и являются едиными для всех типов водных объектов, а европейская система построена на сравнении с начальными ненарушенными биологическими условиями для разного типа водных объектов, соответствующими отличному состоянию вод. Совместное применение обеих систем классификации, как в режиме отдельного определения, так и параллельного сопоставления, поднимет достоверность оценки, а в будущем может привести к единой унифицированной системе оценки состояния вод.

В связи с этим необходимое значение приобретает определение типоспецифических (начальных) величин биологических показателей на пунктах фонового мониторинга разного типа водных объектов. Кроме того, что эти данные являются исходной сравнительной основой для определения экологического состояния водных объектов, они применимы для количественного калибрования биологических показателей по системе европейской экологической классификации состояния вод, что позволит адаптировать эту систему для стран Восточной Европы.

Учет современных международных тенденций и регламентаций по методологии мониторинга по гидробиологическим показателям поможет наполнить ее новым интернациональным содержанием, которое включает унификацию методов наблюдения за биологическими показателями, интернационализацию основного состава показателей, учет традиционно используемых показателей, адаптацию национальной и европейской систем оценки состояния поверхностных вод. В итоге такого усовершенствования и гармонизации методик мониторинга может быть эффективнее достигнута общая цель улучшения экологического состояния поверхностных вод.

Список литературы

- Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроекосистем в мониторинге рек Украины // Гидробиол. журн. 2001. Т.37, № 5. С.3–18.
- Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. К., 2006. 240 с.
- Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. Нормативний документ. Затверджено наказом Мінікоресурсів України № 485 від 24.12.2001. К.: Мінікоресурсів України, 2001. 54 с.
- Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Окснюк та ін. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28с. Затверджено наказом Мінікоресурсів України від 31.03.98 р. № 44.
- Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 39 с.
- РД 52.24.309-92. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета. Санкт-Петербург: Роскомгидромет, 1992. 67 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

СПРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗООБЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ РЕК ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

С.И. Решетников, А.Н. Пашков

Кубанский государственный университет, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, reshni@rambler.ru

Северо-Западный Кавказ охватывает территорию от Азовского и Чёрного морей на западе до Ставропольской возвышенности и р. Уруп на востоке, расположенную в пределах географических координат 43°30' – 47°00' с.ш. и 36°00' – 41°44' в.д. Западные границы Северо-Западного Кавказа представлены Черноморским побережьем (Канонников, 1977).

Реки Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа стекают со склонов Большого Кавказа и впадают в Чёрное море. Из-за близкого расположения гор к побережью, эти реки имеют небольшую протяжённость и относятся к категориям малых (длина от 26 до 100 км) или сверхмалых (менее 25 км). Несмотря на многолетнюю историю изучения животного мира Северо-Западного Кавказа, зообентосные сообщества протекающих через его территорию водотоков изучены слабо. Опубликованы лишь единичные работы обобщающего плана (Корноухова, 1991; Чертопруд, Песков, 2003; 2007; Решетников, Пашков, 2009).

В период с 2003 по 2008 гг. нами были изучены основные характеристики зообентосных сообществ 21 наиболее крупной реки региона (в направлении с юго-востока на северо-запад): Мзымта, Хоста, Сочи, Дагомыс, Шахе, Чимит, Псеуапсе, Аше, Туапсе, Агой, Небуг, Нечепсухо, Псебе, Шапсухо, Вулан, Пшада, Мезыбь, Адерба, Цемес, Дюрсо и Анапка. Исследования строились на основе сбора полевых материалов и их последующей камеральной обработки. Сбор данных проводили в первой (май–июнь) и второй (сентябрь–октябрь) половинах вегетационного сезона в разных участках рек, соответствующих их верхнему, среднему и нижнему течению.

Отбор и обработку зообентосных проб осуществляли по общепринятым методам (Методика ..., 1975; Обзор методов ..., 2000; Тиунова, 2003). На каждом участке реки одновременно отбирали 2–3 пробы зообентоса с площади 0.25 м² каждая. При отборе проб учитывали характерные для изучаемого участка типы грунтов и скоростей течения. В процессе камеральной обработки животных распределяли по таксономическим группам, просчитывали и взвешивали. В дальнейшем пересчитывали численность и биомассу организмов в пробе на 1 м² речного дна.

В результате были получены данные о таксономическом разнообразии и плотностях зообентосных сообществ; пространственно-временной динамике этих показателей; особенностях распределения по течению и плотностях основных таксонов донных беспозвоночных; встречаемости редких групп зообентоса. Был рассчитан ряд биоиндикационных показателей, характеризующих общее состояние зообентосных сообществ.

Изучение зообентосных сообществ показало, что самые низкие показатели их развития были характерны для рек Сочи, Туапсе, Нечепсухо, Вулан и Пшада (табл. 1). Комплексный индекс их состояния

(КИСС), рассчитанный по А.И. Баканову (2000) на основе сравнения характеристик зообентосных сообществ 21 реки, составил 13.2, 13.8, 11.2, 9.6 и 12.4 балла соответственно.

Таблица 1. Показатели состояния зообентосных сообществ некоторых рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа

Река	Число крупных таксонов	Плотность		Индекс Вудивисса
		экз./м ²	г/м ²	
наиболее низкие				
Сочи	10	137	3.9	8
Туапсе	9	138	3.7	7
Нечепсухо	8	232	7.1	9
Вулан	8	213	8.8	9
Пшада	10	201	4.8	10
Наиболее высокие				
Адерба	12	416	17.4	10
Цемес	13	663	19.4	9
Дюрсо	15	498	21.0	10

Указанные реки расположены в разных частях исследованного региона: юго-восточной (Сочи), центральной (Туапсе, Нечепсухо), северо-западной (Вулан, Пшада), и причины слабого развития зообентоса в них различны: значительное пересыхание в летом (Пшада), интенсивное использование на прилегающих территориях пестицидов в сочетании с летним снижением водности (Вулан, Нечепсухо), сброс в воду больших количеств загрязнённых стоков (Туапсе, Сочи).

По высоким значениям большинства показателей развития зообентоса выделялись расположенные на северо-западе региона реки Адерба, Цемес и Дюрсо (табл. 1). Величины КИСС в них составили соответственно 6.0, 2.6 и 2.0 балла. Однако высокие значения показателей развития зообентоса в указанных водотоках свидетельствуют не столько о его благополучном состоянии, сколько о прохождении в реках Адерба, Цемес и Дюрсо сукцессии, заключающейся в замене лотических экосистем на лентические.

По большей части течения эти рек происходит изменение ключевых характеристик гидрологического режима – снижение скоростей течения, уменьшение глубин, повышение температур воды и др. На участках с быстрым течением в них ещё размещаются реофильные сообщества (ручейники, веснянки, подёнки, реофильные формы двукрылых и др.), а участки с замедленным течением занимают лимнофильные (олигохеты, брюхоногие моллюски и др.). Нативная структура зообентосных сообществ рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа, выражающаяся в доминировании реофильных форм, представленных преимущественно личинками амфибиотических насекомых, при этом становится мозаичной или теряется полностью.

Поэтому для оценки состояния зообентосных сообществ рек региона важно учитывать не только такие характеристики как таксономическое разнообразие, плотности, величины биотических индексов, но и соотношение по численности разных экологических групп – реофильной и лимнофильной. В изученных нами водотоках доля лимнофильных зообентосных форм изменялась по количеству от 0 до 100%. Наиболее высокой их относительная численность была в занимающих наиболее северное положение реках – Цемесе (50.0%), Дюрсо (23.1%) и Анапке (100.0%). Особенности нативной структуры, выражающиеся в максимально высокой (свыше 99.0%) доле реофильных форм, лучше всего сохранили зообентосные сообщества рек Мзымта, Хоста, Сочи, Шахе, Псеуапсе, Аше, Туапсе, Нечепсухо, Псебе, Вулан и Мезыбь.

Комплексный анализ основных биоиндикационных характеристик зообентосных сообществ позволил заключить, что в наиболее благополучном состоянии находятся зообентосные сообщества ряда рек, протекающих в южной части региона. Вероятно, самыми близкими к нативным являются структура и показатели развития зообентосных сообществ рек Шахе, Аше и Псеуапсе (табл. 2). Они могут рассматриваться в качестве эталонных при проведении работ по биоиндикации состояния экосистем рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа.

Причины негативных изменений, происходящих в зообентосных сообществах ряда водотоков региона определяются следующими обстоятельствами.

Значения биотического индекса Вудивисса составили в большей части изученных рек 9–10 баллов, что характеризует их воду как чистую или очень чистую и свидетельствует об отсутствии выраженного химического загрязнения. Косвенно о невысоком уровне химического загрязнения свидетельствует и наличие в большинстве рек индикаторных групп, традиционно считающихся показателями чистоты воды (Woodiwiss, 1964) – веснянок (Plecoptera), ресничных червей (Turbellaria), гаммарусов (Gammaridae), ряда видов ручейников (Trichoptera).

Поддержанию относительной чистоты воды способствуют достаточно высокая проточность и малое количество источников перманентного химического загрязнения, негативным воздействием которых охвачено в основном нижнее течение. Вероятно, в настоящее время химическое загрязнение рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа не является ведущим фактором, оказывающим негативное влияние на состояние их экосистем в целом и зообентосных сообществ в частности.

Таблица 2. Показатели состояния «эталонных» зообентосных сообществ рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа

Показатель	Шахе	Псезуапсе	Аше
Число крупных таксонов	10	9	9
Число видов	46	37	47
Плотность, экз./м ²	312	328	704
Плотность, г/м ²	7.5	8.1	11.1
Индекс Вудивисса	10	10	10
Доля реофильных форм, %	99.5	99.8	99.7
Доминирующая по численности группа	Diptera	Diptera	Diptera
Доминирующая по биомассе группа	Trichoptera	Ephemeroptera, Trichoptera	Trichoptera

На наш взгляд, наиболее опасным последствием антропогенного воздействия на экосистемы рек региона является снижение их водоносности, в результате чего происходит постепенная замена уникальных лотических экосистем на лентические. В современный период большинство рассматриваемых рек, особенно в тёплое время года, характеризуются небольшой шириной русла, малыми глубинами, невысокими скоростями течения, низкими расходами воды и высокими её температурами.

Снижение водоносности рек происходит в силу ряда причин, основные из которых – интенсивные лесоразработки на водосборных площадях; водозабор для питьевых и промышленных нужд; уничтожение родников в ходе гидростроительных работ. Наиболее интенсивно водность малых рек региона снижается в июне–сентябре, когда к действию вышеперечисленных факторов добавляется негативное влияние летней аридизации климата.

Прогноз развития нативных зообентосных сообществ рек региона, который можно сделать на основе полученных нами данных, – неблагоприятный. Мы предполагаем, что в них будет происходить увеличение численности популяций лимнофильных видов зообентоса при параллельном снижении численности и сужении ареалов реофильных таксонов. Границы распространения типичных реофильных сообществ, которые сейчас охватывают верхнее и среднее течение, а в некоторых водотоках, например, Мзымте, Шахе, Псезуапсе и ряде других, – даже нижнее, будут сдвинуты преимущественно в верхние участки рек.

Список литературы

- Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоёмов (обзор) // Биология внутр. вод. 2000. № 1. С. 68–82.
- Корноухова И.И. Вопросы охраны бентофауны водоёмов Черноморского побережья Большого Кавказа // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистемы Черноморского побережья: Матер. научно-практич. конф. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 1991. Ч. 1. С. 104–105.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / Отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Обзор методов оценки продукции лососевых рыб / Под общ. ред. И.И. Студёнова. Архангельск: СевПИНРО, 2000. 47 с.
- Решетников С.И., Пашков А.Н. Экосистемы малых рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа. Краснодар: Биотех-Юг, 2009. 152 с.
- Тиунова Т.М. Методы сбора и первичной обработки количественных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. С. 5–13.
- Чертопруд М.В., Песков К.В. Географические параллели организации литореофильных сообществ малых рек Восточной Европы и Северной Азии // Журнал общей биологии. 2003. Т. 64. № 1. С. 78–87.
- Чертопруд М.В., Песков К.В. Биогеография реофильного макробентоса юго-восточной Европы // Журнал общей биологии. 2007. Т. 68. № 1. С. 52–63.
- Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board // Chemistry and industry. 1964. V. 11. P. 443–447.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭВТРОФИРОВАНИЯ И НАРУШЕНИЙ КЛИМАТА НА КРИОФИЛЬНЫЙ ЗООПЛАНКТОН ОЗЁР СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ

И.К. Ривьер

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, пос. Борок Ярославской обл., rivier@ibiw.yaroslavl.ru

Холодолюбивый, криофильный (арктический) зоопланктонный комплекс заселяет воды высоких широт: например, озёра Камчатки, в которых зоопланктон состоит исключительно из криофильных видов. В Средней полосе экологическая ниша холодолюбивого зоопланктона – среда зимнего, покрытого льдом водоёма, а летом – холодный гипolimнион. В южном направлении доля холодолюбивого комплекса в общем сообществе уменьшается в мелководных озёрах и возрастает в глубоководных – стратифицированных. В настоящее время экологическая ниша криофильного зоопланктона в стратифицированных озёрах сужается вследствие антропогенного и природного эвтрофирования, нарушающего кислородный режим. В последние годы, как результат удлинения периода ледообразования и укорочения ледоставного периода, в аномально тёплые зимы состояние зоопланктона-криофилов ухудшается. Это происходит в результате выхолаживания водной толщи и грунтов. При этом не формируется придонный термоклин, слабо идут микробиологические процессы, образующие пищевой субстрат зимних зоопланктонов. Популяции криофильных видов малочисленны, рачки не растут и не созревают, что отражается на их численности в гипolimнионе в летний период.

В основу работы положены материалы, собранные на озёрах Средней полосы в 1973–1993 гг., а также 2005–2010 гг.

В глубоких холодных озёрах полуостровов Таймыр и Камчатка (Таймыр, Курильском, Дальнем) весь зоопланктоценоз состоит из криофильных видов – 2-х видов ракообразных (*Cyclops scutifer* и *Daphnia longiremis*), 7–8 видов коловраток (представители родов *Keratella*, *Notholca*, а также *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra major*) и функционирует круглогодично (Миловская, 2007; Вецлер, 2009).

В глубоких ледникового происхождения озёрах Средней полосы (Плещеево, Сиверское, Бородаевское, Выдогощ и др.) благодаря конфигурации котловины сохраняется устойчивая стратификация водной толщи в течение летнего периода. В озёрах присутствуют два выраженных комплекса: теплолюбивый – эврибионтный и холодолюбивый – стенобионтный. Холодолюбивый менее разнообразен в видовом отношении, но представлен многочисленными популяциями крупных северных циклопов (*C. kolenis*, *C. scutifer*, *C. vicinus*, *C. abyssorum*). В оз. Бородаевском, наименее антропогенно нарушенном, обнаружен представитель арктической и субарктической фауны калянид – *Limnocalanus macrurus*. Среди ветвистоусых везде встречена *D. longiremis*; менее стенобионтны, но избегают летние температуры эпи- и металимниона и предпочитают гипolimнион летом – *D. cristata* и *D. galeata*. Среди коловраток встречены те же виды, что и в озёрах Камчатки; кроме них многочисленны *Conochiloides natans*, крупные синхеты: *Synchaeta verrucosa*, *S. lakowitziana*. Биомассы зимних сообществ значительны: в оз. Плещеево до 2 г/м³, в оз. Сиверском до 3.4 г/м³, в оз. Бородаевском до 4.2 г/м³.

В глубоких с холодным гипolimнионом озёрах криофильный комплекс присутствует, живёт и размножается круглогодично в противоположность теплолюбивому, функционирующему летом, несколько больше полугодия. Зимой, в подлёдный период холодолюбивый зоопланктон расселяется во всей толще озера, а летом опускается в холодный гипolimнион.

Круглогодичное присутствие криофильного комплекса в стратифицированных озёрах Средней полосы – одно из доказательств их ледникового происхождения.

Зимой холодолюбивый комплекс населяет всю толщу воды, а также образует сложный металимниальный биоценоз в слое оксиклина.

Обитание в озере 3–4-х видов крупных северных циклопов способствовало формированию у них несовпадающих во времени и пространстве жизненных циклов (Rivier, 1996; Ривьер, 2005).

За годы первого этапа исследований (1973–1993 гг.) с применением батометра (V = 5 л) был изучен видовой состав, горизонтальное и вертикальное распределение в периоды зимней и летней стагнаций и весенней гомотермии, вертикальные миграции, отношение к температуре и содержанию кислорода. Изучен фито- и бактериопланктон (Ривьер, 1986; Пырина, 1984).

Метаноокисляющие бактерии, функционирующие весь год в поверхностном слое ила, зимой образуют второй максимум вокруг пузырей газа у нижней поверхности льда. В таких случаях скопление метаноокисляющих бактерий и падение содержания O₂ регистрируется в придонном и прилёдном слое (Романенко, 1985). Наиболее интенсивно метаноокисляющие бактерии функционируют в водоёмах с большим содержанием в грунтах органических остатков (от макрофитов). Деятельность метаноокисляющих бактерий нарушает кислородный режим зимнего водоёма. С другой стороны, – бактерии – пища зоопланктонов.

Заморные явления, связанные с окислением CH_4 , исследованы в оз. Выдогощ (Верхняя Волга), Весецком плёсе оз. Селигер, оз. Бородаевском. Окисление метана бактериями происходит вблизи оксиклина, который по мере поглощения O_2 перемещается вверх от дна. Совместно с бактериальным сообществом перемещаются и зоопланктеры, образующие металимниальный комплекс (Ривьер и др., 1981; Ривьер, 1986; Дзюбан и др., 1998).

В современный период исследований (2005, 2007, 2009 гг.) кроме количественных сборов по акватории и вертикальных разрезов на разных глубинах были собраны обширные материалы (сетью – диаметр 42 см и газом № 64 и 36) для изучения морфологических особенностей криофильных видов, структур популяций в разные сезоны, плодовитости, жизненных циклов. Так, *C. kolensis* лето проводит в виде копеподитов IV стадии, находящихся в диапаузе. Размножается в конце зимы и после вскрытия водоёма. Взрослые особи отмирают, а копеподиты IV стадии при 12–14 °С впадают в диапаузу и опускаются на дно. *C. vicinus* размножается круглогодично, кроме наиболее жаркого периода лета. *C. scutifer* зиму проводит в диапаузе, а размножается в июле-августе в холодном гиполимнионе. *C. abyssorum* размножается только подо льдом в придонных слоях.

В течение зимы в этих озёрах обычно образовывался лёд толщиной 70–90 см, формировалась обратная температурная стратификация (у дна +3 – +4.5 °С) и прямая кислородная (с дефицитом у дна), возникал оксиклин, населённый специфическим бактерио-фитопланктоном, простейшими, что способствовало размножению криофильного сообщества.

В жаркие периоды летней стагнации (1977 г.) в оз. Сиверском развился дефицит кислорода, достигший нижних слоёв металимниона, что создало критические условия для существования криофильного комплекса, а особенно *C. scutifer* (Ривьер, 1982).

Оз. Плещеево (гл. 25 м) подвержено в основном антропогенному эвтрофированию и загрязнению в результате роста промышленности и населения г. Переславль-Залесского. В этом глубоководном, ранее олиготрофном озере основные микробиологические процессы с поглощением O_2 происходят в период открытой воды. Заморная зона может занимать большую часть гиполимниона, сужая экологическую нишу холодолюбивых видов. Однако и зимой при придонных температурах +3 – +4.5 °С происходят активные микробиологические процессы окисления органического вещества с выделением и окислением CH_4 , выделением NH_4 , CO_2 , а в последние годы появлением SH_4 в придонных слоях (Экосистема озера Плещеево, 1989). Всё это приводит к снижению концентрации кислорода в воде профундали и сокращению ниши криофильного комплекса.

Появление придонной бескислородной зоны в подлёдный период – признак загрязнения и антропогенного эвтрофирования оз. Сиверского (гл. 24 м). При строительстве Шекснинской плотины уровень воды озера поднялся на 2 м (Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища, 2002). В период весеннего паводка воды озера заходят в старую часть г. Кириллова по понижениям рельефа местности, насыщаясь различного рода загрязнителями и выносят их в озеро.

В жаркие засушливые годы при безветренной погоде дефицит кислорода в оз. Плещеево может достигать металимниона (например, в августе 1977 г.), когда температура поверхности достигала 26 °С, а кислород снижался до 9.3 мг/л в эпилимнионе, до 2.5 мг/л в металимнионе и 0.12 – в гиполимнионе. Наблюдалась гибель криофильного комплекса и безжизненный гиполимнион (Ривьер, 1982, 2000).

Обширные круглогодичные заморные зоны (кроме периодов весеннего и осеннего перемешивания) регистрируются в оз. Выдогощ (гл. 16 м), где воздействует только природное эвтрофирование, как результат образования макрофитных илов, содержащих до 60–80% органического вещества. Криофильный комплекс в такого типа озёрах угнетается дефицитом O_2 . Температурный режим зимой и летом благоприятен, фито-бактериопланктон в оз. Выдогощ имеется в избытке (Иваньковское водохранилище и его жизнь, 1978; Ривьер, Жгарёв, 1985; Дзюбан и др., 1998).

В период летних исследований 2005 и 2007 гг. на озерах Сиверском и Бородаевском состав, распределение и уровень развития криофильного комплекса существенно не отличались от того, что наблюдалось на первом этапе исследований. *C. scutifer* в июле 2005 г. при температуре поверхности воды 24 °С сконцентрировался в металимнионе на 6–8 м (37.4 тыс. экз./м³) при температуре 17.8–14.4 °С и содержании кислорода 5.7–2.2 мг/л; глубже 16 м – при температуре 9.8–8.7 °С и содержании кислорода менее 2 мг/л живой зоопланктон отсутствовал.

В феврале 2009 г. в аномально «теплую» зиму лёд на оз. Бородаевском имел толщину 25–27 см. Замерзание озера произошло в декабре, после чего лёд разрушался. Температурная и кислородная стратификации не были выражены (t у дна – 1.2 °С и у поверхности – 1.1 °С; O_2 у дна – 5 мг/л); оксиклин отсутствовал. Криофильный комплекс был малочислен, дафнии не размножились, отмечены отдельные яйценозные особи только у *Cyclops abyssorum*.

Таким образом, существующий круглогодично в стратифицированных озёрах криофильный комплекс зоопланктона испытывает неблагоприятное воздействие в результате природного и антропогенно-

го эвтрофирования и загрязнения. Экологическая ниша холодолюбивых зоопланктеров сужается при прогреве металимниона летом и распространении от дна заморных явлений в гипolimнионе с дефицитом O_2 . При аномально жарких периодах лета микробиологические процессы идут особенно интенсивно, кислород в гипolimнионе исчезает. Создается критическая ситуация для существования холодолюбивых видов.

При аномально тёплых зимах, длительных периодах ледообразования и выхолаживания толщи воды и грунтов, придонные температуры достигают всего 1–1.5 °С, не формируется термо- и оксиклин, слабо функционирует бактериопланктон. Зимний зоопланктон лишается пищевого субстрата, он малочислен, не образует скоплений, большинство видов не размножается.

Список литературы

- Вецлер Н.М. Структурные особенности и динамика зоопланктонного сообщества в пелагиали оз. Дальнее (Камчатка). Автореф. канд. дисс. 2009. 25 с.
- Дзюбан Н.А., Георгиев А.Н., Крылов А.В., Кузнецова И.А. Бактериопланктон трёх разнотипных озёр в подлёдный период. // Биология внутр. вод. 1998. № 2. М., 1998. С. 44–51.
- Иваньковское водохранилище и его жизнь. М., 1978. 304 с.
- Миловская Л.В. Влияние абиотических и биотических условий на формирование кормовой базы молоди нерки (*Oncorhynchus nerca*) в пелагиали оз. Курильское (Камчатка). Автореф. канд. дисс. Петропавловск-Камчатский. 2007. 24 с.
- Пырина И.Л. Условия светового режима и развитие фитопланктона в подлёдный период в крупных озёрах Северо-Запада // Проблемы использования крупных озёр. Л., 1984. С. 22–24.
- Ривьер И.К. Некоторые особенности периода летней стагнации на оз. Сиверском // Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. Л., 1982. С. 57–68.
- Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л., 1986. 158 с.
- Ривьер И.К. Состав и функционирование зоопланктона в подлёдный период в озёрах Средней полосы // Озёрные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Минск, 2000. С. 380–388.
- Ривьер И.К. Состав и некоторые черты экологии зоопланктона зимой в глубоких стратифицированных озёрах // Экология. 2005. № 2. С. 201–214.
- Ривьер И.К., Бакастов С.С., Саралов А.И. Вертикальное распределение зоопланктона в русле р. Мологи зимой // Гидробиол. журн. 1981. Т. 17. Вып. 3. С. 20–25.
- Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоёмах. Л., 1985. 294 с.
- Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль, 2002. 367 с.
- Экосистема озера Плещеево. Л., 1989. 261 с.
- Rivier I.C. Ecology of diapausing copepodites of *Cyclops kolensis* Lill. in reservoirs of Upper Volga. // Hydrobiology. 1996. 320. S. 235–241.

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА КАНДРЫКУЛЬ

Р.З. Сабитова

*Башкирский государственный университет,
Республика Башкортостан, 450074, г. Уфа, ул. З. Валиди, д. 32, Sabrima@rambler.ru*

Исследования зоопланктона оз. Кандрыкуль на территории природного парка «Кандры-Куль» проводилось в августе 2007 г. Гидрологический памятник природы «Озеро Кандрыкуль» расположен в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, в междуречье Большого Нугуша и Усенья. С трех сторон оно ограничено горами: на севере – Кынар-Казган, на северо-западе – Тунейман, а на юге – Кызыл-Тау и Гульбика (Реестр..., 2006). Котловина озера ассиметрична, ее южный склон высокий и крутой, северный – более низкий и пологий. Оно имеет овальную форму, будучи вытянутым в широтном направлении. Площадь водного зеркала составляет 15.6 км², наибольшая длина озера – 6.55 км, ширина – 2.38 км. Средняя глубина составляет 7.2 м, максимальная – 15.6 м. Объем воды в озере – 112.7 млн. м³, площадь водосбора – 67.1 км² (Реестр ..., 2006). Питание озера Кандрыкуль происходит за счет атмосферных осадков и, в большей степени, за счет грунтовых вод. В северо-западной части имеется остров. На южном берегу располагаются многочисленные рекреационно-оздоровительные учреждения (Миркин, 1998; Реестр ..., 2006).

Отбор проб гидробионтов осуществлялся по всей акватории водоема. Обработка зоопланктона проводилась по общепринятой гидробиологической методике с использованием определителей (Кутикова, 1970; Мануйлова, 1964; Методика изучения..., 1975; Определитель..., 1977; Определитель..., 1995; Рылов, 1948; Benzie, 2005; Smirnov, 1996; Korovchinsky, 1992).

В озере Кандрыкуль зарегистрировано 20 видов зоопланктеров, среди которых Rotifera – 2, Cladocera – 10, Cyclopoida – 6, Calanoida – 2 вида, а также науплиальные и копепоидитные стадии ракообразных

(табл. 1). Основу видового обилия зоопланктона в озере составляли Crustacea – 50%, на втором месте Copepoda – 40%.

Таблица 1. Видовое обилие, средняя численность и биомасса зоопланктона оз. Кандрыкуль в августе 2007 г.

Виды беспозвоночных	Август 2007 г.	
	N	B
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	2062.5	20.7
<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	875.0	0.4
<i>Sida crystallina</i> O.F. Müller, 1776	5000.0	187.5
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Levin, 1848	11437.5	165.3
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E. Müller, 1867	3375.0	43.6
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	17125.0	1819.6
<i>D. longispina</i> O.F. Müller, 1785	500.0	17.1
<i>D. galeata</i> Sars, 1863	2166.7	202.6
<i>Bosmina coregoni</i> Baird, 1857	3750.0	37.5
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig, 1860	1125.0	165.0
<i>Leptodora kindtii</i> Sars, 1863	666.6	60.7
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars, 1863	6375.0	341.8
<i>E. graciloides</i> Lilljeborg, 188	7250.0	332.7
<i>Metacyclops gracilis</i> Lilljeborg, 1853	250.0	3.0
<i>Microcyclops varicans</i> Sars, 1863	2625.0	20.0
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus, 1857	2750.0	24.4
<i>Thermocyclops oithonides</i> Sars, 1863	1000.0	414.3
<i>Th. crassus</i> Fischer, 1853	1250.0	11.8
Copepodit Calanoida	7937.5	132.2
Copepodit Cyclopoida	8312.5	24.1
Nauplius	11312.5	4.5
Итого	97145.8	4028.7

Примечание. *N – численность экз./м³, B – биомасса мг/м³.

По численности преобладали: *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus graciloides*. Наиболее значительная доля в общей биомассе зоопланктонных организмов принадлежит представителю ветвистоусых ракообразных – *Daphnia cucullata* (1819.6 мг/м³) (табл. 1). Два представителя гидробионтов *Chydorus sphaericus* и *Magacyclops viridis* обнаружены при тотальном исследовании проб.

Беспозвоночные зарегистрированные в августе 2007 г. имеют разную индикаторную значимость, чаще встречаются олиго- β-мезосапробные виды. Средние значения индексов видового разнообразия Шеннона ($H_N = 2.04$) и сапробности по Пантле-Букк (1.35) позволяют отнести данный водоем к олиготрофному типу (табл. 2).

Таблица 2. Показатели разнообразных индексов оз. Кандрыкуль в августе 2007 г.

Индексы	Показатели в августе 2007 г.
Индекс видового разнообразия Шеннона	2.04
NClad/Ncop	2.09
BCycl/BCal	0.70
Коэффициент трофности (E)	0.1
Индекс сапробности Пантле-Букк	1.35
Индекс Бергера-Паркера (d)	от 0.63 до 0.82

При расчете индекса видового разнообразия Шеннона по станциям нами выявлено, его колебания в пределах от 1.79 до 2.2. Индекс сапробности по Пантле-Букк менялся на станциях от 1.33 до 1.75 (табл. 3). Видом доминантом в нашем случае является *Daphnia cucullata*. Данный показатель кроме значения ст. 5 (1.75) указывает на олигосапробный тип водоема (табл. 3).

При эвтрофировании наблюдается повышение степени доминирования одного или двух видов, индекс Бергера-Паркера (d) выражает относительную значимость наиболее обильного вида и дает возможность выявить «монодоминантность». В нашем случае данный показатель изменяется от 0.63 до 0.82 на разных станциях (табл. 2). Его увеличение означает повышение разнообразия и снижения степени доминирования одного вида (табл. 3).

Для оценки изменений происходящих в озерных экосистемах в связи с загрязнением и эвтрофированием применяют индикаторные показатели зоопланктона. Согласно И.Н. Андрониковой (1980) с увеличением эвтрофирования изменяются соотношения между различными таксономическими группами: уменьшается показатель соотношения биомассы ракообразных к биомассе коловраток (B_{Crust}/B_{Rot}), уве-

личиваются показатели отношения численности клadoцep к численности копепоd (N_{Clad}/N_{Cop}) и отношение биомассы циклопов к биомассе каляниd (B_{Cycl}/B_{Cal}).

Таблица 3. Значение индексов видoвого разнообразия Шеннона и сапробности Пантле-Букк по станциям отбора проб на акватории оз. Кандрыкуль в августе 2007 г.

№ станций	Индекс видoвого разнообразия Шеннона	Индекс сапробности Пантле-Букк
1	2.02	1.33
2	1.79	1.42
4	2.20	1.42
5	1.82	1.75

Согласно полученным данным отмечается довольно высокий показатель соотношения численности ветвистоусых и веслоногих ракообразных (N_{Clad}/N_{Cop}) – 2.09, что может свидетельствовать о возрастании трофности водоема, клadoцepы, обладающие большим репродуктивным потенциалом, значительно преобладают над веслоногими, что характерно для озер эвтрофного типа.

Проанализировав, соотношения биомасс отдельных групп было выявлено, что B_{Cycl}/B_{Cal} равно 0.7 не указывает на возрастание трофности. У видов Calanoida в эвтрофных условиях раньше других сокращается численность что, обуславливается изменение соотношения биомассы в пользу Cyclopoidea. В нашем случае биомасса ветвистоусых (B_{Cal}) в 1.4 раза преобладает над биомассой веслоногих ракообразных (B_{Cycl}).

Соотношение биомасс ракообразных и коловраток (B_{Crust}/B_{Rot}) может характеризовать кормовую ценность зоопланктона в водоеме на период исследования. Используя в качестве индикатора летний состав зоопланктона (коэффициент трофности), как более устойчивый, данный водоем позволяет отнести к олиготрофному типу ($E = 0.1$) (Столбунова, 2006).

Таким образом, в результате наших исследований можно сказать, что оз. Кандрыкуль по зоопланктонному сообществу относится к олиготрофному типу с прослеживающийся тенденцией эвтрофирования.

Список литературы

- Андроникова И.Н. Изменения в сообществе зоопланктона в связи с процессом эвтрофирования // Эвтрофирование мезотрофного озера. Л.: Наука, 1980. С 78–99.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Euratoria (Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Л.: Наука. 1970.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.: Наука, 1964.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. В.Н. Митропольского и Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред Л.А. Кутиковой и Я.И. Старобогатова. Л.: Гидрометиздат, 1977. 477 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные / под ред. С.Я. Цалолыхина. С-Пб., 1995. 628 с.
- Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2006. 414 с.
- Рылов В.М. Фауна СССР. Ракообразные. Л.: АН СССР, 1948. 313 с.
- Столбунова В.Н. Зоопланктон озера Плещеево / В.Н.Столбунова; (отв. ред. И.К. Ривьер). М.: Наука, 2006. 152 с.
- Экология водоемов Башкирии / под ред. Миркина Б.М. Уфа: Гилем, 1998. 209 с.
- Cladocera. The genus Daphnia (including Daphniopsis) (Anomopoda: Daphniidae). John A.H.Benzie. Backhuys Publishers, Leiden, 2005. 383 p.
- Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. N.N.Smirnov. SPB Academic Publishing bv 1996. 204 p.
- Sididae & Holopediidae (Crustacea: Daphniiformes). N.M.Korovchinsky. SPB Academic Publishing bv 1992. 85 p.

ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *CLOEON SIMILE* EATON (EPHEMEROPTERA) И *COENAGRION HASTULLATUM* CHARPENTIER (ODONATA)

В.М. Садырин

ФГОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Коми филиал
167003, г. Сыктывкар, ул Ручейная, д.31, v.sadyrin@mail.ru

Введение. Все острее становится проблема использования всевозможных водоемов для создания на них управляемых рыбоводных хозяйств, в связи с этим работы по определению продукционных показателей массовых видов гидробионтов становятся все более актуальными. Исследования в этой области далеки от завершения, у множества видов водных беспозвоночных, образующих доминирующие популяции в водоемах, отсутствуют самые необходимые количественные продукционные характеристики – суточная удельная продукция, генеративная, экзувиальная продукция, не говоря уже о таких показателях

как видовые и таксономические особенности соматического и генеративного роста беспозвоночных, нахождение пороговых температур для популяций, специфика влияния пороговых температур на соматический и генеративный рост, до настоящего времени отсутствует внятная теория роста водных беспозвоночных.

Достоверные показатели величин продукции и потока энергии через популяции беспозвоночных невозможно получить без знания скорости их роста и ряда продукционных характеристик. Водные личинки насекомых – одни из наименее изученных в этом отношении групп гидробионтов. *C. simile* и *C. hastullatum*, принадлежат к массовым видам фауны зарослей литорали водоемов.

C. simile – представитель отряда Ephemeroptera сем. Baetidae – поденки двуххвостые, способ передвижения – плавание и лазание, способ питания – собиратель-фитофаг (Elliott et al., 1998), β-мезосапроб (Sladeczek, 1973)

C. hastullatum – представитель отряда Odonata, подотряда Zygoptera – равнокрылых стрекоз, сем. Coenagrionidae – стрелки, способ передвижения – плавание и ползание, способ питания – хищник (Попова, 1953), β-мезосапроб (Sladeczek, 1973). Личинки поденок *C. simile*, а также стрекоз *C. hastullatum* относятся к массовым видам, населяющим стоячеводные и медленнотекучие пресноводные водоемы.

В малых водоемах личинки обеих видов обитают по всей акватории, в крупных это типично литоральные виды. При этом излюбленное их местообитание – прибрежная зона водоемов до глубины двух метров, заросшая макрофитами. Наибольшей численности виды достигают среди ассоциаций погруженной и с плавающими листьями растительности: большинство видов рдестов – *Potamogeton* sp. L., гречиха земноводная – *Polygonum amphibium* L., стрелолист плавающий *Sagittaria natans* Pall., элодея канадская – *Eloдея canadensis* Michx., сусак зонтичный – *Butomus umbellatus* L.

Целью работы является определение основных продукционных характеристик (линейный, весовой рост, суточная удельная, экзувиальная продукция), а также характера и особенностей роста видов личинок водных насекомых, относящихся к разным отрядам. Полученные данные будут способствовать накоплению информации по ростовым и продукционным характеристикам видов, относящихся к сравнительно малоизученной экологической группировке – фитофильной фауне.

Материал и методика. Экспериментальную работу проводили на базе прудов Ботанического сада Сыктывкарского госуниверситета, Вильгортских рыбоводных прудов и в лаборатории. Личинок поденок и стрекоз отлавливали в прибрежье водоемов среди макрофитов. Рост личинок *C. simile* и *C. hastullatum* изучали в условиях опыта в стеклянных сосудах (склянках и кристаллизаторах) емкостью 0.8–1.0 л в лаборатории в экспериментальной установке. Эта установка включала сосуд с водой, служащей термостатом, терморегулятор, аквариумные нагреватели, аквариумный компрессор, а также емкости, в которых находились беспозвоночные. В прудах беспозвоночных выращивали в склянках, в этом случае термостатом являлся сам водоем. Опыты проводили при суточной колеблющейся температуре в период с июля по ноябрь 1999 г. Смену воды в сосудах проводили один раз в 3–4 суток природной водой из водоема, откуда брали личинок. Кормом личинкам поденок служили фитопланктон, нитчатые водоросли, личинкам стрекоз – крупные Cladocera, зарослевые виды олигохет, фитофильные хирономиды, личинки поденок на ранних стадиях роста.

Условия эксперимента были максимально, насколько это возможно, приближены к естественным. Кроме смены воды в сосудах на природную, в склянки помещали водные растения, среди которых были отловлены личинки поденок и стрекоз. Суточный ход температуры воды в экспериментальной установке, в период июль–сентябрь, старались приблизить с помощью терморегулятора к суточной динамике температуры воды в естественном водоеме (пруду). Во всех опытах в склянки и кристаллизаторы при смене воды вносили некоторое количество детрита. Личинки подотряда Zygoptera не являются ярко выраженными хищниками: *C. hastullatum* пользуются маской, как ковшом, подцепляя со дна растений детрит и выбирая челюстями все пригодное в пищу (Попова, 1953). Представители другого подотряда – Anisoptera – ловят крупных, подвижных беспозвоночных, включая начальные стадии мальков рыб.

Продолжительность опытов составила: по *C. simile* – 25–113 сут., по *C. hastullatum* – 69–76 сут. Наблюдение за ростом вели при групповом выращивании личинок поденок и стрекоз отдельно культивируя. Опытные беспозвоночные были разделены на размерные группы и по каждому виду объединены в три серии с повторностями в каждой серии. Всего по личинкам поденок проведено 12, по личинкам стрекоз – 13 экспериментальных повторностей.

Суточную удельную продукцию (C_w) находили по скорости соматического роста с учетом отчужденной биомассы (линьки) (Зайка, 1972; Садырин, 1983). Экзувиальную продукцию ($P_{эx}$) рассчитывали исходя из отношения массы экзувия к массе предличиной особи (Хмелева, Голубев, 1984). Значения суточной удельной продукции усреднены по каждой серии, рассчитана ошибка средней. Выведены уравнения зависимости массы тела от длины, приведены коэффициенты детерминации – R^2 . Рассчитаны

линейные зависимости между прижизненно отторгаемым веществом (экзувии) и массой личинок. Определена достоверность зависимостей (Лакин, 1973; Ивантер, Коросов, 1992)

Построение кривых роста, аппроксимирование, вывод уравнений, статистическая обработка экспериментальных данных проведены с помощью пакета программ Microsoft Excel.

Результаты исследований и обсуждение. При групповом выращивании личинок поденок и стрекоз представители обоих видов свободно перемещались по экспериментальным сосудам. Предположение, что экземпляры *C. hastullatum* при совместном выращивании займут определенные охотничьи территории, не оправдалось. Личинки стрекоз, ползая по растениям и детриту, свободно охотились по всему объему экспериментальных сосудов, при этом оборонительной реакции при приближении друг к другу у *C. hastullatum* не наблюдали.

Линейный рост, а также рост массы тела у обоих видов, имеющих эластичные покровы, идет не только во время линек, но и в интервалах между ними. Динамика роста почти полностью описывает личиночные стадии жизненного цикла видов, за исключением самого начального отрезка у *C. hastullatum*. Кривые роста иллюстрируют, что наиболее интенсивный рост идет в первые несколько суток после линьки (потери экзоскелета), причем линейный прирост идет медленнее, чем прирост массы личинок. В последней трети личиночного цикла у *C. simile* и *C. hastullatum* линейные приросты уменьшаются, а соматический рост (массонакопление) усиливается, что хорошо прослеживается на графиках. В опытах при достижении личинками поденок длины (L) = 7.2–7.6 мм и массы (P) = 12–13 мг, личинками стрекоз L = 16–17 мм и P = 52–55 мг следует вылет, личиночная ростовая стадия закончена.

В прибрежье прудов, как следует из наблюдений, предельные линейные и весовые размеры личинок изучавшихся видов составляют для *C. simile* L = 8.5–9 мм, P = 13–19 мг; *C. hastullatum* L = 16.6–17.5 мм; P = 44–56 мг.

Выявлена достоверная положительная корреляция между линейными размерами и массой личинок для обоих изучаемых видов ($r_1 = 0.94$; $n = 31$ и $r_2 = 0.96$; $n = 101$). Зависимости хорошо описываются степенными уравнениями с высокими значениями коэффициентов детерминации. При изменении линейных размеров геометрическая форма тела меняется, у личинок наблюдается отрицательный аллометрический рост, как и у подавляющего большинства водных беспозвоночных. У личинок *C. hastullatum* (подотряд Zygoptera) соотношение линейного и соматического роста по сравнению с личинками *Aeschna juncea* L., *Libellula quadrimaculata* (L.) (подотряд Anisoptera) смещено в сторону линейного роста (Садырин, 2003).

Суточная удельная продукция *C. simile* (табл. 1) выше чем аналогичные характеристики для *C. hastullatum* (табл. 2) в отношении всех размерных групп.

Таблица 1. Характеристики эксперимента и суточная удельная продукция *C. simile*

№ серии	Размерная группа (мг)	C_w (сутки ⁻¹)	Число повторностей (n)	Средняя температура (Т С°)	Продолжительность опытов (сутки)	Сроки эксперимента	Место опытов
1	0.1-13.0	0.024 ± 0.005	5	17.8	103-113	26.07-18.11	Лаборатория
2	1.4-8.0	0.035 ± 0.007	4	19.9	44-78	30.07-01.11	Лаборатория
3	2.1-8.0	0.070 ± 0.004	3	21.8	25-30	26.07-24.08	Вильгортские пруды

Суточная удельная продукция обоих видов колеблется в сравнительно нешироком диапазоне, несмотря на различающиеся температуры воды и размерную группу. Наиболее высокая суточная удельная продукция наблюдалась в первых сериях опытов, когда эксперимент начинали с самыми молодыми возрастными стадиями.

Таблица 2. Характеристики эксперимента и суточная удельная продукция *C. hastullatum*

№ серии	Размерная группа (мг)	C_w (сутки ⁻¹)	Число повторностей (n)	Средняя температура (Т С°)	Продолжительность опытов (сутки)	Сроки эксперимента	Место опытов
1	19-49	0.021 ± 0.001	4	18.1	76-79	23.08-9.11	лаборатория
2	19-45	0.01 ± 0.001	4	19.5	70-76	30.07-14.10	пруды Ботсада
3	21-56	0.012 ± 0.001	5	19.9	69-72	26.07-5.10	Вильгортские пруды

На важность вклада в продукцию водоемов прижизненно отторгаемого вещества указывалось уже давно (Боруцкий, 1939; Bretschko, 1965) однако, подобные данные получены лишь для единичных видов

водных беспозвоночных. Большинство продукционистов не уделяют должного внимания продукции отторгаемого вещества.

Полученные нами данные позволяют оценить долю прижизненно отторгаемого вещества (экзувии) к массе личинок по обоим видам. Существует сильная корреляция между массой личинок и массой сбрасываемого экзувия. Для описания зависимости массы линек от массы личинок использовали линейную функцию вида: $Y = ax + b$, где: Y – масса отторгаемого вещества (экзувии), мг; $x = (B)$ – масса предличинной особи, мг; a и b – коэффициенты регрессии.

Все расчеты сделаны на сырую биомассу после наружного осушивания. Возможно оценивать экзувиальную продукцию ($P_{\text{эк}}$) в долях (процентах) от биомассы вида, как отношение сырой массы ($W^{\text{экз}}$) к сырой массе предличинной особи ($W^{\text{лич}}$): $P_{\text{эк}} = W_{\text{экз}} / W_{\text{лич}}$.

Получены следующие результаты. *C. simile*: размерная группа 0.1–16 мг; $P_{\text{эк}} = 0.37 \pm 0.06$, $P = 0.1$; $r = 0.86$, $P = 0.05$; уравнение регрессии $P_{\text{эк}} = 0.584B - 1.014$, $R^2 = 0.75$.

C. hastullatum: размерная группа 1.6–56 мг; $P_{\text{эк}} = 0.13 \pm 0.02$, $P = 0.05$; $r = 0.90$, $P = 0.05$; уравнение регрессии $P_{\text{эк}} = 0.110B - 0.122$; $R^2 = 0.80$.

Изучена динамика изменения массы сбрасываемого экзоскелета к массе личинки в онтогенезе. У личинок *C. hastullatum* масса сбрасываемого экзоскелета составляла от 4.0 до 27.2% от массы предличинной особи, среднее значение = $13 \pm 0.02\%$. У личинок *C. simile* аналогичные показатели варьировали от 5 до 69%, среднее значение = $37 \pm 0.06\%$. У изучавшихся видов доля экзоскелета к биомассе особи в процессе личиночного онтогенеза увеличивается.

Вопросу о том, при каких температурах – константных или колеблющихся – изучать рост водных беспозвоночных, был подведен итог белорусскими исследователями в конце 70-х годов прошлого столетия (Галковская и др., 1976; Галковская, Сушня, 1978; Сушня, 1978), чему предшествовало ряд работ (Shelford, 1929; Khan, 1965; Munro, 1974). Г.А. Галковской с соавторами (1976) было установлено, что амплитудный терморегим повышает скорость роста *Daphnia magna* Straus в среднем на 31% по сравнению с такой же константной температурой, а генеративный рост (количество отрожденной молодежи) увеличивается в среднем в четыре раза. Однако часть исследователей продолжает проводить эксперименты по росту при константной температуре, перенося полученные в этих условиях ростовые и продукционные характеристики на природные популяции при определении продукции в водоемах.

Заключение. Таким образом, у изучавшихся видов прослежен линейный, соматический рост, суточная удельная, экзувиальная продукция. Линейный и соматический рост *C. simile* и *C. hastullatum* идет не только не только в период линек, но и в интервалах между ними. Особенно интенсивный рост наблюдается в первые 3–4 суток после начала линьки.

За весь период личиночной стадии до момента вылета имаго для *C. simile* $C_w = 0.024 \pm 0.005$ при средней $T = 17.8$ °C; при тех же параметрах для *C. hastullatum* $C_w = 0.021 \pm 0.001$; при средней $T = 18.1$ °C.

Для обоих видов характерен отрицательный аллометрический рост с несколько большей скоростью массонакопления у *C. simile*.

Уравнения регрессии связывающее биомассу изучавшихся видов с экзувиальной продукцией имеют вид: для *C. simile* – $P_{\text{эк}} = 0.584 \cdot B - 1.014$, $R^2 = 0.75$; для *C. hastullatum* – $P_{\text{эк}} = 0.110 \cdot B - 0.122$, $R^2 = 0.80$.

Определенные экспериментально характеристики позволяют рассчитать соматическую и экзувиальную продукцию популяций *C. simile* и *C. hastullatum* в любом лимническом водоеме, имеющем сходный температурный режим, в частности, водоемы, расположенные в подзонах северной, средней и южной тайги.

Список литературы

- Боруцкий Е.В. Динамика биомассы *Chironomus plumosus* профундали Белого озера // Труды лимнол. станции в Косине, 1939. Вып. 18. С. 119–136.
- Галковская Г.А., Еремova Н.Г., Митянина И.Ф. Скорость роста численности экспериментальных популяций *Daphnia magna* Straus в амплитудных термосистемах // Известия АН БССР, Серия биол. наук, 1976. № 2. С. 96–112.
- Галковская Г.А., Сушня Л.М. Рост водных животных при переменных температурах. Минск, Наука и техника, 1978. 141 с.
- Заика В.Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. Киев: Наукова думка, 1972. 147 с.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. Петрозаводск, 1992. 164 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М, 1973. 343 с.
- Попова А.Н. Личинки стрекоз (Odonata). М.-Л., 1953. 235 с.
- Садырин В.М. Скорость роста и суточная удельная продукция некоторых видов фитофильных беспозвоночных // Гидробиол. журнал. 1977. Т. 13, вып. 5. С. 87–90.
- Садырин В.М. Скорость роста и суточная удельная продукция личинок *Dytiscus marginalis* L., *Graphoderes* sp. Aube, *Rhantus* sp. Lac., моллюсков *Planorbis planorbis* (L.) // Гидробиол. журнал. 1983. Т. 19, № 3. С. 37–41.

- Садырин В.М. Скорость роста и суточная удельная продукция личинок стрекоз *Aeschna juncea* (L.), *Libellula quadrimaculata* (L.), *Sympetrum vulgatum* (L.) // Материалы II Междунар. науч. конф. «Озерные экосистемы». Минск, 2003. С. 515–519.
- Сущенко Л.М. Рост водных животных в условиях колеблющихся температур // Элементы водных экосистем. М., 1978. С. 140–150. (Труды ВГБО, Т. 22).
- Хмелева Н.Н., Голубев А.П. Продукция кормовых и промысловых ракообразных (генеративная и экзувиальная). Минск: Наука и техника, 1984. 216 с.
- Bretschko G. Zur larvalentwicklung von Cloeon dipterum, Cloeon simile, Centroptilum luteolum und Baetis rhodani // Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1965. No. 172. P. 17–36.
- Elliott J.M., Humpesch U.H., Macan T.T. Larvae of the British Ephemeroptera // Freshwater biological association, 1998. № 49. 145 p.
- Munro J.G. The effect of temperature on the development of egg. Naupliar and copepodite stages of two species of Copepods: *Cyclops vicinus* Ul. and *Eudiaptomus gracilis* Sars // Oecologia. 1974. Vol. 16, No. 4. P. 355–367.
- Khan F.M. The effects of constant and varying temperature on the development of *Acanthocyclops viridis* (Jurine) // Proc. Roy. Irish Acad., 1965. Vol. 64. P. 159–168.
- Sladecmk V. System of water quality from biological point of view // Arh. Hydrobiol., Beiheft., Ergebnisse der Limnol., 1973. Bd. 7. P. 1–218.
- Shelford V.E. Laboratory and field ecology. Baltimore, Williams and Wilkins Co, 1929. 215 p.

ЭКОЛОГО-СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ И ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭПИФАУНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ

Ю.О. Санжак, А.В. Ляшенко

Институт гидробиологии НАН Украины,

04210, г. Киев, Героев Сталинграда 12, sanzhak_uriy@bigmir.net, artemlyashenko@bigmir.net

Дунай – вторая по протяженности река Европы, а ее дельта одно из крупнейших водно-болотных угодий европейского континента. Наличие разнообразных по своему происхождению биотопов обуславливает высокое видовое и таксономическое богатство животного и растительного мира, неотъемлемой частью которого является эпифауна. Под термином эпифауна мы понимаем гидробионтов населяющих поверхность разнообразных твердых субстратов, находящихся в воде (Романенко, 2001).

Не смотря на то, что исследования этой группы в дельте Дуная, проводятся с начала XIX-го века (Chirica, 1904), эпифауна дельты и по сегодня остается наименее изученной биотической группировкой. До конца 90-х годов прошлого века исследования эпифауны низовий Дуная носили эпизодический характер и касались лишь отдельных аспектов экологии и систематики (Rudescu, 1962; Полищук, 1974; Jurish, 1977; Влатка, Мештров, 1982; Ганзликова, 1982; Афанасьев, Узунов, 1988; Протасов, Афанасьев, 1988; Djukich, Jancovic, 1994). Систематических гидроэкологических исследований не проводилось. Наиболее полно эпифауна представлена в монографии В.В. Полищука (1974), которая посвящена исследованиям видового состава, особенностям количественного развития и зоогеографического распространения гидрофауны (зоопланктон, фитофильная фауна, бентос и эпифауна) р. Дунай. Исследованиями были охвачены разнообразные водные объекты рукава дельты, ерики, солоноватые и пресные заливы, лагуны и озера. Динамичность развития дельты за прошедшие со времен работы В.В. Полищука (1974) десятилетия обусловила определенные отличия в гидроморфологических характеристиках ряда водных объектов. Так в 1960-е годы заливы и озера переднего края дельты имели постоянную связь с морем, меньше зарастали водной растительностью, имели большую проточность, чем в наших исследованиях. Эти особенности мы постарались учесть в своей работе.

В связи со сложным геологическим прошлым региона (Старобогатов, 1970; Виноградов, 2003) фауна беспозвоночных по своему составу достаточно разнородна, состоит из морских, солоноватоводных и пресноводных видов и форм (Марковский, 1954; Григорьев, 1965, 1966; Мороз, 1993). В зоогеографическом отношении район исследований входит в состав континентальной Палеарктической и Понто-Каспийской солоноватой областей (Старобогатов, 1970): Килийский рукав и рукава авандельты относятся к Дунайско-Донской провинции Палеарктической области, а осолоненные и опресненные заливы относятся к Западно-Черноморской провинции Понто-Каспийской области. Учитывая такой неоднородный и сложный зоогеографический состав региона, значительные пробелы в изучении эпифауны беспозвоночных, целью настоящей работы было изучение состава эпифауны разнотипных водных объектов дельты Дуная в эколого-систематическом и зоогеографическом аспектах, а также сравнение полученных результатов с имеющимися ретроспективными данными.

Используя, литературные материалы о происхождении и распространении макрофауны беспозвоночных (Марковский, 1954; Лубянов, 1957; Мордухай-Болтовской, 1978; Зимбалева, 1981; Кобышев,

Кубанцев, 1988; Мороз, 1993; Виноградов, 2003; Харченко, 2004) нами выделены следующие зоогеографические группы:

- виды широкого распространения (ВШР): виды космополиты, а также виды, отмеченные в 3-х и более зоогеографических областях;
- средиземноморско-атлантическо-бореальные (САБ): виды, распространенные в Атлантическом океане, Средиземном, Черном и Азовском морях;
- голарктические виды: распространены в Палеарктической и Неарктической областях;
- палеарктические виды: распространены по всей Палеарктике, включая также европейские, европейско-сибирские виды и эндемики Дунайско-Донской провинции;
- понто-каспийские виды: реликтовые виды, возникшие в Эвксинском бассейне в конце плиоцена и сохранившиеся здесь с древних времен, а также виды нижнехазарской фауны Каспийского бассейна, которые иммигрировали сюда во время соединения Черного и Каспийского бассейнов;
- эндемики: эндемичные виды, распространенные в основном русле р. Дунай и Дунайско-Донской провинции.

В течение 2007–2009 гг. нашими исследованиями были охвачены рукава Очаковский, Быстрый и Восточный, опресненные заливы переднего (морского) края Потапов кут и Делюков кут, и внутридельтовое пресноводное озеро Ананькин кут. Отбор проб и обработка материала выполнялись по общепринятым гидробиологическим методикам (Методи..., 2006).

Всего было зарегистрировано 116 видов и форм макробеспозвоночных, относящихся к 25 таксонам более высокого ранга. Таксономический состав эпифауны исследованных водных объектов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Таксономический состав эпифауны водных объектов дельты Дуная

Таксономические группы	Водотоки					Водоёмы				
	Рукав Быстрый	Рукав Восточный	Рукав Очаковский	Водотоки в целом	Водотоки (60-ые гг.) *	Ананькин кут	Делюков кут	Потапов кут	Водоёмы в целом	Водоёмы (60-ые гг.) *
Oligochaeta	16	17	16	20	4	6	6	6	9	3
Polychaeta	1	2	-	3	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	1	-	-	1	1	-	-	-	-	2
Gammaridae	9	8	8	11	-	-	3	2	3	-
Corophiidae	5	3	5	5	-	-	1	-	1	-
Isopoda	3	2	1	4	-	1	1	1	1	-
Bivalvia	2	2	2	2	1	-	1	-	1	-
Gastropoda	4	4	9	12	5	2	1	4	5	3
Chironomidae	9	11	9	15	1	9	10	8	14	1
Ephemeroptera	-	-	-	-	-	1	1	1	3	-
Coleoptera	-	1	-	1	-	2	-	-	2	-
Heteroptera	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-
Trichoptera	2	3	-	3	1	-	-	-	-	-
Hydrozoa	3	1	1	3	3	1	-	-	1	4
Bryozoa	1	2	-	2	1	1	1	1	1	2
Porifera	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4
Прочие	2	5	6	10	2	3	2	2	4	1
Итого	58	61	57	92	20	26	27	28	48	20

Примечание. * Данные В.В. Полищука (1974).

В видовом отношении наиболее богато были представлены личинки комаров-звонцов (Chironomidae) – 23 вида, малощетинковые черви (Oligochaeta) – 21 вид, брюхоногие моллюски (Gastropoda) – 15 и бокоплавцы (Gammaridae) – 12 видов. Наибольшей встречаемостью характеризовались *Cricotopus silvestris* F., 1794 и *Stylaria lacustris* Linnaeus, 1767. Зафиксировано также 5 видов корофиид (Corophiidae), 4 вида равноногих ракообразных (Isopoda), по 3 вида полихет (Polychaeta), поденок (Ephemeroptera), клопов (Heteroptera), ручейников (Trichoptera); по 2 вида ресничных червей (Turbellaria), пиявок (Hirudinea), двустворчатых моллюсков (Bivalvia), мшанок (Bryozoa), гидроидных полипов (Hydrozoa), личинок и имаго жуков (Coleoptera). Остальные группы, такие как усонogie ракообразные, мизиды, личинки стрекоз, коретры, лимониды, комары-мокрецы и водяные клещи насчитывали по одному таксону.

Наибольшее таксономическое и видовое богатство зарегистрировано в рукаве Восточный (61 вид из 17 таксонов высшего ранга), а наименьшее – в пресноводном озере Ананькин кут (25 видов из 10 таксо-

нов). В рукавах Быстрый и Очаковский отмечено 58 и 57 видов соответственно. Для водоемов переднего края дельты Потапов и Делюков отмечено по 28 видов. Работами предыдущих авторов (Полішук, 1974; Jankovic, 1977; Афанасьев, Узунов, 1988; Протасов, Афанасьев, 1988) в основном русла Дуная зарегистрировано более 100 видов эпифауны беспозвоночных, и только 30 видов – в дельте. Отметим, что в основном русле были наиболее полно изучены подвижные формы: личинки комаров-звонцов и малощетинковые черви; в дельте, наоборот, – прикрепленные формы мшанки, губки, гидрозои и др.

Нами не встречены многие виды указанные в работах предшествующих лет. Такие как мшанка *Membranipora denticulatum* (Pallas), описанная В.В. Полищуком для водоемов дельты, губки *Heteromeyenia baileyi* (Bowerbank) и *Ephydatia mulleri* (Liljeborg), гидроидный полип *Moerisia maetotica* (Ostroumov), а также представитель внутриворончатых *Urnatella gracilis* (Leydig). Вместе с тем нами отмечены виды, которые ранее зарегистрированы на украинском участке основного русла реки и ее дельте не были. Это представитель понто-каспийской реликтовой фауны двустворчатый моллюск *Dreissena bugensis* (Andrusov), отмеченный летом 2007 г. в рукаве Восточный. Ранее, этот вид упоминался лишь в работе В.В. Полищука (1974) в составе донной фауны пелореофильных группировок, в заводях и береговых затонах основного русла реки и Килийского рукава дельты. Еще один новоявленный вид – гидроидный полип *Bougainvillia megas* (Kinne), отмеченный нами в 2009 г. в рукаве Быстрый, впервые обнаруженный в Черном море на территории Болгарии (Paspalev, 1933).

Сообщества эпифауны как водотоков, так и водоемов дельты более чем на 60% состоят из видов пресноводной фауны (водотоки – 68.5%, водоемы – 89.8%), они же и ранее (Полішук, 1974) доминировали (водотоки – 70%, водоемы – 85%) в составе эпифауны (табл. 2).

Таблица 2. Представленность (%) различных эколого-зоогеографических групп в эпифауне

Эколого-зоогеографические группы	Рукав Быстрый	Рукав Восточный	Рукав Очаковский	Водотоки в целом	Водотоки (60-ые гг.)*	Ананьин кут	Делюков кут	Потапов кут	Водоемы в целом	Водоемы (60-ые гг.)*
По отношению к солёности										
Пресноводные виды	56.9	73.8	68.4	68.5	70.0	100.0	89.2	92.9	89.8	85.0
Солоноватоводные виды	29.3	26.2	29.8	25.0	15.0		10.7	7.1	10.2	5.0
Морские виды	8.6			5.4	15.0					10.0
По зоогеографическому признаку										
Виды понто-каспийской фауны	27.6	26.2	26.3	22.8	15.0		14.3	7.1	8.2	5.0
САБ	6.9			4.3	5.0					15.0
ВШР	22.4	21.3	19.3	16.3	25.0	16.0	14.3	17.9	12.2	20.0
Голарктические виды	12.1	11.5	8.8	11.9	25.0	12.0	10.7	10.7	8.2	10.0
Палеарктические виды	20.7	27.9	26.3	26.1	30.0	52.0	50.0	50.0	59.2	50.0
Виды эндемики	1.7	1.6	5.3	4.3						

Примечание. САБ – средиземноморско-атлантическо-бореальные, ВШР – виды широкого распространения, * данные В.В. Полищука (1974).

Нами зарегистрировано 24 вида солоноватоводной фауны, наибольшее число (17) отмечено в рукавах Быстрый и Очаковский, наименьшее – в заливе Потапов кут (2). В озере Ананьин кут, за время проведенных нами исследований, виды солоноватоводной фауны не зарегистрированы. В.В. Полищук (1974) в 60-х гг. прошлого столетия отмечал всего 3 вида этого комплекса.

Среди представителей солоноватоводной фауны особый интерес вызывают виды понто-каспийской фауны, с одной стороны, это реликты, существующие в регионе со времен третичного периода, а с другой – многие из них сегодня стали активными расселенцами, осваивающими новые местообитания за пределами понто-каспийского региона (среди них моллюски дрейссены, бокоплавы, корофииды). Всего в этой фаунистической группе зарегистрировано 22 таксона беспозвоночных, ядро которого составляют ракообразные – 17 видов. Также отмечено по 2 вида полихет и двустворчатых моллюсков, и 1 вид гидроидных полипов. Наибольшее число видов-реликтов отмечено в рукавах Быстрый и Восточный – по 16 видов, наименьшее в – заливе Потапов кут – 4 вида.

Виды морского происхождения (5 таксонов) отмечены нами только в устье рукава Быстрый: это 2 вида равноногих ракообразных *Idotea ostroumovi* (Sowinsky) и *Sphaeroma serratum* (Fabricius), а также усоногие ракообразные *Balanus improvisus* (Darwin), полихеты *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) и гидроидный полип *Bougainvillia megas* (Kinne). По сравнению с данными В.В. Полищука (1974) число морских видов значительно уменьшилось в водотоках дельты, а в заливах ее переднего края нами не отме-

чено ни одного вида, хотя ранее они составляли 10 % от общего количества зарегистрированных таксонов (табл. 2).

Наиболее полно зоогеографические группировки представлены в эпифауне рукава Быстрый. Виды понто-каспийской фауны преобладают в рукавах Быстрый и Восточный, в рукаве Очаковский эта группа равнозначна числу палеарктических видов. Им значительно уступают голарктические виды и виды широкого распространения. Ранее (Полищук, 1974) в составе эпифауны наоборот доминировали палеарктические виды, также больше по сравнению с видами понто-каспийского происхождения было голарктических видов и видов космополитов (табл. 2).

Средиземноморско-атлантическо-бореальная фауна представлена 4 видами, которые нами встречены только в рукаве Быстрый. Гидроидный полип *Bougainvillia megas* (Kinne) новый вид в составе гидрофауны дельты. Остальные три *Idotea ostroumovi* (Sowinsky), *Sphaeroma serratum* (Fabricius) и *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) весьма обычны, встречаются в составе донных ценозов (Полищук, 1974; Мороз, 1993; Ляшенко и др., 2007).

Видов широкого распространения – 16, наибольшее количество (13) их отмечено в рукавах Быстрый и Восточный; голарктических, распространенных преимущественно в рукавах дельты – 11 видов, в водоемах – всего 4 вида.

Палеарктические виды – самые многочисленны (48 видов), 45 из них широко распространены в Центральной и Западной Европе, 3 эндемики Дунайско-Донской провинции: *Fagotia esperi* (Ferussac), *Fagotia acicularis* (Ferussac) и *Theodoxus danubialis* (Clessin). Наибольшее количество палеарктических видов сосредоточено в водоемах дельты (59%). Многочисленны они также и в рукавах Восточном (27.9%) и Очаковском (26.3%).

Таким образом, как в ретроспективный, так и в современный периоды в эпифауне дельты Дуная преобладают пресноводные виды, в тоже время существенно увеличилось видовое богатство солоноватоводной фауны. Так В.В. Полищук (1974) указывал 3 вида: *Dreissena polymorpha* (Pallas), *Moerisia maeotica* (Ostroumov) и *Cordylophora caspia* (Pallas), нами отмечено уже 24 вида. В эпифауне дельты доминируют палеарктические виды, особенно много их в заливах переднего края дельты. В целом же, сравнение полученных нами материалов с данными прошлых лет, указывает, что основные изменения затронули комплекс морских видов, которых стало меньше, а также представителей солоноватоводной фауны, представителей которой стало больше по сравнению с данными 60-х гг. прошлого века.

Список литературы

- Афанасьев С.А., Узунов И.И. Группировки олигохет (по материалам международной экспедиции, март 1988) // Мат. I-й междунар. комплексной экспедиции по изучению Дуная: Сб. Ч. II. Киев: ВИНТИ. 1989. С. 37–44.
- Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения / [Т.А. Харченко, В.М. Тимченко, А.И. Иванов и др.]; под. ред. Л.П.Брагинского. К.: Наук. думка, 1990. 350 с.
- Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов / Под ред. В.Д. Романенко. Киев: Наукова Думка, 1993. 328 с.
- Виноградов А.В. Фауна мшанок (Phylactolaemata + Eurystomata) Понто-Каспийской солоноватоводной области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2003. Т. 5, № 2. С. 256–267.
- Влатка Т., Мештров М. Личинки хирономид в загрязненной реке Сава на участке от Загреба до Сиска // Материалы XX Международной конференции по изучению Дуная. К.: Наукова думка. 1982. С. 188–189.
- Ганзликера Г. Биологические помехи в оросительных каналах на Малом Дунае // Материалы XX Международной конференции по изучению Дуная. К.: Наукова думка, 1982. С. 117–118.
- Григорьев Б.Ф. Гидробиологическое районирование низовьев Южного Буга по составу и динамике численности донной фауны // Гидробиол. журн. 1965. Т. 1, № 5. С. 20–28.
- Григорьев Б.Ф. Фауна донных беспозвоночных низовьев Южного Буга. Автореферат кандидатской диссертации, Одесса, 1966. 30 с.
- Зимбалева Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ. Киев: Наукова думка, 1981. 216 с.
- Кобышев Н.М., Кубанцев Б.С. География животных с основами зоологии. М.: Просвещение, 1988. 190 с.
- Лубянов И.П. К биоэкологической характеристике донной фауны среднего Днестра в связи с гидростроительством // Проблемы гидробиологии внутренних вод – 3, вып. 7. 1957. С. 181–187.
- Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е., Маковский В.В. Современное состояние макрофауны украинской части низовий Дуная // Гидробиол. журн. 2007. 43, № 2. С. 23–37.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состав и распространение каспийской фауны по современным данным // Элементы водных экосистем (Труды). Т. XXII. М.: Наука, 1978. С. 100–139.
- Мороз Т.Г. Макрозообентос лиманов и низовьев рек северо-западного Причерноморья. Киев: Наукова Думка, 1993. 188 с.
- Методи гідроecологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
- Полищук В.В. Гидрофауна понизья Дуная в межах України. К.: Наукова думка, 1974. 421 с.
- Протасов А.А., Афанасьев С.А. Перифитон Дуная и оценка качества воды в реке // Материалы I международной комплексной экспедиции по изучению Дуная: Сб. Ч. II. Киев: ВИНТИ. 1989. С. 26–32.

- Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов. Л.: Наука, 1970. 372 с.
- Харченко Т.А. Биоразнообразие понто-каспийской реликтовой фауны в Дунайском бассейне (обзор) // Гидробиол. журн. 2004. 40, № 6. С. 58–84.
- Chirica C. Notes sur les Bryozoaires de Roumanie, Ann. Sci. Univ. Jassy. 1904, № 3. S. 1–11.
- Djukić Nada, Brancó Mil Jancović. Wassergute und die verteilung des zooperiphytons die bodenbesatzung im fluss crni Timok // 30 Arbeitstagung der IAD, ZUOZ. Schweiz. 1994. S. 394–397.
- Paspalev G. Hydrobiological researches in the Varna Golf // Arb. Biol Meerest in Varna. 1933. 2. P. 29–32.
- Janković M. Untersuchungen von Chironomiden larven im Periphyton des Donauteill zwischen Berdan und Zemlin // Arch. Hydrobiol. 1977. Suppl. 52, № 1. S. 1–15.

ДИНАМИКА БИОГЕНОВ, БИОМАССЫ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ХОДЕ ПРОЦЕССА ЭВТРОФИКАЦИИ

В.Б. Сапунов

Российский Государственный Гидрометеорологический университет, sapunov@rshu.ru

Понятие «трофность» для характеристики водоемов было введено в начале XX-го века Тинеманом как показатель «кормности». Сейчас оно трактуется намного шире. Трофность – это и первичная биопродукция и общее содержание органики биогенного происхождения [3, 5, 8]. Важнейший процесс, происходящий с любым водоемом – эвтрофикация. Это закономерная эволюция экосистемы, в направлении, которое следует из фундаментального понимания Вернадским законов развития живого мира [2]. Эвтрофикация является нарушением лимнологической системы, в том плане, что прежняя структура экологических, и, в частности, трофических отношений нарушается и возникает новая. Однако в конечном итоге общая биологическая масса на территории водного бассейна возрастает, и биогенная миграция стремится к росту.

Повышение трофности приводит к цветению воды – т.е., численному росту цианобактерий и низших одноклеточных водорослей – зеленых, диатомовых. С точки зрения народно-хозяйственных целей цветущий водоем является неблагоприятным, т.к. не пригоден для большинства вариантов природопользования. Разработка широко применимой модели процесса эвтрофикации затрудняется отсутствием полного понимания некоторых экологических закономерностей существования водных систем. Если экология наземных систем достаточно полно изучена благодаря фундаментальным трудам В.И. Вернадского, В.Н. Сукачева и др., то экология водных систем изучена менее досконально [17]. В качестве основного материала для разработки такого рода фундаментальных вопросов можно использовать данные многолетних наблюдений за Рыбинским водохранилищем [3] и серию теоретических обобщений этих наблюдений. В плане обобщения и осмысления наибольшая заслуга принадлежит выдающемуся гидробиологу Ф.Д. Мордухаю-Болтовскому. Он впервые дал описания биоразнообразия водных беспозвоночных внутренних водоемов, проанализировал процесс циклических колебаний численности популяций низших ракообразных, описал роль тепловых выбросов в динамике зарастания водоема. Ему же принадлежит аргументированная постановка вопроса о роли тепловых и атомных станций в эволюции водоемов [10]. При написании данной работы использованы идеи и наблюдений этого замечательного ученого. Работа, обобщает серию полевых оценок и наблюдений в водоемах Ленинградской области и Китая (провинции Хейлуньдзянь) и ставит следующие задачи:

1. Уточнить понятие «трофность».
2. Выделить составляющие процесса эвтрофирования.
3. Предложить подходы к логико-математическому описанию процесса эвтрофирования водоема.
4. Наметить пути управления процессом эвтрофирования.

Классификация водоемов и подходы к решению проблемы их очистки

Ввиду несовершенства традиционных методов измерения трофности и отсутствия общепринятой шкалы обычно ограничиваются качественным делением водоемов на следующие категории, варьирующие от минимальной до максимальной трофности – дистрофные, олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, и гиперэвтрофные. Иногда приводят определенные количественные оценки (см. табл. 1), хотя они не являются общепринятыми [3]. При этом один и тот же водоем в разных местах может иметь разные показатели трофности. Так, Ладожское озеро является классическим олиготрофным водоемом. Однако под антропогенным воздействием в некоторых местах близ западных берегов оно стало мезотрофным и даже местами эвтрофным [9]. Повышение трофности любого водоема, как естественного, так и искусственного происхождения – объективный процесс. Он осуществляется на основе фундаментальных законов существования биосферы, говорящих о стремлении к проявлению максимума жизни в любой точке биосферы. Вместе с тем повышение трофности разрушает устоявшиеся экологические связи и меняет состояние водоема. Достоверный рост трофности осуществляется в том случае, если исчерпана ассими-

ляционная емкость гидробиологической системы, т.е. способность принимать поллютанты без существенной перестройки своей экологической структуры [9, 18].

Таблица 1. Концентрация органического вещества в водоемах разной степени трофности

Тип водоема	Количество органического вещества, г/м ³
Дистрофный	менее 0.5
Олиготрофный	0.5–1
Мезотрофный	1–3
Эвтрофный	3–10
Гиперэвтрофный	более 10

Искусственные водоемы отличаются от естественных, однако, развиваются в том же направлении. Гидрохимический режим искусственных водохранилищ формируется вместе со всей экосистемой новых водоемов. Различают три фазы формирования режима водохранилищ. Первая – вспышка трофности. Характеризуется интенсивным ходом биохимических процессов в связи с распадом затопленной растительности и высвобождением значительного количества фосфора и азота, идущего на построение планктонных водорослей и бактерий. В водоеме на этой фазе резко выражены заморные явления. Вторая фаза – трофическая депрессия – наступает после затухания процесса распада растительности в результате ее заиливания продуктами разрушения берегов и размыва ложа водоема. На этой фазе резко сокращается развитие бактериальной микрофлоры и снижается биомасса планктона и бентоса. Третья фаза характеризуется повторным повышением трофии по мере формирования новых иловых отложений.

Эвтрофикацию нельзя рассматривать ни как положительный, ни как отрицательный процесс. Стремление биогенов к росту – объективная реальность развития биосферы. Однако при антропоцентрическом подходе к рациональному природопользованию приходится считаться с тем, что разные типы водоемов пригодны для разных форм прикладного использования.

Чаще всего экологи и гидробиологи производят визуальную оценку водоема в соответствии с упомянутыми категориями. Однако визуальная оценка не всегда бывает точной. Широко распространены методы оценки состояния водоема по хемолюминисценции хлорофилла. Важный метод оценки общей органики, и, следовательно, трофности – оценки химического потребления кислорода – ХПК. Это общая концентрация кислорода, равная количеству бихромата, потребленному растворенным и взвешенным веществам при обработке пробы воды данным окислителем в определенных условиях.

Эвтрофирование имеет своим биологическим результатом вспышку размножения цианобактерий [18]. За этим стоят глобальные экологические закономерности, с которыми приходится считаться. С точки зрения интересов человека эта вспышка является нежелательной в силу следующих обстоятельств:

1. Нарушение природных биоценозов в ходе создания искусственных водоемов приводит к отклонению от состояния экологического равновесия. В результате расширяется экологическая ниша для цианобактерий. Начинается процесс цветения воды. Это особенно актуально для волжских, донских водохранилищ, некоторых водоемов на территории Китая [19, 20].
2. Цианобактерии создают биомассу, не имеющую практического значения в хозяйственной деятельности. Они нарушают санитарное состояние воды, не пригодны на корм промысловым рыбам.

Оптимальным способом борьбы с биогенными загрязнениями воды является исходное соблюдение экологических нормативов в ходе любых преобразований природной среды. Один из эффективных путей профилактики – создание водоохранной зоны вокруг водоемов, засаженной многолетними древесными растениями. Экологический смысл создания зоны состоит в следующем. Корневая система растений поглощает биомассу, содержащую цианобактерий и органические эвтрофирующие вещества, необходимые для их гетеротрофного питания, и преобразуют их в древесную массу. Небиологические способы очистки водоема, хотя и находят определенное ограниченное применение, не могут быть признаны перспективными. В основе данной группы методов лежит снижение общей биомассы водоема за счет внедрения в толщу воды ядовитых неорганических веществ. Распространенный физический метод очистки водоема – создание искусственного тока воды, который препятствовал бы эвтрофикации и зацветанию. Указанный метод контроля уровня трофности является трудоемким, дорогостоящим, требующим специальных технических решений. В основе физико-биологических способов борьбы с зарастанием и цветением водоемов лежит управление физическим составом воды с целью сокращения возможной экологической ниши для цианобактерий. Предотвращение попадания в воду 1 кг фосфора препятствует образованию 1000 кг водорослей. Удаление из водной толщи одного килограмма азота и одного килограмма углекислоты препятствует образованию 100 кг водорослей.

Основа природной самоочистки – деструкция органики. Она определяется комплексом условий. Важнейшее из них – количество в воде кислорода. Показано, что чем больше кислорода в воде, тем ин-

тенсивнее идет процесс деструкции. Скорость деструкции может быть выражена через константу потребления кислорода: $K = 1/t \lg X_1 (X_1 - X_2)$, где X_1 , X_2 – потребление кислорода за время t и $2t$. Предложено использовать в качестве индекса самоочищения водоемов показатель Φ/D – отношение первичной продукции фотосинтеза к деструкции. Если эта величина превышает единицу, то качество воды предлагается оценивать как хорошее, если Φ/D меньше единицы – качество воды ухудшается [3].

Биологические способы очистки воды следует признать наиболее перспективной. Для проведения биологической очистки воды используются биологические особенности большой группы организмов от простейших до высокоорганизованных многоклеточных. Использование простейших – в первую очередь амёб и инфузорий, проживающих в придонном слое и иле – эффективный метод биологической самоочистки. Ракообразные представляют собой многочисленную группу, имеющую большую роль в биоценозах и могущая быть активно использована в методах биологического контроля [9, 10]. Вместе с тем, по настоящему эффективных методов использования их для биологической самоочистки вод разработано сравнительно немного. На протяжении многих лет изучалась возможность использования в самоочистке соленых и солоноводных вод рачка *Pleopis polyphemoides*, обитающего в Средиземном море. Известен, но мало распространен метод внедрения в водный биоценоз личинок двукрылых насекомых *Chaobos flovicans*, активно поедающих планктон и цианобактерии. Моллюски используются главным образом, для биоиндикационных исследований состояния водоема. Так, перловица своим наличием свидетельствует об относительно чистой воде и характеристике водоема как олиготрофного. Известна попытка использования моллюска дрейсены (*Dressena polymorpha*) в качестве очистителя водоемов от биогенной органики [3, 12]. Применение макрофитов на сегодня наиболее широко распространенный способ биологической очистки воды. Очень высока очищающая способность камышей – при высадке 100–200 растений на m^2 прибрежной полосы возможно очищение от биогенной органики $2 m^3$ воды, заполненной цианобактериями в сутки. Существует, по крайней мере, несколько тысяч видов водных растений, которые можно использовать для подавления размножения цианобактерий. Очистка с помощью двух видов камыша успешно проведена в Можайском водохранилище [3].

Более сложный вариант очистки – подключение к системе проточных вод болота, т.е. создание русла, проходящего через высокоэвтрофированный водоем или через болото. Это требует проведения комплекса гидротехнических мероприятий, но дает хороший эффект. Высокая биомасса и продуктивность болота приводит к тому, что органика в нем оседает и далее течет вода с низкой степенью трофности. Действие биогенной органики и цианобактерий на рыбные запасы неоднозначно. Первичная органика обычно увеличивает рыбные запасы. Превращение ее в массу цианобактерий снижает рыбные запасы. Однако, есть набор видов, например, карповых, которые могут обитать в высокоэвтрофных водоемах. Поедание планктона, в том числе цианобактерий осуществляется молодью рыб. Биомасса карповых рыб находится в обратной зависимости от биомассы цианобактерий. По мере размножения карповых, масса цианобактерий падает. Однако существует критический уровень биомассы цианобактерий, при котором размножение никаких рыб, в том числе карповых, становится невозможным [6].

Динамика развития водоема

Как отмечалось выше, каждый водоем проходит определенные стадии развития, связанные с изменением трофности, биомассы, биологического разнообразия. В этом проявляются генеральные принципы эволюции биоты, направленные на увеличение биомассы [2, 4]. Водоем заменяется болотом, болото на торфяник, торфяник на лес [3]. Автор данной работы на протяжении многих лет участвовал в экспедициях по изучению двух районов земного шара – Востока Ленинградской области, где находится Тихвинская водная система, и системы болот Джалон в Китае (провинция Хейлундзянь, окрестности г. Харбина). Основные результаты изложены в литературе [16, 19, 20, 21].

Водоемы и водотоки Тихвинской водной системы на территории Бокситогорского района Ленинградской области были разделены на 7 категорий по уровню трофности. 1 – дистрофные, 2 – олиготрофные, 3 – мезотрофные, 4 – мезотрофные с переходом к эвтрофированию, 5 – эвтрофные, 6 – гиперэвтрофные, 7 – болото. В таблице 2 приведены сравнительные характеристики уровня трофности и ХПК. Методика оценки и локализация водоемов представлены в работе [16]. Показатели, полученные двумя разными методами высоко коррелированы – коэффициент корреляции более 0.8. Вместе с тем корреляция характеристик, отражающих загрязненность биогенами с уровнем трофности невелика – 0.12. На ранней стадии эвтрофирования наблюдается корреляция между трофностью и количеством органического углерода, потом корреляция становится отрицательной. Большой объем материала был получен при исследовании процесса эвтрофикации болота Джалон в Китае. По мере эвтрофирования меняется видовое разнообразие высших организмов на территории болота. Таким образом, данные об изменении численности и биоразнообразия оказываются неоднозначными. Численность некоторых видов растёт, некоторых – сокращается. Это естественный процесс изменения спектра видов по мере эвтрофирования водоема.

Таблица 2. Результаты анализа суммарного содержания органических соединений в водных пробах методом озонхемоллюминесценции

Уровень трофности	Концентрация органического углерода методом хемоллюминесценции, условные единицы	ХПК бихроматным методом
1	27	15
2	17	18
3	49	59
4	60	30
5	26	50
6	42	44
7	30	25

В таблице 3 приведены основные показатели, характеризующие состав воды для водной составляющей болота и косвенно отражающие трофность.

Таблица 3. Показатели трофности вод в болоте Джалон (мг/л)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	2000	2005
N	0.646	0.842	0.251	0.128	0.191	0.483	0.131	0.252	0.510
P	0.280	0.160	0.060	0.200	0.100	0.220	0.060	0.130	0.035
ХПК	8.32	8.56	10.15	6.96	8.87	12.18	5.67	13.65	11.11
БПК ₅	5.68	6.05	7.89	4.60	6.21	10.56	4.38	11.45	10.77

Логико-математическое описание процесса эвтрофирования

Изложим графически основные происходящие при этом процессы (см. рис.). Сначала трофность растет, но не линейно. Наилучшее приближение процесса эвтрофирования во времени дает параболическая зависимость. Некоторые авторы [14] полагают, что в определенный момент по мере снижения количества кислорода возможно резкое снижение трофности после ее роста на ранней стадии эвтрофирования. Однако такое снижение не фиксируется достоверно разными методами. Дело в том, что при недостатке кислорода снижение числа аэробных микроорганизмов компенсируется ростом числа анаэробов, и в целом по мере эвтрофикации трофность продолжает расти, хотя и с убывающей скоростью.

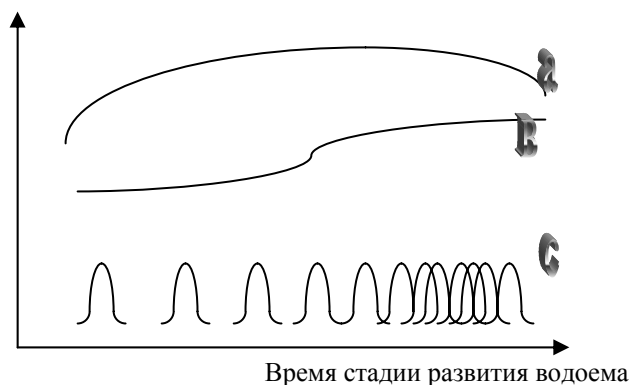


Рис. Динамика эволюции водоема.

На кривой А отражена динамика изменения концентрации биомассы в воде, измеренной методами ХПК или ОХЛ. Начиная с определенного момента, в воде начинает развиваться экосистема макрофитов, которая отнимает часть органики у микрофитов и, несмотря на эвтрофирование и зарастание, вода начинает очищаться. Это обстоятельство, соответствующее фундаментальным законам экологии, учитывается при методах очистки воды, основанных на применении ботанических площадок. Общее же количество биомассы на единицу площади при этом возрастает. Математическое приближение этой кривой: $f(T) = AT^2$, где $A < 0$.

Последнее обстоятельство четко видно из рисунка (кривая В). Это – кривая Ферхюльста, отражающая большой комплекс экологических процессов [4]. На максимум кривая выходит в тот момент, когда территория бывшего водоема зарастает деревьями. Математическое приближение этой кривой возможно через гиперболический тангенс – $f(T) = A \operatorname{th} T$.

Кривая С отражает видовое разнообразие на разных стадиях эволюции водоема, постепенно превращающегося в лес. Каждой стадии эволюции свойственен определенный набор видов из числа n . Каждый вид предпочитает определенный показатель трофности и биомассы. При этом по мере роста биомассы (кривая В) увеличивается и видовое разнообразие. При этом в каждой конкретной стадии могут быть обнаружены виды, свойственные другой стадии в качестве редких и скрытых. Теория скрытых видов была разработана в предыдущих работах автора [14]. Математическое приближение этих кривых – кривая Гаусса, с помощью которой в экологии традиционно описывают зависимость степени благоприятности параметра среды (в данном случае – трофности и биомассы) от его количественного показателя.

Таким образом, состояние водоема (S) можно оценить как функцию трех переменных – концентрации органических веществ (A), биомассы (B) и биоразнообразия (C), т.е. $S = F(A, B, C)$. Количественное состояние этих трех показателей дает основу для определения перспектив дальнейшего развития водоема.

Существует еще один биологический способ очистки воды. В ходе многолетних наблюдений за распространением насекомых-фитофагов было обнаружено новое, неизвестное прежде явление – уединенная популяционная волна – УПВ [13]. Она представляет собой высокоплотное скопление насекомых,

движущихся по полю сплошным фронтом. В результате этого движения происходит практически полное уничтожение кормового субстрата, в данном случае – амброзии. Одним из авторов сообщения была решена задача определения условий существования и распада волны [1, 15]. Динамика распространения УПВ близка к динамике лесного пожара. Развитие и совершенствование моделей УПВ стало возможным на основе привлечения аппарата прикладной математики, созданного Я.Б. Зельдовичем для описания процесса взрыва. Для возникновения волны необходимо переуплотнение популяции в территории исходного заселения. В результате на периферии возникает дуговая волна, которая обеспечивает расселение животных по всей площади, пригодной для обитания. При этом территория, заселяемая организмами, растет не в экспоненте (как это должно следовать из моделей Гаузе) [4], а в квадратичной зависимости от времени. При постоянной скорости движения радиус круга растет в линейной зависимости от времени, а площадь, соответственно, в зависимости от второй степени времени. Это описывается формулой: $N = Kt^2$, где K – постоянный коэффициент. Управляемое движение УПВ, по сути, оказалось единственным экологическим методом, способным полностью очистить экосистему от нежелательной биоорганической массы. Последние годы начались предприниматься попытки приложить обнаруженное явление УПВ для описания и управления процессами, происходящими в водных экосистемах на материале водоемов и водотоков Северо-запада [13]. Оказалось, что УПВ может существовать в водной среде в трех модификациях.

1. Объемная трехмерная волна, распространяющаяся по типу медленного взрыва, соответствующая расселению планктона из области первичного заселения при условии переуплотнения. Это возможно при условии относительно больших глубин и высокой концентрации биогенов, что имеет место в Западной части Финского залива. Если речь идет о распространении в водной среде с движением в трех измерениях, то там зависимость от времени может быть кубической: $N = Kt^3$. Такое распространение планктонных организмов, поедающих органику, может привести к быстрой очистке водоема и снижения его трофности до приемлемых значений.

2. Стоячая волна. Возникает в потоке, несущем органические загрязнения. УПВ является стоячей относительно берега, но подвижной относительно тока воды. Появление стоячей волны планктона обеспечивает практически полную очистку воды от загрязнителей органической природы. Предварительные наблюдения показывают возможность такого явления в некоторых реках, впадающих в Финский залив с Карельского перешейка.

3. УПВ макробентоса может распространяться в пределах полосы, форма и ширина которой определяется частной экологией объекта. Например, высшие раки живут лишь на определенных глубинах, не уходя ни выше, ни ниже. Возможная зона их обитания имеет вид полосы, идущей вдоль берега. При локальном переуплотнении ракообразных, возникающем при интродукции, возникает волноподобный процесс, идущий в пределах полосы. Такое явление автор совместно с В.П. Федотовым обнаружил в оз. Березно Псковской области. Прогноз миграции благородных раков (*Astacus astacus*), составленный на основе модели УПВ, дал удовлетворительное приближение к динамике реального заселения озера раками (неопубликованные данные).

Таким образом, представление об УПВ, описывающее распространение подвижных многочисленных организмов в наземной и водной среде может стать важным аппаратом экологического прогноза, реальным инструментом управления структурой экосистем, очистки от биогенов водоемов и водотоков.

Имеются сведения о существовании стоячих уединенных популяционных волн в движущемся потоке реки, где планктонные организмы образуются в волну, не пускающую дальше биогенную органику. Волна движется по принципу красной Королевы, т.е. подвижная относительно тока воды, но неподвижная в пространстве. Такого сорта неопубликованные данные имеются в отношении самоочистки р. Селенги. Уединенная популяционная волна планктона, стоящая близ впадения в Байкал, приводит к тому, что до Байкала большая часть биогенной органики не доходит и эвтрофирование Байкала не стимулируется.

Заключение

Эвтрофирование водоема – естественный процесс, который нельзя остановить, но можно модифицировать с учетом знания законов экологии для практических нужд. Наиболее перспективным методом очистки воды от биогенных загрязнителей и от цветения является комплекс биологических методов, основанных на перераспределении биомассы в пользу растительных организмов и высших рыб. Главным звеном управления процессом биологической очистки воды является численность водных растений и сухопутных, растущих близ водоема. Использование водных животных имеет не определяющее, а корректирующее значение. Наиболее эффективно использование комплексного метода, основанного на управлении численности и биомассой 2–3 экологически взаимосвязанных видов. Одним из наиболее эффективных методов снижения трофности может стать использование уединенной популяционной волны. Однако этот метод требует существенной доработки. Очистка водоема от биогенной органики и цианобактерий не может быть проведена до конца, ибо это противоречило бы законам гомеостатичности

экосистем. Все работы по управлению трофностью и зарастанием водоема могут быть эффективными лишь при одном условии – наличии оперативного метода контроля за трофностью водоема.

Список литературы

1. Биологическая индикация в антропоэкологии, Л.: Наука, 1984.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 2001. 375 с.
3. Водохранилища мира. Л.: Наука, 1979. 288 с.
4. Гаузе Г.Ф. (1934). Борьба за существование – www.ggause.com.
5. Дмитриев В.В. Оценка экологического состояния водных объектов суши. Экология. Безопасность. Жизнь. Экологический опыт гражданских и общественных инициатив. Гатчина, 1999. С. 200–217.
6. Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 265 с.
7. Изюмова Н.А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути ее формирования. Л.: Наука, 1977. 284 с.
8. Исидоров В.А. Введение в химическую экотоксикологию. СПб.: Изд. СПбГУ, 1997.
9. Мелентьев К.В. Озонохемилюминисцентный метод контроля качества природных вод. Канд.дисс. С-Пб., 2002.
10. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Тепловые электростанции и жизнь водоемов // Природа, 1975. №1. С. 57–66.
11. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Некоторые данные о темпах видообразования водной фауны // Бюлл. МОИП, отд. Биол. 1959. Т. 64, вып. 4. С. 141–144.
12. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Ривьер И.К. Хищные ветвистоусые фауны мира. Л.: Наука, 1987. 182 с.
13. Сапунов В.Б. Возможности использования уединенной популяционной волны для управления экосистемами Балтийского региона // 8 Межд. Экол. Форум «День балтийского моря». СПб., 2007. С. 345.
14. Сапунов В.Б. Скрытый экологический резерв биосферы // Региональная экология. 1998. 1. С. 13–17.
15. Сапунов В.Б. Взаимоотношение генетических и физиологических механизмов при адаптации на популяционном уровне. Докт. Дисс. Красноярск, 1989. 250 с.
16. Сапунов В.Б. Тихвинская водная система – история, современное состояние и перспективы частичной реставрации // Уч. Записки РГГМУ. 2007. № 4. С. 83–124.
17. Сапунов В.Б., Шикунец Г.Ф., Цюй Чэнцзюнь. Три составляющих процесса эвтрофикации: динамика биогенов, биомассы и биоразнообразия. Прогноз и управление // Экологическая химия. 2009. Т. 18, вып. 1. С. 46–54.
18. Фомин Г.С., Ческис А.Б. Вода. Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам. Справочник. М.: Геликон, 1992. 392 с.
19. Цюй Чэнцзюнь. Циклы и многолетняя динамика экологических процессов на болоте Джалон в связи с колебаниями климата и антропогенным фактором // Сборник трудов конференции «Юбилейные чтения памяти А.Л. Чижевского, посвященные 110-летию ученого». С-Пб., 2007. С. 165–168.
20. Цюй Чэнцзюнь. Об охране болот КНР // История науки и техники. Сборник трудов. Т. 7. С-Пб., 2007. С. 95–97.
21. Цюй Чэнцзюнь. Влияние природных и антропогенных факторов на экологическое состояние болота Джалон (КНР). Кандид. дисс. С-Пб., 2008. 166 с.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НОВОГО ДЛЯ ВОДОЕМА ВИДА *CYCLOPS KOLENSIS* LILLJEBORG, 1901 В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

А.С. Семенова

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО),
236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, д.5, a.s.semenowa@rambler.ru

Введение. Куршский залив – крупная мелководная (площадь 1584 км², объем 6.2 км³, средняя глубина 3.8 м) пресноводная лагуна Балтийского моря, подвержена сильному антропогенному воздействию. Периодически на акватории залива наблюдаются «гиперцветения» воды за счет массового развития синезеленых водорослей, биомасса которых в отдельные годы значительно превышает уровень, обуславливающий вторичное загрязнение водоема (Александров, 2009). В последние годы случаи «гиперцветения» участились. Так, начиная с 1980-х годов, биомасса фитопланктона в летний сезон по классификации Г.Г. Винберга всегда была на уровне «интенсивного цветения» (10–100 г/м³), а в течение 9 лет достигала состояния «гиперцветения» (более 100 г/м³) (Александров, 2009; Винберг, 1979; Olenina, 1998). В период «гиперцветения» и после него наблюдается снижение содержания кислорода и заморные явления, которые наиболее ярко проявляются в прибрежной мелководной зоне залива. Таким образом, за последние десятилетия изменился трофический статус залива, и он из эвтрофного состояния перешел в «гиперэвтрофное» (Александров, 2009).

Зоопланктон Куршского залива изучается с 20-х годов прошлого века и на сегодняшний день изучен довольно полно и насчитывает 136 таксонов рангом ниже рода (Науменко, 2009). В современный период зоопланктонном сообществе Куршского залива нами были отмечены новые виды ветвистоусых ракообразных (*Daphnia galeata* Sars, *Diaphanosoma mongolianum* Ueno и *Coronatella (Alona) rectangula* (Sars)), которые способны массово развиваться в эвтрофных и гиперэвтрофных водоемах (Андроникова, 1996; Коровчинский, 2004; ФлцЯнер, 2000; Hülsmann, Voigt, 2002).

Из представителей р. *Cyclops* в водоеме ранее были отмечены 3 вида: *C. scutifer* (Sars), *C. strenuus* Fischer и *C. vicinus* Ulian (Науменко, 1994). В 2007 г. нами впервые был зарегистрирован новый для водоема вид – *Cyclops kolensis* Lilljeborg. Целью данной работы было изучение сезонной динамики и пространственного распределения *C. kolensis* Lilljeborg в Куршском заливе Балтийского моря.

Материал и методика. Исследования зоопланктона Куршского залива проводили в марте–ноябре 2007–2009 гг. Изучали три участка: литоральную зону, центральную часть и переходную между ними зону. Отбор проб в центральной зоне водоема проводили в 2007–09 гг. с апреля по ноябрь 1 раз в месяц на 6 стандартных станциях АтлантНИРО, равномерно охватывающих всю российскую часть Куршского залива. В переходной прибрежной зоне в 2007 г. пробы отбирали с марта по сентябрь 4 раза в месяц, в 2008–09 гг. с апреля по октябрь 2 раза в месяц на стандартной станции, расположенной в 500 м от берега в районе научно-исследовательской базы АтлантНИРО. В литоральной зоне исследования были эпизодическими, пробы собирали в 2007–08 гг. 1–2 раза за сезон на 2–4 участках в основном открытого мелководья. Кроме этого в литоральной зоне в декабре 2008 г. на 2 участках также была проведена однократная съемка.

В центральной и переходной зоне пробы собирали батометром Ван-Дорна объемом 6 л с глубин 0.5, 1.5 и 3.0 м, при этом в 2007 и 2008 гг. пробы с разных горизонтов просматривались отдельно, а в 2009 г. сливались вместе для получения одной интегральной пробы. В литоральной зоне пробы собирали на глубине 0.5–1.5 м с помощью ведра, процеживая 50–100 л воды. Для концентрации зоопланктона использовали планктонную сеть с мельничным газом № 70. Пробы фиксировали 4%-м формалином с сахарозой (Haney, Hall, 1973).

Результаты и их обсуждение. Популяция *Cyclops kolensis* Lilljeborg была представлена неполовозрелыми особями, самцами, самками без яйцевых мешков и самками с яйцевыми мешками, при этом соотношение возрастных групп изменялось в сезонном аспекте (табл. 1).

Таблица 1. Изменение соотношения возрастных групп *Cyclops kolensis* по месяцам в 2007–09 гг.

Стадия	Месяц							
	III	IV	V	VI	IX	X	XI	XII
Копеподиты I-III	64%	51%	60%	0%	0%	0%	9%	16%
Копеподиты IV-V	9%	25%	24%	99%	94%	74%	70%	65%
Самцы	9%	9%	2%	0%	2%	15%	5%	3%
Самки	18%	12%	14%	1%	4%	11%	18%	16%
Самки с яйцевыми мешками	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

В сентябре и октябре встречались только единичные особи *C. kolensis*, которые в этот период, по-видимому, начинали выходить из состояния диапаузы, в популяции отсутствовали как копепоидиты I–III стадий, так и размножающиеся самцы и самки, численность и биомасса *C. kolensis* были низки – 0.2–0.3 тыс. экз./м³ и 1.6–2.0 мг/м³ соответственно. В ноябре–декабре в составе популяции *C. kolensis* появлялись копепоидиты I–III стадий, что говорит о том, что популяция, по-видимому, приступала к размножению, однако самки с яйцевыми мешками и самцы со сперматофорами нами в этот период не отмечались, что говорит о том, что размножалась лишь некая небольшая часть популяции циклопа в какие-то непродолжительные отрезки времени, что не позволило нам при нашей периодичности сборов и методах отбора проб зарегистрировать размножающихся половозрелых самцов и самок *C. kolensis*. Численность и биомасса *C. kolensis* в ноябре–декабре возрастали до 0.6–3.4 тыс. экз./м³ и 4.3–29.0 мг/м³ соответственно. В январе и феврале исследования водоема не проводились и поэтому сказать, что было с популяцией *C. kolensis* в этот период невозможно. Однако, если судить по данным исследований на других водоемах (Ривьер, 1986), можно предположить, что популяция в этот период размножалась вплоть до вскрытия водоема в марте, однако интенсивность этого процесса была невелика. Средняя за период исследования численность и биомасса *C. kolensis* составляли 5.8 тыс. экз./м³ и 66.8 мг/м³ соответственно.

Как численность, так и биомасса *C. kolensis* изменялись по горизонтам, по зонам и по годам исследований. В оба года исследований, когда нами производился отбор проб на разных горизонтах, наблюдалось неодинаковое вертикальное распределение численности и биомассы *C. kolensis* в зависимости от сезона. Ранней весной (в марте–апреле) численность и биомасса *C. kolensis* незначительно различались по горизонтам, при этом младшие возрастные стадии тяготели к поверхностному горизонту, тогда как половозрелые особи – к среднему и придонному. Затем с мая по октябрь практически вся популяция *C. kolensis* была сосредоточена в придонном и частично в среднем горизонте, численность и биомасса *C. kolensis* в поверхностном горизонте были минимальны, поздней осенью и в начале зимы (в ноябре–декабре) наблюдалось поднятие части циклопов (особенно младших возрастных стадий) в поверхностный горизонт, но все равно основная часть популяции была сосредоточена в среднем и придонном горизонтах. Такое неравномерное распределение *C. kolensis* по горизонтам в зависимости от сезона года свя-

зано с особенностями его биологии, в частности с тем, что этот вид в летнее–осенний период находится в состоянии диапаузы, образуя скопления на дне водоема. В целом за период исследования максимальные численность и биомасса *C. kolensis* наблюдались в придонном горизонте. Сходные данные по распределению *C. kolensis* по горизонтам были получены И.К. Ривьер (1986), которая отмечает, что этот вид в основном сосредоточен у дна.

В центральной зоне водоема наблюдалось достаточно равномерное распределение численности и биомассы *C. kolensis* по станциям отбора проб, максимальные численность и биомасса этого вида были отмечены на станциях, расположенных в центральной зоне залива. В переходной прибрежной и литоральной зоне численность и биомасса *C. kolensis* были в 1.4–2.1 раза выше, чем в центральной зоне.

Максимальная численность и биомасса *C. kolensis* во всех зонах залива отмечалась в 2009 г., минимальная – в 2007 г., больше всего на межгодовые различия численности и биомассы этого вида оказывала его численность и биомасса в апреле–мае, когда отмечались максимальные их величины. При этом была отмечена обратная зависимость между численностью и биомассой *C. kolensis* в апреле–мае и температурой воды в предшествующий зимний период. Согласно ряду долгосрочных наблюдений за сезонной динамикой *C. kolensis* в ряде европейских озер был сделан вывод о том, что наблюдалось снижение количественных показателей этого вида при возрастании температуры в зимний период времени (Adrian, Deneke, 1996; Blank et al., 2009).

Как уже отмечалось выше, самки с яйцевыми мешками были отмечены в планктоне Куршского залива только в апреле, число яиц в обоих яйцевых мешка (плодовитость) по сравнению с данными приводимыми для этого вида из других водоемов невелико (табл. 2). Межгодовая изменчивость плодовитости *C. kolensis* незначительна, что говорит о том, что это достаточно постоянная величина.

Таблица 2. Некоторые параметры *C. kolensis* из различных водоемов по литературным и собственным данным

Параметр	Рылов, 1948	Монченко, 1974	Мазепова, 1978	Ривьер, 1986	Стрелецкая, 2006	По нашим данным
Число яиц в двух яйцевых мешках, шт.	14-36 (-)	30-64 (-)	46 (29)	25-81 (48)	-	12-42 (20)
Размер самца, мм	-	1.04-1.10 (-)	0.84-0.93 (-)	0.90-1.25 (-)	-	0.8-1.03 (0.93)
Размер самки, мм	1.03-1.77 (-)	1.50-1.74 (1.62)	0.86-1.40 (-)	1.13-1.55 (-)	- (1.39)	0.95-1.25 (1.13)

Примечание. *Для всех параметров указаны «минимальные-максимальные (средние величины)». «-» – данные отсутствуют.

При этом наблюдалось возрастание плодовитости при движении от центральной зоны к литоральной. Между длиной самки и числом яиц в яйцевых мешках была отмечена заметная положительная связь ($R^2 = 0.55$).

Нами также были проведены аналогичные сравнения размеров самцов и самок *C. kolensis* со средними размерами, которые указываются для этого вида в литературе (табл. 2). В результате было установлено, что и размеры этого вида в Куршском заливе значительно меньше, указывающихся для этого вида в ряде других водоемов. Межгодовая изменчивость размеров также была невелика, но наблюдалось небольшое возрастание средних размеров при движении от центральной зоны к литоральной. Была прослежена и сезонная изменчивость средних размеров *C. kolensis*, средние размеры половозрелых особей возрастали от марта до конца апреля, когда их значения были максимальны, а затем снижались к июню, оставаясь примерно на том же уровне и в осенне-зимний период.

Заслуживает внимания вопрос о времени, причине и способе вселения *C. kolensis* в Куршский залив. Из литературных данных известно, что ареал этого вида охватывает значительную часть северной Палеарктики и северной Неарктики, он отмечен в озерах Прибалтики, Белоруссии и Украины, в массе встречается в Байкале, Волжских водохранилищах, водоемах Западной Сибири. Также этот вид широко распространен в водоемах Европы – в Швеции, Польше, Италии и Германии (Монченко, 1974). Между рядом водоемов, где отмечен этот циклоп, и Куршским заливом существуют векторы переноса, по которым он мог попасть в залив. Одним из факторов, способствующих такому переносу, могло послужить наличие у *C. kolensis* стадии диапаузы, в которой, согласно литературным данным, вид может легче перенести транспортировку и, таким образом, более успешно заселить новое местообитание (Wonham et al., 2005). Успешному вселению этого вида также мог способствовать высокий трофический статус Куршского залива, как известно *C. kolensis* обитает преимущественно в эвтрофированных озерах, а также переносит сильное обеднение растворенным кислородом. Куршский залив в настоящее время является гиперэвтрофным водоемом, в период массового развития фитопланктона и после него наблюдается снижение содержания кислорода и заморные явления, которые наиболее ярко проявляются в прибрежной мелководной зоне залива (Александров, 2009).

Вопрос о времени вселения *C. kolensis* в Куршский залив достаточно сложно решить однозначно, что связано с тем, что этот вид не встречается в массе в планктоне на протяжении всего года, а только ранней весной и поздней осенью-зимой, а на протяжении последних 20 лет исследования зоопланктона Куршского залива проводились с конца мая по октябрь, таким образом, этот вид, возможно, присутствовал в планктоне, но не мог быть обнаружен. Подробные исследования зоопланктона Куршского залива до этого проводились в зимний период в 70–80-е гг. прошлого века (Крылова, 1985; Науменко, 1994), однако в тот период времени этот вид зарегистрирован не был. Таким образом, предположительно вселение *C. kolensis* в Куршский залив могло произойти в период с 1986 по 2006 гг. Как раз в этот период произошло и изменение трофического статуса водоема, и он из мезотрофного стал гиперэвтрофным, что также могло способствовать успешной натурализации этого вида.

Заключение

C. kolensis является типичным обитателем эвтрофных и гиперэвтрофных водоемов России и Европы. В 2007 г. он впервые был отмечен в Куршском заливе Балтийского моря. Максимального развития в заливе этот вид достигал в апреле, когда также происходило его интенсивное размножение, затем он впадал в состояние диапаузы, и появлялся в планктоне только осенью, однако количественные показатели этого вида с сентября по декабрь оставались на низком уровне.

Наблюдалось неоднородное вертикальное и горизонтальное распределение *C. kolensis* по акватории Куршского залива. Максимальная численность и биомасса этого вида были отмечены в придонном горизонте, в пространственном отношении – в литоральной зоне залива. Наблюдаемая межгодовая изменчивость количественных показателей *C. kolensis* предположительно связана с температурой воды в предшествующий зимний период. Плодовитость и средние размеры *C. kolensis* значительно меньше указываемых для ряда водоемов, при этом размеры и плодовитость не одинаковы в разных зонах залива, максимальны они в литоральной зоне, минимальны в центральной, что может быть связано с неодинаковыми температурными и трофическими условиями в этих зонах водоема.

Вселение и успешная натурализация *C. kolensis* предположительно произошли в период с 1986 по 2006 гг. и связаны как с гиперэвтрофным статусом Куршского залива, так и с наличием векторов переноса между заливом и водоемами, где обитает этот вид.

Считаю своим долгом выразить искреннюю благодарность Н.Г. Шевелевой за ценные консультации при установлении видовой принадлежности *C. kolensis*, а также И.К. Ривьер, В.А. Гусакову и В.И. Лазаревой за подтверждение идентификации этого вида.

Список литературы

- Александров С.В. Многолетние изменения трофического статуса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутренних вод. 2009. № 4. С. 27–34.
- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Винберг Г.Г. Опыт применения разных систем биологической индикации загрязнения вод в СССР // Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоемов. Л.: Наука, 1979. С. 285–289.
- Коровчинский Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, зоогеография). М: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 410 с.
- Крылова О.И. Функционирование планктона и бентоса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря в связи с их экологическими различиями / Атлант. НИИ рыб хоз-ва и океанографии. Калининград, 1985. 225 с. Рус. Деп. в ЦНИИТЭИРХ 21.10.85, N 714 - РХ.
- Мазелова Г.Х. Циклопы оз. Байкал // Труды Лимнологического института Сибирского отделения. Новосибирск, 1978. Т. 28 (49). 143 с.
- Монченко В.И. Фауна Украины (Cyclopidae). Т. 27. Вып. 3. Киев: Наук. думка, 1974. 451 с.
- Науменко Е.Н. Видовой состав зоопланктона Куршского залива Балтийского моря // Гидробиологические исследования в Атлантическом океане и бассейне Балтийского моря. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1994. С. 20–33.
- Науменко Е.Н. Зоопланктон в эстуариях разного типа (на примере Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря) // Биология внутренних вод. 2009. № 1. С. 76–85.
- Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л.: Наука, 1986. 160 с.
- Рылов В.М. Cyclopoida пресных вод // Фауна СССР. Ракообразные. Т. 3, вып. 3. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 318 с.
- Стрелецкая Э.А. Анализ биометрических показателей *Cyclops kolensis* Lilljeborg S.L. (Crustacea: Cyclopoida) из удаленных местонахождений Палеарктики // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2006. № 4. С. 45–53.
- Adrian R., Deneke R. Possible impact of mild winters on zooplankton succession in eutrophic lakes of the Atlantic European area // Freshwater Biology. 1996. V. 36. P. 757–770.
- Blank K., Haberman J., Haldna M., Laugaste R. Effect of winter conditions on spring nutrient concentrations and plankton in a large shallow Lake Peipsi (Estonia/Russia) // Aquatic Ecology. 2009. V. 43, № 3. P. 745–753.
- Fluяner D. Die Naplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 2000. 428 p.

- Haney J.F., Hall D.J. Sugar-coated Daphnia: A preservation technique for Cladocera // *Limnol. and Oceanog.* 1973. Vol. 18. No 2. P. 331–333.
- Hülsmann S., Voigt H. Life history of Daphnia galeata in a hypertrophic reservoir and consequences of non-consumptive mortality for the initiation of a midsummer decline // *Freshwater Biol.* 2002. V. 47. № 12. P. 2313–2324.
- Olenina I. Long-term changes in the Kursiu Marios lagoon: Eutrophication and phytoplankton response // *Ecologija.* 1998. № 1. P. 56–65.
- Wonham M., Bailey S., MacIsaac H., Lewis M. Modeling the invasion risk of diapausing organisms transported in ballast sediments // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science.* 2005. Vol. 62. P. 2386–2398.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

А.С. Семенова, Н.Н. Жигалова

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО), 236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, д. 5, a.s.semenowa@rambler.ru

Введение. В российской зоне юго-восточной Балтики исследования зоопланктона проводились на протяжении многих лет. Последнее десятилетие это были систематические посезонные наблюдения, результатами которых явились характеристики качественного и возрастного состава, количественного развития и площадного распределения основных компонентов и всего зоопланктона в целом по сезонам и годам. Однако продукционные характеристики планктонного сообщества района исследований не вычислялись и не рассматривались, хотя известно (Иванова, 1985), что именно через него проходит значительная часть общего потока энергии. Основную роль в зоопланктоне Балтики играют веслоногие и ветвистоусые ракообразные (до 80% суммарной численности и более 90% – биомассы) и значение продукции, создаваемой ими в экосистеме водоема, трудно переоценить.

При всем многообразии способов определения продукции водных беспозвоночных, наиболее приемлемыми и распространенными являются расчетные методы (Методы..., 1968; Алимов, 1979, 1989; Иванова, 1985; Примаков, Бергер, 2007). При этом используется балансовое равенство обменных процессов особи, популяции или сообщества $C = (P + R) / f$, где C – рацион, P – продукция, R – скорость метаболизма (дыхания), f – коэффициент усвояемости пищи. Для ориентировочных расчетов коэффициент усвояемости пищи принимается равным 0.8 (Методы..., 1968).

Целью настоящего исследования было определение продукции планктонных ракообразных в российской зоне юго-восточной Балтики по данным многолетнего мониторинга.

Материал и методика. Для данной работы использованы результаты обработки около 900 проб, собранных в ходе регулярных сезонных съемок (в зимний, весенний, летний и осенний сезоны) в 1995–2009 гг. в российской зоне юго-восточной Балтики. Планктон отбирался сетью Джели (диаметр 37 см, газ № 38 или 70) вертикальным обловом столба воды 0–100 м (дно). Обработка проводилась в камере Богорова в соответствии с методикой, принятой HELCOM, с предварительным отбором крупных единичных форм из целой пробы (HELCOM, 1988). Объем пробы доводился до 100 мл, из которых штемпель-пипеткой Гензена отбиралось для обработки 0.5 или 1.0 мл в зависимости от концентрации организмов в пробе. Содержимое пипетки просматривалось в камере Богорова под бинокулярным микроскопом. Полученные величины численности организмов (N , экз./м³) пересчитывались на весь объем. При обработке учитывались организмы мезопланктонной фракции (1–5 мм) (Schütt, 1892), принадлежащие, главным образом, к веслоногим (Copepoda) и ветвистоусым (Cladocera) ракообразным. Большинство организмов идентифицировалось до вида. У копепод определялась копеподитная стадия развития и видовая принадлежность науплиев.

Биомасса (B , мг/м³) рассчитывалась по сырой массе организмов (W , мг) с использованием формул зависимости длина-масса, а продукция копепод и кладоцер (P_z , мг/м³·сутки) – по формуле балансового равенства обменных процессов.

Для приближенного расчета относительной величины суточных рационов ракообразных применялась формула $C = 0.0746W^{0.80}$ (Сушения, 1975), где использовались полученные величины сырой массы отдельных организмов (W , г).

Траты организмов на обмен определялись как $R = (24Q_1CW^k - 4.86) / c$, где $Q_1CW^k = Q$ млО₂/ч – потребление кислорода организмом за единицу времени; Q_1 – коэффициент равный обмену при $W=1$, K – константа, показывающая скорость изменения обмена при возрастании массы организма. При расчетах были использованы величины полученные (Сушения, 1972) для ракообразных: $Q_1=0.125$ и $K=0.759$; 4,86 – оксикалорийный коэффициент, кал/млО₂; c – калорийность организма, кал/г. Калорийность сырого вещества организмов принималась равной 500 кал/г (Методы..., 1968; Методические рекомендации..., 1982).

Поскольку используемое уравнение для расчета зависимости рациона рачка от массы тела получено для 20 °С при расчетах трат на обмен в формулу вносится температурная поправка $q = 2.25^{0.1(t-20)}$ (Винберг, 1983; Примаков, Бергер, 2007). В результате для расчета продукции зоопланктона была использована формула, предложенная (Примаков, 2004; Примаков, Бергер, 2007):

$$P_z = (C_f - R)N_z q = (0.0746W^{0.8} \cdot 0.8 - 0.125W^{0.759} \cdot 4.86 \cdot 24 / 500)N_z \cdot 2.25^{0.1(t-20)} \cdot 1000$$

При расчетах продукции не были учтены малочисленные представители меропланктона и коловратки.

Результаты и обсуждение. Основу биомассы рачкового зоопланктона Балтийского моря составляют веслоногие (Copepoda) и ветвистоусые (Cladocera) ракообразные, среди которых преобладают нехищные виды. Наиболее массовыми видами, играющими ведущую роль в водах юго-восточной Балтики, являются копеподы *Pseudocalanus elongatus* (Boeck), *Temora longicornis* (Müller), виды р. *Acartia* (*A. bifilosa* (Giesbrecht), *A. longiremis* (Lilljeborg), *A. tonsa* (Dana)), *Centropages hamatus* (Lilljeborg), составляющие почти 90% суммарной массы всех веслоногих. Более 80% общей биомассы ветвистоусых представлено кладоцерами *Bosmina coregoni maritima* (Mueller), *Evadne nordmanni* (Loven), *Podon intermedius* (Lilljeborg), *Podon leuckarti* (Sars).

В 70–80-е годы прошлого века наиболее многочисленными видами копепод являлись *P. elongatus* и *T. longicornis*, среднегодовая биомасса которых составляла соответственно 30 и 25% общей биомассы веслоногих (Очерки..., 1984). Произошедшие в начале 1990-х гг. значительные экосистемные изменения, явившиеся следствием самого продолжительного отсутствия адвекции североморских вод, эвтрофикации моря, общего потепления, а также возросшего вылова трески и имевшей место в связи с этим перестройкой ихтиоцены, не могли не отразиться на состоянии зоопланктона. Один из основных кормовых видов копепод *P. elongatus* стал замещаться мелкими многочисленными видами р. *Acartia*. Доля *P. elongatus* и *T. longicornis* в составе биомассы зоопланктона снизились до 17 и 9% соответственно. Однако увеличение роли видов р. *Acartia* было значительным лишь в общей численности зоопланктона, в общей массе рачков они составили чуть более 8% (табл. 1).

Таблица 1. Среднегодовые продукционные характеристики основных видов планктонных ракообразных юго-восточной части Балтийского моря

Вид	Численность, тыс. экз./м ³	Биомасса, г/м ³	K ₂	C _B	P/B
Copepoda					
<i>Acartia</i> spp.	5.7	0.08	0.31	0.021	7.6
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	3.1	0.15	0.35	0.018	6.8
<i>Temora longicornis</i>	5.0	0.08	0.35	0.022	8.2
<i>Centropages hamatus</i>	1.5	0.03	0.37	0.023	8.0
Итого	15.3	0.34	0.34	0.020	7.5
Cladocera	9.7	0.30	0.40	0.023	8.4
Всего	25.0	0.64	0.38	0.022	8.0

Примечание. K₂ – коэффициент эффективности использования усвоенной пищи на рост, C_B – среднесуточная удельная скорость продукции, P/B – отношение продукции к средней биомассе (среднее за сезон).

Суммарная биомасса всех копепод снизилась. Кратный рост среднегодовой общей биомассы зоопланктона был связан, главным образом, с интенсивным увеличением обилия и доли ветвистоусых с 25% в 1970–80 гг. до 50% в 1995–2009 гг. Именно кладоцеры создают в настоящее время до 60% суммарной среднегодовой продукции планктонных ракообразных.

Межгодовая динамика биомассы анализируемой группы планктонных организмов по годам полных сборов практически совпадает с изменениями среднегодовой продукции.

Благодаря увеличению теплозапаса в зимне-весенний период и хорошим условиям зимовки происходит рост численности и биомассы, размножающихся весной видов зоопланктона. Максимальное развитие зоопланктона и, соответственно, максимальная его биомасса и продукция наблюдались в годы наиболее сильного прогрева воды (2001, 2005 и 2006 гг.).

Минимальная величина суммарной продукции отмечается в зимний сезон (2% годовой) с нарастанием к весне (17%), максимумом летом (72%) и резким падением в осенний период (9%). Основную часть продукции зимой (67%) и более трети (34%) осенью создает *P. elongatus*. Другие массовые виды копепод *T. longicornis*, виды р. *Acartia* и *C. hamatus* производят в сумме до 20–35% продукции. Основную ее часть в весенне-летний период (52–66%) создают ветвистоусые ракообразные.

Суточная продукция планктонных ракообразных изменялась в разные сезоны от 1.7 до 324.7 мг/м³, составляя в среднем 49.6 мг/м³, а валовая среднегодовая – 18.1 г/м³. Для общего объема вод российской зоны юго-восточной Балтики (около 68·10¹⁰ м³) величина продукции планктонных ракообразных составляла примерно 12.3 млн. т. в год, что эквивалентно 6.15·10¹² ккал/год при калорийности изучаемой группы зоопланктона 0.5 ккал/г сырой массы.

Продукционные характеристики основных видов планктонных ракообразных, рассчитанные по осредненным данным сезонных съемок 1999–2007 гг., приведены в таблице 1.

Для оценки продуктивности системы за длительный промежуток времени обычно применяется соотношение продукции к общей биомассе за этот временной интервал – Р/В-коэффициент. Диапазон величин этого коэффициента довольно велик, что связано, главным образом, с температурным режимом района исследований (Бергер, 2007). В данном случае Р/В-коэффициенты для основных видов планктонных ракообразных имели минимальные величины 2.3–2.7 в холодный период года. Весной они возрастали до 4.4–5.5, а летом отмечался максимум – 9.8–10.9. Осенью значения коэффициента снижались до 5.3–6.4. Наиболее высокие значения Р/В в течение всего года были характерны для *Centropages hamatus* и *Temora longicornis* и представителей кладоцер весной и осенью, а низкие – для *P. elongatus*. Межсезонная динамика величины Р/В-коэффициента одинакова для всех рассматриваемых видов. Средний за сезон Р/В-коэффициент для всех исследованных видов был равен 8.0.

В целом для основных компонентов рачкового зоопланктона юго-восточной части Балтики суммарный Р/В-коэффициент (как сумма сезонных величин) оказался равным 23.1, что говорит о таком темпе воспроизводства, при котором средняя биомасса возобновляется около 23 раз в год.

Заключение. Зоопланктон является важным звеном в трофической цепи, через него идет основной поток энергии от низших ее звеньев (бактерио- и фитопланктона) к высшим (рыбам). Поэтому важно изучение не только структурных (видовой состав, численность, биомасса), но и функциональных (траты на обмен, продукция, рацион) характеристик зоопланктонного сообщества (Иванова, 1985).

На основании данных многолетнего мониторинга, проводимого в 1995–2009 гг. в российской зоне юго-восточной Балтики, были получены данные по продукции массовых видов рачкового зоопланктона. Основная часть продукции зоопланктона создавалась ветвистоусыми ракообразными (около 60%), доля которых в зоопланктоне в последние годы возросла в связи с локальным потеплением последних лет и эвтрофированием Балтийского моря.

Сезонная динамика продукции планктонных ракообразных была одинаковой во все годы исследований, минимальные ее величины наблюдались в зимний сезон с нарастанием к весне, максимумом летом и резким падением в осенний период.

Максимальное развитие зоопланктона и, соответственно, максимальная его биомасса и продукция наблюдались в годы наиболее сильного прогрева воды.

Суточная продукция планктонных ракообразных составляла в среднем 49.6 мг/м^3 , а валовая среднегодовая – 18.1 г/м^3 . Для общего объема вод российской зоны юго-восточной Балтики (около $68 \cdot 10^{10} \text{ м}^3$) величина продукции планктонных ракообразных составляла примерно 12.3 млн. т. в год, что эквивалентно $6.15 \cdot 10^{12} \text{ ккал/год}$.

В целом для основных компонентов рачкового планктона юго-восточной части Балтики суммарный Р/В-коэффициент (как сумма сезонных величин) оказался равным 23.1, что говорит о таком темпе воспроизводства, при котором средняя биомасса возобновляется около 23 раз в год.

Список литературы

- Алимов А.Ф. Определение продукции биоценозов // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 139–141.
- Винберг Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журнал общей биологии. 1983. Т. 44, №1. С. 3–42.
- Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах. Л.: ЗИН АН СССР, 1985. 222 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Гос.НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1984. 33 с.
- Методы определения продукции водных животных. Минск: Высшая школа, 1968. 245 с.
- Очерки по биологической продуктивности Балтийского моря. Т. 2. Планктон. М., 1984. 375 с.
- Примаков И.М. Структура планктонного сообщества в устьевой части губы Чупа: опыт многомерного анализа // Морские и пресноводные биосистемы севера Карелии. СПб. 2004. С. 138–152. (Тр. Биол. НИИ СПбГУ; Вып. 51).
- Примаков И.М., Бергер В.Я. Продукция планктонных ракообразных в Белом море // Биология моря. 2007. Т. 33., № 5. С. 356–360.
- Сущеня Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев: Наукова думка, 1972. 195 с.
- Сущеня Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск: Наука и техника, 1975. 207 с.
- HELCOM: Guidelines for the Baltic Sea Monitoring Programme for the Third Stage. Part D. Biological Determinands. Baltic Sea Environ. Proc., 1988.D. № 27. 161pp.
- Schütt F. Analytische Planktonstudien. Kiel und Leipzig: Lipsium und Tischer., 1892. S. 1–117.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В ВИСЛИНСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В.С. Семенова, А.С. Семенова, О.А. Дмитриева

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
236000, Россия, г. Калининград ул. Дм. Донского, д. 5,
a.s.semenowa@rambler.ru, sewerasl@rambler.ru, phytob@yandex.ru

Введение. Вислинский залив, расположенный в юго-восточной части Балтийского моря одна из крупных лагун Балтики имеющая важное рыбохозяйственное и рекреационное значение. Половина площади лагуны находится в пределах России, другая половина – в пределах Польши. По форме залив напоминает вытянутый прямоугольник. От Балтийского моря залив отделен узкой песчаной косой и соединяется с морем проливом шириной около 400 м и глубиной 8–12 м. Протяженность залива составляет 87 км, общая площадь зеркала – 838 км², длина береговой линии – 270 км. Залив характеризуется мелководностью, средняя глубина всего залива составляет 2.7 м, в российской части – 3.1 м, максимальная глубина зафиксирована в районе пролива – 5.2 м. Площадь водосборного бассейна Вислинского залива составляет 23870 км². В залив впадают более 10 рек и речек, самой крупной и многоводной из которых является Преголя. В результате воздействия р. Преголи восточная часть залива пресноводная. В непосредственной близости к проливу соленость воды повышается. Ежегодно в летний период в составе сообществ фитопланктона активно развиваются синезеленые водоросли, составляя значительную долю суммарной биомассы (Дмитриева, 2007). Известно, что присутствие зоопланктона в ряде случаев оказывает стимулирующее влияние на продукционные характеристики фитопланктона (Гутельмахер, 1986), а также, что крупный рачковый зоопланктон может отрицательно влиять на интенсивность нарастания численности синезеленых водорослей (Gliwicz, 1977), особенно в отсутствие прессы молоди рыб (Погожев, Герасимова, 2001). Как фитопланктон, так и зоопланктон Вислинского залива изучаются уже достаточно длительный период времени (Шарейко-Лукшевич, 1957; Крылова, 1985; Науменко, 2009; Дмитриева, 2007). Однако взаимоотношения этих двух групп в Вислинском заливе изучены слабо. Поэтому целью исследования было изучение сезонных изменений фито- и зоопланктона и их трофических взаимоотношений в Вислинском заливе.

Материал и методы. Исследования фито- и зоопланктона Вислинского залива проводились с апреля по октябрь 2008–2009 гг. Пробы отбирались на 5 стандартных многолетних гидробиологических станциях, расположенных в соответствии с гидрологическим и гидрохимическим делением Вислинского залива, с периодичностью один раз в 2–3 недели. В Вислинском заливе станции 1 и 2 располагаются в Калининградском заливе и находятся под влиянием стока р. Преголя; ст. 3 расположена на стыке между Калининградским заливом, Приморской бухтой и Прибалтийским районом. Станция 6 находится в Прибалтийском районе, на который непосредственно воздействуют затоки соленых вод Балтийского моря. Станция 7 расположена в обширном центральном районе залива. Всего в 2008–2009 гг. было выполнено 6 комплексных съемок. Интегральные пробы фитопланктона отбирали и обрабатывали по стандартной методике в камере «Ножотта». Всего за период исследования было собрано и обработано 30 проб фитопланктона. (Методика изучения ..., 1975). Пробы зоопланктона отбирали батометром Ван-Дорна с трех горизонтов (в поверхностном, срединном и придонном слое) и обрабатывали по стандартной методике (Киселев, 1969; Методические..., 1984). Всего собрано и обработано 60 проб зоопланктона. Биомассу зоопланктона рассчитывали по размерной структуре и численности видов, рацион – как сумму продукции, трат на обмен и неусвоенной пищи для каждой размерной группы (Методические ..., 1984). При расчете рационов принимали, что усвояемость пищи растительной зоопланктоном составляет 60%, хищным – 80%; для всеядных видов копепод на стадиях IV–VI вклад растительной и животной пищи был равным, а рацион науплиальных и копеподитных стадий I–III состоял только из растительной пищи (Методические ..., 1984). При расчетах продукции зоопланктона для ветвистоусых ракообразных (Cladocera) использовали $K_2 = 0.35$, для веслоногих (Copepoda) $K_2 = 0.2$ (Иванова, 1985) при вычислении трат на обмен – оксикалорийный коэффициент 20.3 Дж/мл O₂ (Методические ..., 1984). При пересчете рациона в весовые единицы принималось, что 1 мг ВОВ = 0.33 кал (Алимов, 1989).

Результаты исследования. Фитопланктонное сообщество в Вислинском заливе начинает свое развитие ранней весной, в марте–апреле. Биомасса фитопланктона в марте – апреле 2008–2009 гг. была невысока и варьировала незначительно от 3 до 3.8 г/м³ и в среднем составляла 3.4 г/м³. В 2008 г. 60% от общей биомассы составляли зеленые, в 2009 г. 56% – диатомовые водоросли. В состав доминирующих комплексов как в 2008 г., так и в 2009 г. входили также синезеленые водоросли (от 10 до 13% от суммарной биомассы соответственно). Из диатомовых доминировали: *Stephanodiscus hantzschii* Grunow in P.T. Cleve & Grunow; *Diatoma vulgare*; из синезеленых: *Woronichinia compacta* (Lemmermann) Komarek & Hindak 1988; из зеленых: *Tetrastrum glabrum* (Roll) Ahlstr. & Tiff (Komarek 1974).

Биомасса фитопланктона в июле–августе исследованных лет возросла по сравнению с весенними месяцами, и варьировала от 6.5 до 7.3 г/м³, составляя в среднем 6.9 г/м³. В летний период исследуемых лет в фитопланктоне развивались диатомовые (27–35% от общей биомассы), синезеленые 31–34% и зеленые 31–39% от общей биомассы. В летнем фитопланктоне по сравнению с весенним, были отмечены структурные перестройки состава сообществ. Главным образом за счет появления синезеленых летнего комплекса видов – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Bornet & Flahault), *Anabaena* sp. Летом в составе сообществ из диатомовых в числе доминантов остался *Stephanodiscus hantzschii*, из зеленых – *Tetrastrum glabrum*, из синезеленых – *Woronichinia compacta*, появились также не отмеченные ранней весной зеленые – *Oocystis lacustris* R.Chodat и *Oocystis* sp. и синезеленые – *Anabaena* sp.

Биомасса фитопланктона к сентябрю–ноябрю исследованных лет по сравнению с летним периодом увеличивалась незначительно. Ее значения варьировали от 6.8 до 7.9 г/м³, в среднем 7.3 г/м³. Осенью, исследуемых лет, в фитопланктоне развивались диатомовые 15–42%, зеленые 21–32% и синезеленые 27–49% от общей биомассы. Также в формировании биомассы стали играть заметную роль криптофитовые водоросли, в частности, за счет доминирования криптомонады *Rhodomonas lacustris* Pascher & Ruttner in Pascher 1913. В доминирующий комплекс видов также входили представители следующих отделов: диатомовые – *Stephanodiscus hantzschii*; зеленые – *Monoraphidium contortum* (Thuret in Brebisson) Komarkova-Legnerova 1969; синезеленые – колониальная *Woronichinia compacta* и нитчатые формы: *Lyngbya limnetica*, *Lyngbya contorta* и *Aphanizomenon* sp.

В составе сообществ фитопланктона во все годы исследований доминировали диатомовые и зеленые водоросли, составляя 21–41% и 31–40% суммарной биомассы соответственно. В 2008 г. также значительный процент общей биомассы составляли синезеленые водоросли (36% от общей биомассы). Средняя за сезон биомасса фитопланктона от весны к осени увеличивалась более чем в 2 раза от 3.4 до 7.3 г/м³.

Зоопланктон Вислинского залива в 2009 г. был представлен 34 видами, относящимся к трем систематическим группам: Rotifera, Cladocera и Copepoda. При этом наибольшее число видов относилось к подклассу Copepoda. Наибольшее видовое разнообразие зоопланктона отмечалось в весенний период. В оба года исследований доминировали *Eurytemora affinis*, *Acartia* spp., *Diaphanosoma mongolianum* и науплии Copepoda. По численности и биомассе доминировали веслоногие ракообразные, которые составляли более 90% суммарной численности и биомассы зоопланктона. Весной и осенью также была велика доля мелких коловраток, которые составляли до 8–20% от суммарной численности зоопланктона, в летний период возрастала доля ветвистоусых ракообразных – до 20% от суммарной биомассы зоопланктона. Численность и биомасса зоопланктона Вислинского залива в оба года исследований имели сходную динамику. Максимальные значения численности и биомассы отмечались в весенний период, затем к лету численность и биомасса снижались, достигая своих минимальных значений осенью. Средние численность и биомасса зоопланктона слабо различались по годам и составляли 195–203 тыс. экз./м³ и 1.8–2.3 г/м³ соответственно. Максимальные численность и биомасса зоопланктона отмечались на ст. 3, минимальная – на ст. 6, наиболее близкой к проливу, соединяющему Вислинский залив с открытым Балтийским морем.

Сезонная динамика рациона зоопланктона Вислинского залива и процента потребления им биомассы фитопланктона была сходна с сезонной динамикой численности и биомассы зоопланктона. Максимальный рацион зоопланктона и максимальные величины потребления биомассы фитопланктона наблюдались в весенний период (до 61–114%). Затем к лету они снижались из-за снижения биомассы зоопланктона и возрастания биомассы фитопланктона (до 26–84%), минимальных значений достигая в осенний период (до 4–14%), что связано как со снижением температуры и биомассы зоопланктона в этот период, так и с более высокими, чем в весенний период, значениями биомассы фитопланктона. В среднем за вегетационный период зоопланктоном Вислинского залива могла потребляться значительная часть биомассы фитопланктона (до 60%), что говорит о передаче большей части энергии по пастбищной пищевой цепи. Особенно эффективно утилизируется биомасса фитопланктона Вислинского залива в весенний период, а затем происходит снижение процента потребления биомассы фитопланктона, что связано со значительным снижением биомассы зоопланктона. Как известно в летний период в Вислинский залив заходит молодь балтийской сельди, которая активно питается зоопланктоном, выедая около 50% продукции зоопланктона и значительно снижая его биомассу (Науменко, 2009). Невысокий процент потребления в осенний период связан с низкими температурами в это время.

В целом, за период 2008–2009 гг. биомасса фитопланктона не превышала 6 г/м³. Было отмечено ее увеличение от весны к осени от 3.4 до 7.3 г/м³. Доминирующий комплекс видов как в 2008 г., так и в 2009 г. составляли в основном диатомовые и зеленые водоросли. В течение всего вегетационного периода основными доминирующими видами были диатомея *Stephanodiscus hantzschii* и представитель синезеленых *Woronichinia compacta*.

В течение всего вегетационного периода основным доминирующим видом зоопланктона Вислинского залива была *Eurytemora affinis*. Как по численности, так и по биомассе наблюдалось доминирование веслоногих ракообразных. В целом, за период 2008–2009 гг. биомасса зоопланктона не превышала 4 г/м³. Было отмечено снижение численности, биомассы и рациона зоопланктона от весны к осени.

Известно, что в настоящее время Вислинский залив высокоэвтрофный водоем, характеризующийся значительным содержанием биогенных элементов (Александров и др., 2006). Однако показано, что первичная продукция водоема и биомасса фитопланктона, при достаточной обеспеченности минеральным питанием, не достигает максимально возможного уровня. (Александров, 2009). Вероятно, фактором, регулирующим уровень как продукции, так и биомассы фитопланктона служит высокая степень его утилизации зоопланктоном. В фитопланктоне Вислинского залива развиваются преимущественно мелкоклеточные виды синезеленых и зеленых водорослей, доступные для потребления зоопланктоном. Так, результаты исследований, проведенных в семидесятых годах, показывали, что в среднем за вегетационный сезон зоопланктоном могло потребляться 16.9% биомассы фитопланктона. (Крылова, 1985). В современный период потребление фитопланктона зоопланктоном в среднем за вегетационный сезон составляет 60%, что в 3.5 раза выше, чем в конце семидесятых. Возможно, высокая степень утилизации фитопланктона зоопланктоном способствует снижению его биомассы и продукции, в Вислинском заливе в современный период.

Список литературы

- Александров С.В., Сенин Ю.М., Смыслов В.А. Первичная продукция, содержание хлорофилла и биогенных элементов как показатели экологического состояния Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутр. вод. 2006. № 1. С. 41–47.
- Александров С.В. Многолетние изменения трофического статуса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутр. вод. 2009. № 4. С. 27–34.
- Алимов А. Ф. Ведение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
- Гутельмахер Б.Л. Метаболизм планктона как единого целого: Трофометаболические взаимодействия зоо- и фитопланктона. Л.: Наука, 1986. 155 с.
- Дмитриева О.А. Потенциально токсичные виды фитопланктона российской части Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград, 2007. С. 102–117.
- Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах. Л.: Наука, 1985. 246 с.
- Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. М.: Наука, 1969. Т. 1. 657 с.
- Крылова О.И. Функционирование планктона и бентоса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря в связи с их экологическими различиями /Атлант. НИИ рыб хоз-ва и океанографии. Калининград, 1985. 225 с. Рус. Деп. в ЦНИИТЭИРХ 21.10.85, N 714 - РХ.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 242 с.
- Науменко Е.Н. Зоопланктон в эстуариях разного типа (на примере Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря) // Биология внутр. вод. 2009. № 1. С. 76–85.
- Погожев П.И., Герасимова Т.Н. Влияние зоопланктона на цветение микроводорослей при евтрофировании вод // Водные ресурсы. 2001. Т. 28 № 4. С. 461–469.
- Gliwicz Z.M. Food Size Selection and seasonal succession of filter feeding zooplankton in an eutrophic lake // Ekologia Polska. 1977. V. 25. № 2. P. 179–225.
- Szarejko-Lukaszewich D. Badania jakosciowe fitoplanctonu Zalewu Wislanego w roku 1953 // Prace Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni. 1957. № 9. S. 439–451.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ В ОБСЫХАЮЩИХ И ПРОМЕРЗАЮЩИХ ГРУНТАХ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ Р. УЛЕЙМА

В.П. Семерной, Е.М. Фомичева

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, semernoy@bio.uniylar.ac.ru

Ф.Д. Мордохай-Болтовской (1976) придавал большое значение прибрежным мелководиям в жизни водохранилищ. В 1970 г. им были организованы комплексные исследования прибрежных экосистем Рыбинского и Ивановского водохранилищ. Узнав, что у меня есть некоторый опыт в изучении пагона озер Забайкалья (Семерной, Горлачев, 1969), Филарет Дмитриевич поручил мне провести исследования на обнажаемых и промерзающих участках Рыбинского водохранилища в пределах Борка. Результатом выполненных работ были интересные данные по выживаемости олигохет и других организмов в зоне обсыхания и промерзания грунтов (Семерной, 1974, 1976; Семерной, Митропольский, 1978).

При комплексных исследованиях на приустьевом участке р. Улеймы (приток 2-го порядка Рыбинского водохранилища, Угличский р-он) в пределах Биостанции ЯрГУ «Улейма» возникла необходи-

мость установления возможностей формирования и выживаемости прибрежной, рипальной фауны в условиях периодического многократного затопления и обсыхания грунтов побережья от весны к осени при весеннем паводке, летней межени, осеннего подъема уровня воды, но и непериодически повторяющихся наполнении и спусках Рыбинского водохранилища.

Целью данной работы было провести пробные наблюдения над выживаемостью и развитием организмов прибрежных сообществ рипали р. Улейма. В задачи работы входило: 1. Отобрать пробы грунта берега, заведомо подвергнувшегося осеннему обсыханию и зимнему промерзанию на разных уровнях от весенне-летней полной воды и зимней межени. 2. Провести наблюдения за оживанием организмов при оттаивании грунта. 3. Проследить формирование сообществ за длительный период в изолированных микрокосмах (большие эксикаторы) из отдельно взятых и оттаявших проб грунта. 4. Максимально полно установить видовой состав оживших и развивающихся бентосных организмов.

Отбор проб сделан 23.03.08 на правом берегу р. Улейма, на обсохшем берегу залива выше мыса «Старая столовая» и залива ниже этого мыса. Грунт с площадки 20×20 см. вырубался топором и выбирался лопаткой на глубину 10 см, что соответствовало взятию пробы дночерпателем 1/40 кв.м. Грунт помещался в полиэтиленовые пакеты и перевозился в университетскую лабораторию. Три пробы грунта (2–4) были взяты на уровне 1.0 м. ниже уреза летней полной воды и 0.5 м выше уреза зимней межени. Одна проба (1) была взята чуть выше уреза воды при оттаявшем грунте и одна проба (5) ниже уреза воды в зимнюю межень. Одна проба (6) грунта (песок с детритом) была взята на вершине обсохшей гривы в заливе. Этот участок был обсохшим с августа 2007 г. Одна проба (7) была взята в 0.5 м выше уровня зимней межени в заливе ниже мыса «Старая столовая». В лаборатории грунт в течение 7 суток постепенно оттаивал в тех же пакетах и принимал температуру аквариальной комнаты, 15 °С. Затем грунт помещался в большие стеклянные эксикаторы с добавлением небольшого количества отстоянной воды, аккуратно перемешивался, закрывался стеклянными крышками и оставлялся на стеллажах.

Описание проб: 1 проба – правый берег р. Улейма, ручей. Залив перед старой столовой, 0.5 м выше уровня зимней межени, грунт – заиленный детрит, оттаявший; 2 проба – правый берег, ст. столовая, 1.0 м ниже наивысшего уровня воды 2007 г., грунт – заиленный песок с большим содержанием детрита, оттаявший; 3 проба – правый берег, залив перед ст. столовой, 1.0 м ниже наивысшего уровня воды 2007 г., грунт – заиленный детрит, оттаявший; 4 проба – правый берег, залив перед ст. столовой. Середина залива, сухая сосна, 1.0 м ниже наивысшего уровня воды 2007 г., грунт – заиленный песок с большим содержанием детрита, оттаявший; 5 проба – залив перед ст. столовой, гл. 1.5 м ниже наивысшего уровня воды 2007 г., 0.2 м ниже уреза (под водой), грунт – заиленный песок с большим содержанием детрита; 6 проба – залив ниже мыса ст. столовой, грива, верх, мерзлый грунт; 7 проба – залив ниже мыса ст. столовой, 0.5 м ниже пробы 6, слабо заиленный песок с детритом, оттаявший, влажный.

Первый просмотр грунтов проб был сделан 10.04.09., когда слой воды в 2–3 см осветлился. Уже наблюдались активно плававшие мелкие водяные жуки, клещи и значительное число олигохет-тубифицид совершали колебательные движения задних концов. Небольшие порции грунта (5 столовых ложек) из разных частей эксикаторов выкладывались в небольшое промывочное сито с газом № 23, промывались холодной проточной водой и отмытый остаток переносился в чашки Петри и организмы выбирались из грунта под бинокуляр МБС-9. Выбранные организмы фиксировались 4–5% раствором формалина. Обнаруженные виды и группы организмов представлены в табл. 1. При первом просмотре во всех пробах наблюдались инфузории, которые не определялись.

Таблица 1.

№	Таксоны	Номера проб						
		Число экземпляров в порции грунта						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Dero dorsalis</i> Ferroniere, 1899							2
2	<i>Ophidonais serpentina</i> (Müller, 1773)							3
3	<i>Uncinails uncinata</i> (Oersted, 1842)							2
4	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862	4			4	2		1
5	<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)	1		1	1			
6	<i>Enchytraeus (albidus ?)</i>		1	1				
7	<i>Lumbriculus variegates</i> (Müller, 1774)		1	1				
8	Nematoda	1		1				2
9	Chironomida g.sp. (Puppe)	1						
10	Ostracoda	1						
11	Coleoptera (Ditiscidae)	1	1	1		1		

Переходя к изложению основной части работы, следует оговориться, что сроки оживания тех или иных организмов не всегда соответствуют срокам нахождения их уже ожившими, так как одновременное наблюдение за всеми группами оживающих организмов практически невозможно и,

кроме того, в отдельных порциях грунта обычно представлена лишь часть систематических групп имеющих в пробе гидробионтов. Мы стремились показать общую картину оживания организмов после оттаивания и дать по возможности основной видовой состав зимующих в промерзающем грунте организмов.

При первом просмотре в пробе 6, взятой на вершине гряды в заливе ниже мыса «Старая столовая», грунт – песок с растительными остатками, организмов не обнаружено.

Черви. Через две недели после оттаивания грунта в первой и третьей пробах были обнаружены нематоды. Более ранние наблюдения за оживанием организмов из промерзшего грунта (Семерной, Горлачев, 1969) показали, что нематоды оживают первыми, уже в первые часы после оттаивания. При первом просмотре в пробе 7 нами не были обнаружены турбеллярии сем. Rhabdocoelidae, но при втором просмотре 23.04.08 они были. Наши прежние наблюдения показали, что уже к концу вторых суток после оттаивания появлялись крупные особи, а в грунте встречались зимующие яйца этих червей в виде коричневых двояковыпуклых дисков диаметром до 200 микрон. Грунт пробы 7 – детрит был обсохшим с конца июля 2007 г. и промерзающим до конца марта 2008 г., следовательно, яйца, отложенные червями в июле перед обсыханием грунта оказались жизнеспособными в обсохшем и промерзшем грунте на протяжении 8 месяцев.

Уже при первом просмотре были обнаружены взрослые олигохеты трех семейств. Ранее (Семерной, Горлачев, 1969) нами была изучена приспособленность к зимовке в промерзающем грунте у олигохет. У представителей разных семейств она оказалась различной. Черви Naididae откладывают зимующие коконы, семейства Tubificidae и Lumbriculidae свиваются в плотный клубок и обволакиваются слизью, которая образует вокруг червей тонкую прозрачную капсулу, а черви сем. Enchytraeidae вмерзают в грунт в обычном виде. Как оказалось, черви не промерзают до твердого состояния. На свежих разломах мерзлого грунта находились черви в капсулах или в обычном виде, мягкие, вынимающиеся из полостей в грунте. Прибрежье забайкальских озер промерзает на глубину до 1.5–2.0 м, при этом температура верхнего слоя грунта была –20 °С. Условия обитания и выживаемости гидробионтов в водоемах умеренного климата более благополучные и при наличии снежного покрова грунты прибрежной зоны озер, рек и водохранилищ могут промерзать лишь на небольшую глубину при температуре не ниже –5 °С. При отборе проб 1–5 грунты не были промерзшими под снегом и лишь грунт (песок с растительным детритом) пробы 6 был промерзшим без снега, но не сухим на глубину 5–7 см. Следует отметить, что *Limnodrilus hoffmeisteri* ранее не указывался в составе пагона.

Далее пробы (оставшаяся не разобранный часть) оставили для «дозревания» и последующего просмотра. Второй раз пробы обрабатывали 23.04.08. Для этого грунт в эксикаторах тщательно перемешивали, промывали через мелкоячеистый газ № 23. Отмытый остаток заливали раствором формалина 4% в пропорции 1:1 для дальнейшего определения. При просмотре проб от 23.04.08 были установлены следующие виды и группы (табл. 2).

Второй, более полный просмотр проб производился через месяц после отбора и лабораторного развития сообществ пагона, организмов оказавшихся в обсохших, но влажных грунтах и переживших неблагоприятные условия на протяжении 8 месяцев. Выживаемость организмов была вероятно обеспечена высокой влагоемкостью грунтов, состоявших в основном из растительных остатков, связанных илистыми частицами. Толстый снеговой покров способствовал лишь незначительной промерзаемости грунтов.

В пробе 6 при втором просмотре (табл. 2), через месяц после оттаивания обнаружены: одна наидида – *Dero obtusa* (Oligochaeta), куколка хирономиды (следовательно, личинка была при первом просмотре, но не была обнаружена нами из-за просмотра лишь небольшой части грунта), нематода, личинка мухи, статобласт мшанки и клещик. Грунт пробы 6 оказался в наиболее худших условиях относительно грунтов других проб. Вода ушла из залива уже к концу июля, значит организмы продолжали жить и развиваться лишь во влажном грунте.

Поскольку объем просмотренного грунта был значительно больше, чем в первый просмотр и время на развитие организмов было в два раза больше, разнообразие и численность организмов оказалось значительно большими. Помимо объема просмотренного материала существенное значение имеет и время. За две недели после первого просмотра значительная часть организмов могла развиваться из латентных яиц и коконов. К таким организмам можно отнести *Nais barbata*, *N. variabilis*, *N. communis*, *Slavina appendiculata*, *Pristina longiseta* и *Helobdella stagnalis* (ранее не известный для пагона). Все остальные организмы вероятно благополучно ожили в оттаявшем грунте и могли быть уже в первые дни прогрева грунта в лаборатории, т.к. известны из наших предыдущих исследований по выживаемости организмов после промерзания грунтов (Семерной, Горлачев, 1969; Семерной, 1971, 1974) и других исследователей (Властов, 1959; Грезе, 1960; Зернов, 1928).

В нашем материале моллюски были единичными (*Pisidiidae* g.sp., проба 3). Между тем, моллюски семейств Valvatidae, Viviparidae, Sphaeriidae, Pisidiidae и др. достаточно хорошо переносят обсыхание и

последующее промерзание грунтов (Жадин, 1926; Митропольский, 1965, 1978), хуже выживают лимнейды.

Таблица 2.

№№ п/п	Таксоны	Номера проб						
		Число экземпляров в пробе						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)		2	3				
2	<i>Nais barbata</i> Müller, 1773					2		
3	<i>N. variabilis</i> Piguet, 1906					7		
4	<i>N. communis</i> Piguet, 1906					3		
5	<i>Dero obtuse</i> Udekem, 1855						1	
6	<i>D. dorsalis</i> Ferroniere, 1899			1				
7	<i>Slavina appendiculata</i> (Udekem, 1855)							2
8	<i>Ophidonais serpentina</i> (Müller, 1773)		4		3			
9	<i>Uncinaiis uncinata</i> (Oersted, 1842)	5						
10	<i>Pristina longiseta</i> Ehrenberg, 1828		1	2	5	3		
11	<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher, 1899			1				
12	<i>Limnodrilus hoffmisteri</i> Claparede, 1862	1	1			5		
13	<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)	1		1	1			
14	<i>Spirosperma ferox</i> Eisen, 1879	1						
15	<i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i> Štolc, 1888		2			10		
16	<i>Enchytraeus albidus</i> Henle, 1837			1				
17	<i>Lumbriculus variegates</i>		1			5		
18	<i>Helobdella stagnalis</i>		1					
19	Pisidiidae g.sp.			2				
20	Rhabdocoelidae g.sp.							1
21	<i>Cristatella mucedo</i>	1		1	1		1	
22	Chironomidae g.sp. (Puppe)	1					1	
23	Ditiscida					1		
24	Nematoda	3	2			1	1	1
25	Tardigrada		1					
26	Ostracoda		1	1	7			
27	Acariformes	2	1	1			1	
28	Diptera-larvae (личинка мухи)					1		

Выполненное нами исследование может составить основу разнообразных исследований как на р. Улейме, так и на других водоемах, вплоть до временных водоемов, которые могут ответить на ряд вопросов экологического и биологического смысла. Особенный интерес представляют вопросы физиологии и биохимии водных организмов, способных к промерзанию до весьма низких температур без повреждения их тканей. Но более важным следует считать исследование процесса перехода из состояния криобиоза (Шмидт, 1955) к активному состоянию при оттаивании. Благодаря способности организмов к выживанию после промерзания грунтов, тем более после предварительного обсыхания и последующего промерзания. При этом «пелон» (Властов, 1959) переходит в «пагон» (Зернов, 1928). Такие экстремальные условия могут привести к катастрофической гибели организмов. И только способность организмов перестраивать свои биохимические процессы в тканях или вырабатывать защитные оболочки, защищающие внутреннюю сферу от температурного или химического воздействия позволяют им переносить неблагоприятные условия. Эти явления требуют разнообразных полевых и лабораторных исследований.

Список литературы

- Властов Б.Ф. «Пелон» как особый вид ценоза, условия его образования и его место в системе ценозов // Тр. Всесоюз. гидробиол. общ-ва, 1959. Вып. 9. С. 126–160.
- Грезе В.Н. Анабиоз зообентоса Таймырского озера // Зоол. журн. 1947. Т. XXVI, вып. 1. С. 72–76.
- Грезе В.Н. Холодостойкость литоральной фауны Камского водохранилища и его биологическая продуктивность // Зоол. ж. 1960. 34, 12. С. 1761–1773.
- Зернов С.А. О зимовке водяных организмов во льду и мерзлой земле по материалам Н.В. Болдыревой, П.П. Шарминой и Ю.Д. Шмелевой. О «пагоне» – новый термин. Русск. гидробиол. ж. 1928. 7, 1–2. С. 1–8.
- Кулаев С.И. Экология пиявок рода *Herpobdella* (Blainv) в связи с отношением их к пересыханию // Зап. Биол. ст. в Большеве, 1929, 3. С. 27–30.
- Луферов В.П. О пагоне прибрежья Рыбинского водохранилища // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. М.-Л., 1965. С. 151–154.
- Митропольский В.И. Наблюдения над жизненным циклом, темпом роста и способностью к перенесению высыхания у *Muskulium lacustre* (Müller) // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. М.-Л., 1965. С. 118–124.

- Митропольский В.И. Наблюдения над способностью моллюсков к перенесению высыхания и промерзания в прибрежье Рыбинского водохранилища // Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне Верхнее-Волжских водохранилищ. Тр. Ин-та биол. внутр. вод. Вып. 39 (42). Рыбинск, 1978. С. 46–58.
- Семерной В.П., Горлачев В.П. О пагоне Ивано-Арахлейских озер // Изв. Забайк. филиал Геогр. о-ва СССР, 1969, Т. 5, вып. 6. С. 146–151.
- Семерной В.П. Зимовка водных олигохет в промерзающем грунте озер // Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 1971. 9. С. 29–32.
- Семерной В.П. Динамика олигохетного населения в зоне временного затопления Рыбинского водохранилища в зависимости от уровня воды // Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 1974. 21. С. 36–40.
- Семерной В.П. Экологические факторы, определяющие продуктивность прибрежных мелководий Рыбинского водохранилища // Животный мир водоемов Верхнего Поволжья. Ярославль, 1976. С. 8–13.
- Семерной В.П., Митропольский В.И. Зообентос прибрежных мелководий Рыбинского водохранилища // Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне Верхнее-Волжских водохранилищ. Тр. Ин-та биол. внутр. вод. Вып. 39(42). Рыбинск, 1978. С. 74–103.
- Семерной В.П., Зарубин С.Л. Особенности структуры зообентоса на приустьевом участке реки Улейма // Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 23–24 ноября 2006 года. Яросл. Гос. Ун-т. Ярославль: ЯрГУ, 2006. С. 87–97.
- Шмидт П.Ю. Анабиоз. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 230 с.

НОВЫЕ ВИДЫ ВЕТВИСТОУСЫХ ИЗ БАССЕЙНА АМУРА

¹А.Ю. Синева, ²А.А. Котов

¹Биологический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова
Москва, 119991, Россия, Ленинские горы, artem_sinev@mail.ru

²Институт Проблем Экологии и Эволюции им. А.Н. Северцова,
Москва, 119071, Ленинский проспект 33, Россия, alexey-a-kotov@yandex.ru

Недавние исследования фауны ветвистоусых раков (Branchiopoda: Cladocera) Сибири и Дальнего Востока России (Коровчинский, 2004; Kotov et al., 2006; Sinev et al., 2009) показывают, что наши знания о ее разнообразии до сих пор неполны, и кроме широко распространенных палеарктических видов в регионе присутствуют и многочисленные эндемики.

В материале из окрестностей р. Зеи (бассейн среднего Амура) нами были обнаружены три новых вида ветвистоусых семейства Chydoridae – *Monospilus* sp. n., *Disparalona* sp. n., и вид, предположительно принадлежащий к новому для науки роду.

Monospilus sp. n. надежно отличается от *M. dispar* наличием латеральных выростов на створках. В настоящее время *M. dispar* не ревизован, полное описание конечностей имеется только для популяции с территории Испании (Alonso, 1996), описание приводимое в монографии Н.Н. Смирнова (1971) с современной точки зрения недостаточно подробно. От испанских популяций *M. dispar* новый вид отличается также более длинными пламенеющими щетинками эндита ноги IV и длинными выростами эпиподитов ног I, IV, V (такие выросты имеются у популяций с территории России (Смирнов, 1971)). До настоящего времени род *Monospilus* считался монотипическим, его единственный вид, *M. dispar*, встречается на территории всей Голарктики, а также отмечен в Африке (Смирнов, 1971). Виды хидорид, отмеченные на территории и Восточного, и Западного полушария, зачастую на самом деле являются комплексами близкородственных видов, и не исключено, что подробная ревизия рода выявит такую же ситуацию.

Disparalona sp. n. надежно отличается от большинства видов рода боковыми выступами на створках. Схожие, но развитые в меньшей степени выступы имеются только у американского вида *D. leei* (Chien, 1970), от которого новый вид надежно отличается пропорциями постабдомена, очень короткими базальными шипами когтя постабдомена, и присутствием нескольких групп зубцов в области постанального угла дорзального края постабдомена. От встречающегося в том же регионе палеарктического вида *Disparalona rostrata* (Koch, 1841) *Disparalona* sp. n. также отличается отсутствием зубца на задне-нижнем углу створок и сильно вогнутым в задней части спинным краем створок, от считающегося пантропическим вида *D. hamata* (Birge, 1879) и австралийского вида *D. caudata* Smirnov, 1996 – широко закругленным, сглаженным дистальным углом постабдомена и отсутствием мощной крючковидной щетинки на внутренней дистальной доле первой ноги, от североамериканского вида *D. acutirostris* Birge, 1879 и южноамериканского вида *D. leptorhyncha* Smirnov, 1996 – существенно более коротким ростром (см. Smirnov, 1996).

Новый вид Gen. n., sp. n. отличается от большинства родов подсемейства Aloninae длинным ростром, формой постабдомена и отсутствием головных пор. От рода *Rhynchotalona*, с которым имеет наибольшее внешнее сходство, новый род надежно отличается также отсутствием направленного вперед

выступ на переднее-нижнем крае створок, пропорциями сегментов ветвей антенн, шестью щетинками на экзоподите ноги III, и отсутствием фильтрационного веера на ноге V. От родов *Kurzia* и *Leydigiopsis*, также имеющих длинный роstrum, новый род надежно отличается формой постабдомена и всем комплексом деталей строения грудных ног. Анализ литературы показывает, что эта форма уже была описана Чиангом и Ду (Chiang, Du, 1979) из Китая как *Rhynchotalona falcata*, приводимое ими описание и рисунки соответствуют нашему материалу и надежно отличаются от *Rhynchotalona falcata* s. str.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (09-04-00201).

Список литературы

- Смирнов Н.Н. Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Т 1(2). М.-Л.: Наука, 1971. 531 с.
- Коровчинский Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 410 с.
- Alonso M. Crustacea, Branchiopoda. Fauna Iberica Vol. 7. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1996. 486 pp.
- Chiang S, Du N. Fauna Sinica. Crustacea. Freshwater cladocera. Peking, Science Press, Academia Sinica, 1979. 297 p.
- Kotov A.A., Ishida S., Taylor D.J. A new species in the *Daphnia curvirostris* (Crustacea: Cladocera) complex from the eastern Palearctic with molecular phylogenetic evidence for the independent origin of neckteeth. Journal of Plankton Research, 2006. 28, 11: 1067–1079.
- Смирнов Н.Н. Cladocera: the Chydorinae and Sarsiinae (Chydoridae) of the world. Guides to the identification of the microvertebrates of the Continental Waters of the world, Vol. 11. Amsterdam, SPB Academic Publishing, 1996. 197 p.
- Sinev A.Y., Alonso M., Sheveleva N.G. New species of *Alona* from South-East Russia and Mongolia related to *Alona salsina* Alonso, 1996 (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) // Zootaxa. 2009. 2326: 1–23.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗООПЕРИФИТОННЫХ СООБЩЕСТВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ

Е.Э. Сонина

Саратовское отделение ФГНУ ГосНИОРХ, г.Саратов, ул. Чернышевского, 152, eesonina@rambler.ru

В пресных равнинных водоемах и водотоках средней полосы России основными естественными субстратами зооперифитона являются высшие водные растения (ВВР). Они выполняют средообразующую роль, активно участвуя в процессах формирования зоофитоса, являясь не только основой для прикрепления беспозвоночных гидробионтов. Однако причины, влияющие на специфичность сообществ обрастателей, образующихся на различных субстратах, до сих пор недостаточно изучены.

Целью наших исследований было сравнение роли живых субстратов – макрофитов и искусственных – стеклянных пластин и пленок полиакриламидного геля (ПААГ) в формировании зооперифитонных сообществ. Экспериментальные исследования проводили в течение вегетационного сезона 2007 г. в Волгоградском водохранилище на заросшем ВВР слабопроточном мелководье. Методика проведения эксперимента была описана нами ранее (Сонина, 2009).

Искусственные субстраты устанавливали в зарослях прибрежноводных и погруженных растений. Съемку стекол, пленок ПААГ и отбор проб зооперифитона доминирующих макрофитов (*Typha angustifolia* L., *Potamogeton perfoliatus* L.) проводили каждые 2 недели, пробы обрабатывали по общепринятой методике (Методика изучения..., 1975).

В течение вегетационного сезона в зооперифитонных пробах были встречены раковинные амебы, гидры, плоские, круглые и малощетинковые черви, пиявки, коловратки, ракообразные, личинки гетеротопных насекомых, моллюски, мшанки. Основную роль в обрастаниях играли личинки хирономид (пр. *Endochironomus*, *Glyptotendipes*, *Cricotopus*), малощетинковые черви (*Stylaria lacustris* L.) и фитофильные ветвистоусые рачки сем. Chydoridae (р. *Acroperus*, *Graptoleberis*, *Chydorus*, *Alona*, *Pleuroxus*). На искусственных субстратах значительную долю численности гидробионтов (кроме вышеперечисленных) составляли коловратки, пиявки и личинки ручейников, а на растениях – гидры, круглые и плоские черви, веслоногие, ракушковые рачки, водяные клещи и гаммариды.

Заселение субстратов протекало различным образом. В течение первых 3-х недель после начала наблюдений на растительных субстратах было обнаружено 23–27 видов зооперифитонных организмов, а на искусственных – 9–15. Рассчитанный нами индекс видового сходства Серенсена показал, что наиболее близки по видовому составу сообщества обрастателей рдеста и рогоза (0.6), наименее (0.17) – рдеста и пленок ПААГ, несмотря на схожесть размера, формы и пространственной ориентации их поверхностей. На первых этапах заселения численность гидробионтов на живых субстратах превышала таковую на искусственных от 1.5 до 120 раз. Самые высокие показатели биомассы регистрировались на стеклянных пластинках и стеблях рогоза, наиболее «твердых» субстратах, выдерживающих ветроволновое воздействие.

Через 4–6 недель после установки искусственных субстратов на них стали обнаруживаться круглые черви, гаммариды и брюхоногие моллюски, число зарегистрированных видов увеличилось до 22–24. Характерной особенностью этого периода явилось высокое видовое сходство сообществ обрастателей водных растений и стеклянных пластин (индекс Серенсена 0.61) и значительные различия – с гелевыми пленками (0.48). В этот же период на водных растениях появились молодые двустворчатые моллюски р. *Dreissena*. Доминировали по численности и биомассе личинки хирономид п/сем. Orthocladiinae (представители родов *Cricotopus*, *Corynoneura*, *Psectrocladius*). Обычными на обоих типах субстратов в этот период наблюдений были раковинные амебы, гидры, брюхоногие моллюски. На растительных стеблях численность низших ракообразных (Cladocera, Copepoda, Ostracoda) почти в 5 раз превышала аналогичные показатели на искусственных субстратах. Численность зооперифитона макрофитов была выше, чем на гелевых пленках и стеклах в 3 раза, а закономерности преимущественного накопления биомассы на «жестких» субстратах сохранились.

К концу вегетационного сезона число видов, обнаруженных нами на «мягких» субстратах – рдесте и ПААГ – стало больше (51 и 24 соответственно), чем на «твердых» – стеклянных пластинах и стеблях рогоза (21 и 13 видов соответственно). Причем к этому времени на всех четырех субстратах сформировались достаточно своеобразные сообщества зооперифитона – число общих видов не достигало и 50% (индекс Серенсена колебался от 0.36 до 0.44). Несколько большим сходством фаунистического состава характеризовались «твердые» субстраты – стеклянные пластины и стебли рогоза (0.47), несмотря на их различную гравитационную ориентацию. Среди обрастателей ВВР доминирующей группой были ветвистоусые рачки – *Graptoleberis testudinaria* (Fisch.), *Eurycercus lamellatus* (O.F. Müll.), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müll.), *Sida crystallina* (O.F. Müll.), многочисленны – корненожки, хирономиды, гидры и веслоногие рачки. На искусственных субстратах в течение всего периода наблюдений доминировали хирономиды, значительной численности достигали олигохеты, причем кроме *Stylaria lacustris* обычными были виды р. *Chaetogaster*, а также двустворчатые моллюски р. *Dreissena*. Здесь же встречались мшанки, личинки стрекоз *Ischnura elegans* (Vand.). В течение всего периода наблюдений на всех субстратах, кроме рогоза, регистрировались личинки ручейников (представители родов *Agraylea*, *Hydroptila*, *Orthotrichia*).

Таблица. Средние за вегетационный период показатели развития зооперифитона

Субстраты	Численность, тыс. экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Число видов	Индекс Шеннона	Индекс Симпсона	Индекс Пиелу
Рогоз узколистый	27.4	3.4	38	3.1	0.21	0.59
Рдест пронзеннолистный	50.8	1.5	62	2.8	0.28	0.46
Пленки ПААГ	2.2	1.2	35	3.8	0.12	0.74
Стекла	18.8	3.3	33	3.8	0.12	0.74

Анализ трофической структуры исследованных зооперифитонных сообществ показал, что на естественных субстратах более 80% численности и биомассы всех встреченных организмов составляют мирные формы, тогда как на искусственных – только около 50% численности и всего 13% биомассы: ведущая роль здесь принадлежит видам – эврифагам (40% и 77% соответственно).

Максимальные средневегетационные показатели численности обрастателей характерны для живых субстратов (таблица), биомассы – для более «твердых» (устойчивых к воздействию волнения). Однако, согласно расчетам, на искусственных субстратах индекс Шеннона был выше, структура сообществ обрастателей отличалась большей выравненностью и меньшей степенью доминирования отдельных видов (Мэгарран, 1992).

Таким образом, динамика количественных показателей развития зооперифитонных организмов на естественных и искусственных субстратах в течение вегетационного периода значительно различались. Рассчитанный по средневегетационным данным индекс Серенсена, показал, что наибольшим сходством характеризовались живые (0.62), искусственные (0.60) и «твердые» (0.59) субстраты. Согласно полученным нами результатам, основными факторами, влияющими на специфичность зооперифитонных сообществ, оказались активные прижизненные выделения растений и способность субстратов противостоять ветроволновому воздействию, менее существенны – пространственная ориентация поверхностей прикрепления и материал изготовления искусственных субстратов.

Список литературы

- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: «Наука», 1975. С. 171–174.
 Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: «Мир», 1992. 181 с.
 Сони́на Е.Э. Опыт применения полиакриламидного геля в исследовании зооперифитонных сообществ // X Съезд Гидробиол. об-ва при РАН. Тез. докл. (28 сентября – 2 октября 2009 г., Владивосток). Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 376–377.

МАКРОЗООБЕНТОС РЕК ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ: СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Д.А. Смирнова

*Казахстанское агентство прикладной экологии
Казахстан, 050010, Алматы, ул. Зверева, 47, dina_smirnova@mail.ru*

Началом изучения донных беспозвоночных рек Илейского Алатау можно назвать исследования К.А. Бродского по фауне некоторых двукрылых и поденок, начатые ими в конце 20-х годов прошлого столетия на р. Иссык (Есык) (Brodsky, 1930 *a, б*; Бродский, 1936). До того времени о фауне водоемов Северного Тянь-Шаня имелись лишь единичные упоминания (Мартынов, 1915). В дальнейшем, в 1937–38 гг. были проведены исследования гидрофауны рек Иссык и Шелек (Хусаинова, 1949). О.А. Черновой описаны поденки из р. Иле (0, 1941), С.Г. Лепневой (1945) – личинки некоторых ручейников.

С 1964 г. начинается изучение горных рек Илейского Алатау с целью подбора водоемов для интродукции радужной форели (Курмангалиева, 1967, 1972, 1974 *a, б*, 1976).

В связи с созданием Капшагайского водохранилища в 1970 г. для изучения состава гидрофауны водоемов зоны затопления в числе прочих были исследованы участки нижнего течения рек Каскелен и Курчилик (Тютеньков, Шендрик, 1973). С конца 80-х годов прошлого столетия до 1997 г. включительно на реках Большая и Малая Алматинки и Каскелен в рамках Общегосударственной службы наблюдений и контроля за уровнем загрязнения объектов внешней среды проводились исследования макрозообентоса, как одного из основных показателей экологического состояния этих рек (Ежегодник..., 1990).

Таким образом, на настоящий момент имеются довольно подробные сведения о бентосе горных участков рек, для них описана смена биоценозов в связи с изменением экологических условий (Бродский, 1976, Курмангалиева, 1976). Макрозообентос равнинных участков изучен значительно слабее.

Целью настоящей работы явилось исследование макробентоса рек Илейского Алатау в нижней части горной и равнинной зон.

Для данной работы использованы сборы макрозообентоса, произведенные в мае–июне 2005 г. на реках Илейского Алатау – Большая Алматинка (Б. Алматинка), Малая Алматинка (М. Алматинка) и Каскелен. Сбор материала производился с берега гидробиологическим скребком на всех доступных биотопах в течение 1–3 минут. Выборку живых животных из грунта производили в лаборатории с использованием стереоскопического микроскопа серии МБС. Затем пробы фиксировали 4% раствором формальдегида. Идентификацию таксономической принадлежности животных производили по возможности до видового уровня. Для дальнейшего анализа использованы данные по организмам, определенным до вида, и лишь в некоторых случаях до группы видов или до подрода. Для выявления различий в пространственном распределении макрозообентоса использован кластерный анализ. Сходство макрозообентоса на различных участках рассчитывали по коэффициенту Серенсена с использованием данных по наличию или отсутствию видов на участке. Для статистической обработки использовали программный продукт Primer v.5.

Станции отбора проб располагались в следующих зонах: горная, предгорная, равнинная. Участки рек горной зоны располагались в интервале высот от 1000 до 1700 м над уровнем моря в поясе хвойного и лиственного леса. Дно образовано средними и мелкими камнями, местами крупными валунами. У берега встречаются участки песка и гальки. Берега каменистые. Средняя за вегетационный период (март–октябрь) температура воды составляла 4.8–8.7 °С, скорость течения – 0.96 до 1.52 м/с. Из антропогенных факторов в этой зоне представлены фоновое загрязнение, рекреация, наличие селезащитных плотин.

Предгорные станции расположены на высоте 750–790 м над уровнем моря при выходе рек из гор на равнину в степном поясе. Дно образовано средними и мелкими камнями, у берегов – крупный песок, либо заиленная галька, либо бетонированное русло. Средняя температура воды составляла 11.7–15.9 °С, скорость течения около 0.5 м/с. Станции этой зоны расположены либо в черте большого города, либо в зоне влияния небольшого города.

Станции равнинной зоны расположены в интервале высот 500–600 м над уровнем моря, в степном и пустынном поясе. Дно большей частью песчаное, местами глинистое, имеются участки крупной окатанной гальки. Средняя за сезон температура воды составляет 16.6–18.5 °С, скорость течения – 0.46–0.67 м/с. На равнинном участке реки протекают через сельскохозяйственные угодья.

Результаты исследования. Макрозообентос рек был представлен нематодами, турбелляриями, олигохетами, ракообразными, клещами, коллемболами, веснянками, стрекозами, поденками, клопами, жуками, ручейниками, двукрылыми и моллюсками. Был определен 81 вид беспозвоночных: олигохет – 7, стрекоз – 3, веснянок – 1, поденок – 21, клопов – 1, ручейников – 7, хирономид – 36, других двукрылых – 5 видов. Видовая принадлежность нематод, турбеллярий, ракообразных, клещей, коллембол, жуков и моллюсков не устанавливалась.

Кластерный анализ позволил выявить наличие двух хорошо обособленных сообществ макрозообентоса: типично горное и равнинное. Макрозообентос станций предгорной зоны, разнородны, не образуют единого кластера, но в то же время тяготеют к горному участку.

В макрозообентосе горного участка определено 29 видов, это типичные обитатели «горного потока» (Бродский, 1976). Наиболее характерны для этой зоны специализированные виды поденок *Rhithrogena (Synigmula) joosti* Braash, *Epeorus (Iron) gr. montanus* Brodsky, *Epeorus (Ironopsis) rheophilus* Brodsky, *Rhithrogena tianschanica* Brodsky, *Baetis gr. rhodani*. Из ручейников присутствовали реофильные, холодолюбивые *Apatania copiosa* McLachlan, *Rhyacophila obscura* Martynov, *Rhyacophila sp. larvae prebranchiata* Lepneva. Из двукрылых следует отметить эндемика Тянь-Шаня *Tianchanella monstrosa* Brodskij. Хириномиды (всего 15 видов) представлены исключительно подсемейством Orthoclaadiinae, из которого наиболее часто встречались *Syndiamesa orientalis* Tshernovskij, *Eukiefferiella longicalcar* (Kieffer), *Eukiefferiella bavarica* Goetghebuer, *Cricotopus bicinctus* Meigen, *Corynoneura scutellata* Winner. В горной части обнаружены несколько видов олигохет *Nais bretscheri* Michaelsen, *Nais variabilis* Piguet, *Nais communis* Piguet, *Nais elinguis* Müller, *Eiseniella tetraedra* (Savigny).

В предгорной зоне определено 39 видов из тех же групп, что и в горной зоне: олигохеты, поденки, ручейники, хириномиды и другие двукрылые. В число видов олигохет данного участка, помимо встреченных в горной зоне, добавляется *Nais simplex* Piguet. Состав поденок претерпевает значительные изменения. Только в предгорной зоне встречены такие виды поденок как *Baetis transiliensis* Brodsky, *Ephemerella (Drunella) submontana* Brodsky, *Epeorus (Iron) nigromaculatus* Brodsky. Из поденок, общих с вышележащим участком, можно назвать только *E. (I.) rheophilus* Brodsky. Поденки рода *Baetis* группы *rhodani* из горного и предгорного участков относятся к разным видам. Состав ручейников сменяется полностью: здесь обнаружены *Dinarthrum pugnax* McLachlan, *Brachycentrus (Oligoplectrodes) americanus* Banks. Количество видов хириномид возрастает почти в 1.5 раза, появляются представители подсемейства Chironominae. В то же время только 5 видов являются общими с горным участком. Возрастает разнообразие других двукрылых, только в этой зоне обнаружены *Atherix ibis* (F.), *Blepharocera asiatica* (Brodskij), *Palpomyia (Palpomyia) reversa* Remm, *Simulium tarnogradski* Rubzov.

В макрозообентосе равнинной части рек определен 31 вид беспозвоночных, среди которых не обнаруженные в вышележащих участках веснянки, стрекозы и клопы. Веснянки были представлены одним видом *Agneta pedata* (Koronen), из стрекоз обнаружены *Nihonogomphus ruptus* (Selys), *Onychogomphus forcipatus* Linnaeus, *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe), из клопов *Nepa cinerea* Linnaeus. Состав поденок и ручейников изменился полностью, в равнинной зоне не обнаружено ни одного вида, обитающего в горной и предгорной зонах: *Baetis (Nigrobaetis) gracilis* Bogoescu & Tabacaru, *Baetis buceratus* Eaton, *Baetis (Acentrella) sp.*, *Caenis gr. macrura*, *Ephemerella (Torleya) ignita* (Poda), *Ephemerella (Torleya) maculocaudata* Ikonov, *Heptagenia flava* (Rostock), *Neoephemera tschernova* Kazlauskas, *Oligoneuriella pallida* Hagen, *Brachycentrus (Brachycentrus) subnubilis* Curtis, *Triaenodes (Ylodes) conspersus* (Rambur). В составе хириномид возрастает доля видов подсемейства Chironominae. Из олигохет помимо двух видов (*N. communis* Piguet, *N. elinguis* Müller) встречавшихся на всем исследованном протяжении рек, обнаружен *Nais pseudoptusa* Piguet.

Общими для горной и предгорной зоны были 13 видов – 6 видов хириномид, 2 вида поденок, 5 вида олигохет. Сходство этих зон составило 0.38 по Брю-Куртису. Для предгорной и равнинной зон общими были лишь 4 вида, коэффициент сходства составил 0.09. Для горной и равнинной зон общими были 6 видов, коэффициент сходства составил 0.17. В целом для исследованных участков рек для всех трех зон были общими 2 широко распространенных вида эврибионтных олигохет.

Таким образом, от горного участка к равнинному происходит смена сообществ макрозообентоса обусловленная сменой экологических условий. На горном участке присутствуют реофильные, холодноводные виды. В предгорьях состав макрозообентоса в значительной мере схож с таковым вышележащего участка. Определенный вклад в сходство сообществ этих двух участков вносит схожесть условий среды, а также дрейф беспозвоночных, поскольку станции горных и предгорных участков находятся на незначительном удалении. В то же время разнородность бентоса предгорий обусловлена антропогенными факторами, которые именно в предгорной зоне наиболее разнообразны. Станции равнинной зоны более удалены от предгорных и, тем более, горных участков. Скорость течения значительно ниже и влияние дрейфа на состав сообществ минимально. Сходство сообществ горных и предгорных участков с равнинными небольшое. Фауна равнинных участков рек представлена типичными обитателями медленнотекущих, более тепловодных водотоков.

Список литературы

- Бродский К.А. Материалы к познанию фауны беспозвоночных горных потоков Средней Азии. IV. Vlepharoceridae. II. Тр. Зоол. Ин-та АН СССР, IV. 1936. С. 72–105.
Бродский К.А. Горный поток Тянь-Шаня: Эколого-фаунистический очерк. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. 243 с.

- Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод СССР (по гидробиологическим показателям). 1990 г. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1991. 434 с.
- Курмангалиева Ш.Г. О естественной кормовой базе для форели в некоторых водоемах Заилийского и Кунгей Алатау // Тезисы докл. Конф. «Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана». Балхаш, 1967. С. 48–49.
- Курмангалиева Ш.Г. Донная фауна р. Кульсай (бассейн реки Чилик, кунгей Алатау) // Тезисы докл. Конф. «Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана». Фергана, 1972. С. 77.
- Курмангалиева Ш.Г. К экологии личинок хирономид р. Тургенъ (Заилийский Алатау) // Тезисы докл. Конф. «Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана». Ашхабад, 1974 г. С. 34–35.
- Курмангалиева Ш.Г. К фауне личинок хирономид (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae) реки Тургенъ // Биол. Науки. Вып. 6. Алма-Ата: Изд-во КазГУ, 1974 б. С. 52–55.
- Курмангалиева Ш.Г. Донные беспозвоночные (Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera и др.) водоемов Заилийского и Кунгей Алатау. Дис... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1976. 153 с.
- Лепнева С.Г. Замечательные личинки рода *Rhyacophila* Pict. Trichoptera из потоков Средней Азии. Энтомол. Обзор., XXVIII, № 3–4. 1945. С. 64–74.
- Мартынов А.В. 1915. К познанию Trichoptera среднеазиатских владений России. Ежегодн. Зоол. муз. Акад. наук, XIX (1914): 402–437.
- Тютеньков С.К., Шендрик Л.П. Формирование зообентоса Капчагайского водохранилища // Экология гидробионтов водоемов Казахстана. Алма-Ата, 1973. С. 53–57.
- Хусаинова Н.З. О результатах гидробиологического изучения водоемов Северного Тянь-Шаня. Вест. АН КазССР, I. Алма-Ата, 1949. С. 28–33.
- Чернова О.А. Поденки, собранные на р. Или экспедицией зоологического музея в 1937 году. Сб. трудов Государственного зоологического музея МГУ, 1941. VI. С. 239–244.
- Brodsky K. Zur Kenntniss der mittelasiatischen Ephemeropteren I (Imagines). Zool. Jahrb., 59. 1930 a. P. 681–720.
- Brodsky K. Zur Kenntniss der Wirbellosenfauna der Bergstrome Mittelasiens. III Blepharoceridae I (Imagines). Zool. Anz., 90, 5/6: 1930 б. P. 129–146.
- Martens E. Über centralasiatische Mollusken. Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St.-Petersbourg. Classe physico-mathématique 30, 1882. 1–65.

ЗНАЧЕНИЕ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПИТАНИИ МАССОВОГО ВИДА БЫЧКОВЫХ РЫБ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ – БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА

Т.Г. Степанова

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, (ФГУП КаспНИРХ),
414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiv-info@mail.ru

Бычковые рыбы (сем. Gobiidae) являются важным компонентом экосистемы Каспийского моря. В Северном Каспии, где происходит нагул основных промысловых рыб, они служат пищей для белуги, осетра, судака, сома, хищных сельдей, а также для каспийской нерпы. Всего в Каспийском море зарегистрировано 37 видов и подвидов бычковых рыб (Васильева, 1998). Многочисленным и широко распространенным за весь период наблюдений оставался эврибионтный вид – бычок песочник (*Neogobius fluviatilis*), который составляет от 80 до 90% от общей численности бычковых рыб (Степанова, 1998).

Северная часть Каспийского моря в наибольшей степени характеризуется пространственно-временным непостоянством гидрохимического и гидрологического режимов, которые определяются динамикой пресных вод и колебаниями уровня моря и оказывают влияние на формирование биоразнообразия как бычковых рыб, так и бентофауны. Основными факторами, определяющими биоразнообразие фауны Северного Каспия, являются соленость и уровенный режим. В условиях непостоянства гидрологического и гидрохимического режимов Северного Каспия происходит перестройка донных биоценозов, что влечет изменения в питании бычков.

В результате многолетних наблюдений было установлено, что по характеру своего питания бычок-песочник является бентофагом. Спектр его питания широк и включает до 40 компонентов донных организмов: ракообразных, червей, моллюсков, личинок насекомых (хирономид). Обладая малой подвижностью и не совершая больших миграций, бычки потребляют только те организмы, которые в изобилии присутствуют в местах их нагула. Эта особенность биологии бычков подтверждается также отсутствием избирательной способности и их высокой пищевой пластичностью (Степанова, 1998).

Материал для исследования питания бычка-песочника собран в июне на судах КаспНИРХа во время съемки по учету молоди частичковых рыб.

Анализ питания песочника проведен за годы, существенно различающиеся по основным экологическим параметрам – уровенному режиму, водности, солености, состоянию кормовой базы (табл. 1).

Проведенные исследования показали, что основу питания песочника за период наблюдений составляли ракообразные, моллюски и черви. Значение этих донных беспозвоночных выражается в количест-

венном доминировании той или иной группы. Так, в 1974 г. ракообразные составляли 73.98, в 1982 г. – 56.5, в 1994 г. – 62.0, в 1996 г. – 64.7% от общей массы пищи. К 2000 г. потребление их песочником снизилось до 31.38% при одновременном увеличении количества потребляемых моллюсков и червей (табл. 2).

Таблица 1. Основные параметры среды Северного Каспия

Годы месяц, июнь	Объем половодья, км ³	Соленость, ‰			Биомасса бентоса	
		Западный	Восточный	Сев. Каспий	г/м ²	тыс. т
1974	125.0	8.42	5.83	5.65	58.3	4382.0
1982	77.2	9.09	8.97	9.05	58.8	4076.0
1994	138.5	7.53	3.83	3.60	83.9	7556.7
1996	61.6	8.80	5.10	7.63	27.3	2180.8
2000	108.6	7.17	5.52	7.01	49.9	4377.3

Таблица 2. Годовая изменчивость характера питания и накормленности бычка песочника, % по массе

Пищевые компоненты	Годы				
	1974	1982	1994	1996	2000
Mollusca	21.22	12.22	10.75	15.53	23.02
Crustacea	73.38	56.51	62.00	64.74	31.38
Mysidacea	0.33	8.96	9.09	9.67	3.86
Gammaridae	7.03	15.46	20.05	18.41	9.13
Corophiidae	19.77	9.90	14.97	24.66	10.27
Cumacea	3.15	16.90	14.76	12.00	5.98
Decapoda	43.10	5.29	3.13	-	2.14
Vermes	2.08	11.40	7.15	5.30	36.40
Hediste diversicolor	1.36	7.74	2.75	3.94	33.57
Ampharetidae	0.72	0.80	3.47	0.89	2.24
Oligochaeta	-	2.86	0.93	0.47	0.59
Chironomidae	-	5.30	2.77	-	4.93
Рыба (бычки)	2.74	12.19	11.82	13.72	1.39
Икра бычков	0.10	-	2.01	-	0.22
Грунт	0.40	0.69	3.25	0.14	2.57
Прочие	0.08	0.25	0.23	0.21	0.07
Общ. инд. наполнения, ‰	100.59	82.74	67.22	61.14	65.53
Кол-во рыб, экз.	150	212	306	341	217

В условиях низкого стояния уровня моря (1970–1977 гг.) состав пищи бычка песочника в многоводном 1974 г. (сток Волги 125.0 км³) был представлен как морскими, так и эвригаллиными видами моллюсков и ракообразных. Основу пищи составляли краб (43.1%) и корофииды (19.8%), из моллюсков в большей степени потреблялась абра (15.55%).

В условиях же повышения уровня в многоводном 1994 г., по сравнению с маловодным 1982 г., потребление ракообразных увеличилось за счет интенсивного использования гаммарид, корофиид и мизид. Изменились и доминирующие виды. Среди гаммарид, кроме *Stenogammarus similis*, употреблялся *Pontogammarus abbreviatus*, из мизид – *Paramysis ullskyi* и *P. lacustris*. К 1996 г. в значительной степени возросло потребление корофиид, а именно *Corophium nobile* и *C. curvispinum*. Таким образом, в результате распреснения произошло смещение спектра питания бычков в сторону потребления организмов автохтонного комплекса.

Моллюски в питании песочника всегда были на втором месте. Годовые изменения состоят в том, что в многоводные годы возрастает потребление моллюсков пресноводного и слабосоленоводного комплекса. Доминирующим видом в питании 1974 и 1982 гг. была соленолюбивая абра, а в 1994 г. – представитель пресноводного комплекса – дрейссена. В 1996 и 2000 гг., наряду с аброй, много поедалось монодакны и дрейссены.

Черви в наибольшей степени потреблялись в начальный период подъема уровня моря, когда доминировал средиземноморский вселенец – хедистэ. Затем в результате распреснения произошло сокращение его в пище песочника. Наряду с хедистэ стали употребляться амфаретиды – представители автохтонной фауны. Максимальное значение в пище бычков черви имеют в период стабилизации уровня.

В условиях инвазии гребневика и распреснения моря произошли существенные изменения в питании бычков. До 2002 г. в рационе песочника существенную долю составляли моллюски (более 20%). В последние годы (2002–2004 гг.) потребление их сократилось до 10%. В меньшей степени стали использоваться в пищу представители морского комплекса – *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*, *Didacna trigonoides* и др. Одновременно возросло потребление червей, а именно амфаретид, а также личинок комаров

– хириноид. При этом отмечается существенное увеличение в составе пищи рыбного корма (мелких видов и молоди бычков). Это обстоятельство свидетельствует о недостатке излюбленных кормовых объектов и ухудшении условий питания, что, в конечном итоге, приводит к сокращению запаса бычков и негативно отражается на состоянии нагула ценных промысловых рыб и тюленя, питающихся бычками.

Таким образом, высшие ракообразные (гаммариды, корофииды, кумацеи, мизиды и декаподы) являются основными компонентами пищи бычка-песочника. Годовые изменения в его рационе выражаются в том, что качественный состав ракообразных остается постоянным при количественном доминировании той или иной группы в зависимости от условий среды. Значение моллюсков (абры) и червей (хедистэ) в пище возрастает в условиях повышения солености Северного Каспия, т.е. в маловодные годы. Личинки комаров интенсивно потребляются бычками в условия распреснения моря. Накормленность песочника за период наблюдений была высокой и соответствовала благоприятным условиям нагула.

Список литературы

- Васильева Е.Д. Сем. Gobiidae / Е.Д. Васильева // Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. С. 125–145.
- Степанова Т.Г. Бычки как элемент экосистемы Северного Каспия, их биология и значение: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.Г. Степанова. Астрахань, 1998. 23 с.

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА ОЗ. ПЛЕЩЕЕВО В ГОДОВОМ ЦИКЛЕ

В.Н. Столбунова

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
152742, Ярославская обл., Некоузский район, пос. Борок, stolbunova@ibiw.yaroslavl.ru

Озеро Плещеево расположено на территории Европейской части России в Центральном лимнофаунистическом регионе (Жадин, Герд, 1961). Водоем находится в подзоне смешанных лесов на юге Ярославской области между Клинско-Дмитровской возвышенностью и Волжско-Нерльской низиной. Озеро имеет довольно правильную овальную форму, вытянутую в направлении северо-запад – юго-восток. Площадь водной поверхности составляет 51.5 км², длина – 9.55 км, наибольшая ширина – 6.7 км, средняя – 5.4 км, наибольшая глубина – 24.3 м, средняя – 11.2 м, объем воды в озере – 582.2 млн м³ (Экосистема озера..., 1989). В озеро впадает более 15 притоков (Фортунатов, Московский, 1970). Главным является р. Трубеж длиной 32 км, которая вытекает из Берендеевского болота. Она принимает целый ряд мелких притоков. Воды озера характеризуются низкой цветностью и высокой минерализацией. По особенностям температурного режима оз. Плещеево относится к метাগипотермическим водоемам (Тихомиров, 1982). В течение всего летнего периода в озере наблюдается устойчивая температурная стратификация. В период летней стагнации распределение кислорода неравномерно, в придонных слоях наблюдаются заморы. У дна отмечается присутствие сероводорода и метана (Дзюбан, 1996). Обилие фито- и бактериопланктона обеспечивает существование в озере многочисленных популяций зоопланктона (Экосистема озера..., 1989).

Зоопланктон является важнейшим компонентом экосистемы озера и определяет трофические взаимоотношения гидробионтов, составляя значительную долю в общей продуктивности водоема. Обнаруженный в период наших исследований (1979–1996 гг.) видовой состав зоопланктона глубоководной и литоральной зон весьма разнообразен и составляет 171 вид. Из них Rotifera – 105 видов, Crustacea – 66. Среди ракообразных наибольшее число видов принадлежит ветвистоусым рачкам – 45, веслоногих – 21. С 1987 г. в планктоне появилась личинка *Dreissena*. Наши работы дополнили список 1920–30-х гг. новыми, не указанными ранее видами (Столбунова, 1983). Это пополнение произошло в основном за счет планктонных и зимних форм, ранее недостаточно изученных, а также появления в озере коловраток β-α-мезосапробов из р. *Brachionus* в связи с эвтрофированием и загрязнением водоема.

Зоопланктон открытой части водоема – типичное озерное сообщество, в котором отсутствуют формы, обитающие в прибрежных зарослях. Лишь изредка, при массовом размножении в прибрежной зоне и волновом воздействии, представители фитофильной фауны выносятся в открытое озеро. В чистой воде в литорали в основном преобладают пелагические коловратки и ракообразные.

Наиболее богато представлена в озере группа Rotifera. В основной комплекс планктонных коловраток входит 19 видов: *Keratella quadrata* (O.F. Müller), *K. hiemalis* Carlin, *K. cochlearis* (Gosse), *K. c. macracantha* (Lauterborn), *Conochilus unicornis* Rousset, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Synchaeta oblonga* Ehrenberg, *S. pectinata* Ehrenberg, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *P. luminosa* Kutikova, *P. vulgaris* Carlin, *Pompholyx sulcata* Hudson, *Filinia maior* (Colditz), *F. longiseta* (Ehrenberg), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Brachionus angularis* Gosse, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *E. lucksiana* Hauer, *Conochiloides natans* (Seligo). Комплекс ракообразных представляют в пелагиали – *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg), *Cyclops kolensis* Lilljeborg, *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Daphnia cucullata* G. Sars, *D. cristata* G. Sars, *D. longispina*

O.F. Müller, *D. galeata* G. Sars, *Bosmina coregoni* (Baird), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), в заросшей литорали – *Ceriodaphnia pulchella* G. Sars, *C. quadrangula* (O.F. Müller), *C. reticulata* (Jurine), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *B. longirostris* (O.F. Müller), *Polyphemus pediculus* (Linnaeus), *Eucyclops macrurus* (G. Sars).

Все названные виды появляются в планктоне ежегодно, но в разные годы численность отдельных видов колеблется, наблюдаются также изменения и в их количественном соотношении. Однако основной комплекс рачков и коловраток за годы наблюдений остается неизменным.

Годовой цикл развития зоопланктона оз. Плещеево, как и в других озеровидных водоемах, характеризуется следующими фазами: зимней, весенней, летней и осенней. Основными можно считать зимнюю и летнюю, поскольку в это время, помимо круглогодичных видов, развивается специфический видовой состав зоопланктона; весенне-осенние фазы – переходные. Быстрое увеличение видового состава после вскрытия водоема происходит как за счет холодноводных видов зимне-весеннего комплекса и зимующих в верхнем слое пелагиона копепод, так и появления характерных для летнего сезона коловраток и кладоцер (из латентных яиц). Смена биологических сезонов года в озере определяется сезонным ходом гидрологических процессов.

Изучение зоопланктона оз. Плещеево зимой было предпринято И.К. Ривьер в середине марта 1980 г. (1983). Наши зимние исследования охватывают многолетний период: 1983–1985, 1988–1992 и 1996 гг. в марте (в 1983 г. – и в январе–феврале, в 1996 г. – по льду в начале апреля). С начала декабря до первой декады апреля озеро полностью покрыто льдом и частично – с ноября до мая (Экосистема озера..., 1989). Такой длительный период ледостава связан с морфометрией водоема. За исследованный период самая большая толщина льда (до 65 см) наблюдалась в марте. Температура столба воды пелагиали изменялась от 0.1 до 3.5 °С, у дна она повышалась, слой температурного скачка прослеживался на глубине 15–16 м. Максимальная температура была над грунтами на глубинах 20–24 м. Изучая термический режим Глубокого озера (сходного с оз. Плещеево), Л.Л. Россолимо (1959) отмечал, что степень зимнего прогревания зависит от величины теплового запаса, оставшегося в водоеме к моменту ледостава. За период исследований прозрачность воды подо льдом колебалась от 520 см (1985 г.) до 800 см (1991, 1996 гг.), а в конце марта 1988 г. достигала рекордной величины – 11.5 м.

Согласно нашим наблюдениям, в зимнем зоопланктоне обнаружено 37 видов: Rotifera – 24, Copepoda – 5, Cladocera – 8. В начале зимы доминируют эвритермные виды: *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, в отдельные годы – *Asplanchna priodonta*. Наиболее полно сообщество представлено в марте и состоит из зимних и холодолюбивых видов – *Keratella hiemalis*, *K. cochlearis macracantha*, *Notholca squamula* (O.F. Müller), *N. s. frigida* Jaschnov, *N. foliacea* (Ehrenberg), *Conochiloides natans*, *Filinia maior*, *Polyarthra dolichoptera*, *Cyclops kolensis*, *Daphnia cristata*, а также видов, встречающихся круглый год – *Conochilus unicornis*, *Synchaeta oblonga*, *S. pectinata*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *Eudiaptomus graciloides*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*.

В планктоне зимой встречались иногда летние формы брахионусов (*Brachionus quadridentatus* Hermann, *B. calyciflorus anuraeiformis* Brehm, *B. c. amphicerus* Ehrenberg, *B. diversicornis homoceros* (Wierzejski), *B. angularis bidens* (Plate), *Cyclops vicinus* Uljanin, *Bosmina coregoni*, *B. longispina* Leydig, оставшиеся с осени и дожившие до марта; обнаруживались также хидориды: *Alona rectangulara* G. Sars и *Chydorus sphaericus*.

Важным компонентом зимнего планктона является *Eudiaptomus graciloides*. Этот веслоногий рачок, присутствуя в оз. Плещеево круглый год, создает многочисленную зимнюю генерацию. Рачок зимой не размножается и представлен практически одними половозрелыми особями. Попадают иногда в виде исключения единичные копеподиты, самки с яйцевыми мешками или сперматофорами (табл. 1). За счет высоких количественных показателей диаптомуса зоопланктон озера подо льдом остается богатым, что важно для ряпушки – переславской сельди, у которой наиболее активное питание происходит при относительно невысоких температурах воды.

Зимой веслоногие ракообразные представлены и холодолюбивым *Cyclops kolensis*, однако в подледный период он немногочислен. Его половозрелые особи присутствуют в планктоне в течение всей зимы, но основу популяции составляют копеподиты III–IV-й стадий. *E. graciloides* составляет основу зимней биомассы (% от общей):

Месяц	29.01	04.03	14.03	07.03	29.03	13.03	07.03
Год	1983	1983	1984	1985	1988	1989	1990
От общей биомассы	75	84	63	76	84	53	74

В начале весны, в апреле, наблюдается повышение температуры водной массы подо льдом, усиливается проникновение под лед солнечной радиации, начинается вегетация фитопланктона, а с началом паводка увеличивается численность бактериопланктона в верхних слоях воды. В зоопланктоне появляются

в большом количестве науплиусы Copepoda, интенсивно размножаются коловратки, увеличивается численность зоопланктона в поверхностных слоях водной толщи. Жизнь в озере пробуждается.

В первой половине мая с весенним прогреванием водоема устанавливается непродолжительная гомотермия. Интенсивность повышения температуры воды на поверхности в первой половине мая – около 2 °С за декаду (Литвинов, Рошупко, 1983). По нашим наблюдениям, в период весенней гомотермии температура воды пелагиали изменялась от 5.1 до 6.8 °С, литораль была на 2–3 °С более прогретой. В условиях сравнительно низкой температуры воды продолжают развиваться зимние и холодолюбивые коловратки – *Keratella hiemalis* (10–36% от общей численности зоопланктона), *Conochiloides natans* (23–30%), *Polyarthra dolichoptera* (25–29%), *Filinia maior* (12–27%), *Synchaeta oblonga* (до 12%), а также эвритермные *Kellicottia longispina* (до 33%), *Conochilus unicornis* (до 26%), *Keratella quadrata* (до 14%), *Asplanchna priodonta* (до 10%). Идет массовое созревание самок *Cyclops kolensis* (табл. 2).

Таблица 1. Структура популяции *Eudiaptomus graciloides* (%) на различных участках озера, 14 марта 1984 г.

Глубина станции, м	Температура воды, °С	Копеподиты	Зрелые самцы	Зрелые самки без яиц	Самки с яйцевыми мешками	Самки со сперматофорами
23	0–2.7	0	42	51	1	6
15	0–1.2	0	51	44	1	4
10	0–0.7	0	47	45	2	6
7	0–0.5	4	43	48	0	5
3		4	54	32	0	10

Таблица 2. Структура популяции *Cyclops kolensis* (%) в различных участках озера, середина мая 1979 г.

Глубина станции, м	Температура воды, °С	Копеподиты		Зрелые самцы	Зрелые самки	
		самки	самцы		с яйцевыми мешками	без яйцевых мешков
16–20	7.1–7.8	20	3	40	17	20
4.5	9.8–12.3	10	0	82	4	4
3–4	9.0–8.8	6	0	84	6	4
0.7–0.8	14.3	0	0	1	0	0

На мелководных станциях естественной структуры рачка не наблюдается. Наиболее благоприятные условия для популяции циклопа – глубоководные участки с низкими температурами воды. Высокая численность циклопа в мае довольно скоро снижается, и в июне половозрелые особи уже не встречаются.

В начале мая приступает также к размножению зимняя генерация *Eudiaptomus graciloides*. Быстро увеличивается численность науплиусов, затем копеподитов, превращающихся во взрослых рачков, дающих летнюю генерацию. В зоопланктоне в этот период появляются и представители теплолюбивого экологического комплекса – *Mesocyclops leuckarti*, *Bosmina coregoni*, молодь летних *Daphnia*, коловратки из рода *Brachionus*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis* (Gosse), *Euchlanis dilatata*, *Filinia longiseta* и др.

Количественные показатели появившихся теплолюбивых ракообразных в мае еще невелики, однако среднемноголетняя численность и биомасса общего зоопланктона повышается по сравнению с зимней в 7–3 раза, соответственно. Высокий темп прогрева воды во второй половине мая и обогащение зоопланктонов кормовыми ресурсами способствовало увеличению их видового разнообразия. В мае их насчитывалось до 81 вида (Rotifera – 48, Copepoda – 11, Cladocera – 22).

Летний сезон характеризуется максимальным прогревом воды (в отдельные годы до 23–24 °С в поверхностном слое глубоководного района озера), образованием устойчивой термической стратификации водной толщи, наибольшим разнообразием растительных и животных сообществ. В начале лета завершается переход холодноводных видов на весь летний период из толщи воды в придонные слои, а тепловодных – в пелагиаль. В связи с интенсивной вегетацией фитопланктона и макрофитов увеличивается доля автохтонного органического вещества (Экосистема озера..., 1989). Видовой состав зоопланктона летом более разнообразен и по сравнению с переходными сезонами весны и осени более стабилен. При температуре воды 15 °С в составе зоопланктона встречаются уже почти все теплолюбивые виды, плотность *Diaphanosoma brachyurum* возрастает при более высоких температурах (16–18 °С). Обилие фито- и бактериопланктона обеспечивают интенсивное развитие зоопланктонов. Их видовое разнообразие достигает 139 видов, среди которых 84 – коловратки, 55 – ракообразные (ветвистоусые – 38, веслоногие – 17). Из Rotifera по численности в многолетнем ряду преобладают (% от общей зоопланктона): *Keratella quadrata* (10–77%), *K. cochlearis* (17–22%), *Asplanchna priodonta* (11–69%), *Polyarthra vulgaris* (10–43%), *P. luminosa* и *P. longiremis* Carlin (только в 1979 г. – до 13%), *Conochilus unicornis* (11–51%), *Pompholyx sulcata* (24–42%), в отдельные годы – *Synchaeta oblonga* (до 31%), *Filinia maior* (до 13%), *Kellicottia longispina* (до 10%), среди ракообразных – копеподитные и науплиальные стадии *Mesocyclops leuckarti* (до 32%), *Eudiaptomus graciloides* (до 28%), *Daphnia cucullata* (до 22%), *Bosmina coregoni* (до 18%),

Diaphanosoma brachyurum (до 13%). По биомассе доминируют в основном ракообразные (виды родов *Daphnia*, *Bosmina*, *Eudiaptomus*, *Mesocyclops*), в отдельные годы – крупная *Asplanchna priodonta*.

Наиболее многочисленный летний вид в озере – *Daphnia cucullata*. Появляясь в начале июня, дафния достигает максимума в июле–начале августа, затем ее численность падает и осенью начинается образование покоящихся яиц. Обитатель глубоководной зоны, где в основном держится в эпилимнионе, рачок избегает заросших участков литорали, в открытом мелководье присутствует главным образом, в результате сгонно-нагонных явлений. Как основной доминирующий вид ветвистоусых ракообразных оз. Плещеево, *D. cucullata* является важным кормовым объектом рыб-планктофагов, в частности, ряпушки.

В зоопланктоне круглый год встречается *D. longispina*. Рачок достигает наибольшей численности в июне–июле и в октябре, максимальная плотность наблюдается в глубоководной зоне.

В озере круглогодично присутствует *D. cristata*, достигающая в глубоководной зоне в июле наибольшей численности. В течение лета популяция вида располагается в металимнионе, захватывая верхнюю зону гиполимниона.

С 1980-х годов в планктоне оз. Плещеево почти ежегодно отмечается *D. galeata*. Наибольшей численности дафния достигает в эпилимнионе в июне–июле (Столбунова, 1983).

Характерный вид летнего планктона озера *Bosmina coregoni* интенсивно размножается в июле, предпочитая эпилимнион пелагиали. Для побережья характерна больше *B. longirostris*. Наибольшая плотность рачка отмечается в июне, когда летняя температура водной толщи еще не достигла максимума. В пелагиали рачок располагается в нижних слоях эпилимниона, захватывая металимнион.

Позднее остальных ветвистоусых появляется *Diaphanosoma brachyurum*. Рачок достигает максимума в июле–августе. Вид приурочен к эпилимниону, иногда к границе металимниона.

К летним активным хищникам из клadoцер принадлежат крупные *Leptodora kindtii* (Focke) и *Bythotrephes longimanus* Leydig. Наибольшие их плотности отмечаются в июле–августе.

Значительную роль в рачковом планктоне среди веслоногих ракообразных играет теплолюбивый *Mesocyclops leuckarti*. В летнее время его довольно много, хотя из-за малых размеров биомасса невелика. Рачок встречается каждый год как в глубоководной зоне, так и в литорали. Наибольшая численность наблюдается в середине июня, второй подъем наступает к середине сентября. Циклоп предпочитает эпилимнион, иногда заходит и в металимнион.

Как уже отмечалось, *Eudiaptomus graciloides*, встречающийся круглый год, является важнейшим компонентом зоопланктона озера как один из основных кормовых объектов рыб-планктофагов. В период летней стагнации диаптомус сосредоточен в эпилимнионе. Первый максимум наблюдается в июне, второй – в конце лета.

В целом, летний зоопланктон отличается наибольшим видовым разнообразием всех его групп: коловраток, клadoцер и копепоид.

По мере охлаждения озера (вторая половина сентября–октябрь) и ускорения циркуляции вод, а также при значительном ветровом перемешивании водной толщи наступает осенняя гомотермия. В этот период сохраняется состав летнего планктона, но с понижением температуры летний комплекс постепенно выпадает и появляется холодноводный.

В осенний сезон зоопланктеры оз. Плещеево состоят из 91 вида, среди которых коловраток – 46, ветвистоусых ракообразных – 31, веслоногих – 14. В сентябре температура поверхностного слоя воды пелагиали понижается до 13.4–15 °С, а на глубинах 20 м и более – 9.2–12.5 °С. Поскольку осеннее понижение температуры начинается, как известно, с прибрежных мелководий, которые охлаждаются быстрее и раньше, в озере наблюдается горизонтальная температурная неоднородность. В видовом составе еще преобладают летние мелкие коловратки – *Keratella quadrata* и *K. cochlearis* (до 36–20% от общей численности зоопланктона, соответственно), из ракообразных – многочисленные копепоиды *Mesocyclops leuckarti* (до 40%), зрелые особи круглогодичного *Eudiaptomus graciloides* (до 14%), *Bosmina coregoni* (до 10%).

В начале октября наблюдается гомотермия, температура водной толщи у поверхности снижается до 10–11 °С, к концу месяца она достигает 7.4 °С. В составе планктона появляется холодолюбивая *Synchaeta tremula* (O.F. Müller) (до 17% от общей плотности зоопланктона), крупная *S. pectinata* (до 22%), продолжают развиваться эвритермные *Asplanchna priodonta* и *Conochilus unicornis* (17 и 14%, соответственно).

Таким образом, на общем фоне годового цикла выделяются сезонные изменения видового разнообразия, достигающие минимума зимой и максимума летом – в период наибольшего прогресса водной толщи, когда особенно обильно развивается тепловодный комплекс клadoцер. Из основных факторов, регулирующих сезонную смену зоопланктеров, следует указать температуру воды и обеспеченность популяций пищей. Значение этих факторов отчетливее проявляется весной и летом и сопровождается наибольшими изменениями в составе и в численности сообщества. С середины осени видовой состав обед-

няется за счет постепенного выпадения из планктона коловраток и ракообразных летнего комплекса; появляется немногочисленный по составу холодноводный комплекс.

Список литературы

- Дзюбан А.Н. Микрофлора // Биоиндикация качества воды оз. Плещеево в условиях действующего открытого водозабора: Отчет. Борок, 1996. 281 с.
- Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М.: Учпедгиз, 1961. 597 с.
- Литвинов А.С., Рошупко В.Ф. Термический режим оз. Плещеево // Функционирование озерных экосистем. Рыбинск, 1983. С. 8–13. (Тр. ИБВВ; Вып. 51(54)).
- Ривьер И.К. Количественная и пространственная характеристика зимнего зоопланктона оз. Плещеево // Функционирование озерных экосистем. Рыбинск, 1983. С. 62–70. (Тр. ИБВВ АН СССР; Вып. 51(54)).
- Россолимо Л.Л. Некоторые особенности температурного режима малых озер // Тр. Моск. техн. ин-та рыб. пром-сти. 1959. Вып. 10. С. 3–20.
- Столбунова В. Н. Зоопланктон оз. Плещеево как компонент его экосистемы // Функционирование озерных экосистем. Рыбинск, 1983. С. 46–62. (Тр. ИБВВ АН СССР; Вып. 51 (54)).
- Тихомиров А.И. Термическая классификация пресных озер умеренной зоны // Термика крупных озер. Л.: Наука, 1982. С. 93–107.
- Фортунатов М.А., Московский Б.Д. Озера Ярославской области: Кадастровое описание и краткие лимнологические характеристики. I. Озера бассейна Плещеевской Нерли // Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль: Яросл. гос. пед. ин-т, Яросл. отд. Геогр. о-ва СССР, 1970. С. 7–26.
- Экосистема озера Плещеево. Л.: Наука, 1989. 264 с.

СТРУКТУРА РАЗНООБРАЗИЯ ГЕТЕРОТРОФНЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ (PROTISTA) ЗАБОЛОЧЕННЫХ ВОДОЕМОВ

¹Д.В. Тихоненков, ²Ю.А. Мазей

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,

152742, пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, tikhon@ibiw.yaroslavl.ru

²Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского, 440026, Пенза, ул. Лермонтова, 37

К настоящему времени накоплено некоторое количество данных о микроорганизмах, ассоциированных с болотными и лесными мхами. В этом плане лучше других изучены раковинные амебы (Gilbert, Mitchell, 2006), а также альгофлора (Borics et al., 2003), несколько хуже – инфузории (Packroff, Woelfl, 2000). О гетеротрофных жгутиконосцах мхов встречаются лишь отрывочные данные в общих сводках по простейшим (Borics et al., 2003; Vovee, 1979). Тем не менее, последние работы показывают, что гетеротрофные флагелляты широко распространены в сфагновых заболоченных водоемах, где их сообщества достигают наибольшего своеобразия (Мазей и др., 2005; Мыльников, Косолапова, 2004; Тихоненков, Мазей, 2009).

Материал отбирали в 2002–2006 гг. из заболоченных водоемов разных природных зон европейской части России. В лесостепной зоне материал собирали в 7 различных заболоченных экосистемах бассейна реки Суры на территории Пензенской обл. Рассматриваемые экосистемы приурочены к водоразделам и надпойменным террасам, сложенным песками. В южно-таежной зоне пробы отбирали в кислых заболоченных озерах на территории Новгородской обл. Озера относятся к Полисто-Ловатской системе верховых болот (запад Валдайской возвышенности, водораздел рек Полисть и Ловать). Полисто-Ловатская болотная система представляет собой крупный массив малонарушенного верхового болота с заболоченными озерами. В южно-таежной зоне также изучали сообщества из заболоченных водоемов на территории Ярославской обл. Некоторые озера представляли собой копани, которые в результате заболачивания превратились в водоемы с низкими значениями pH, по краям заросшие сфагнумами и осоками. Кроме того, исследовали сообщества из болот, а также участков заболоченных лесов, образовавшихся на 4-й геоморфологической террасе вдоль бывшего русла р. Волга. В северо-таежной зоне исследовали сообщества гетеротрофных флагеллят в двух сфагновых болотах (Карелия, Лоухский район, дер. Черная река). Рассматриваемая территория в ландшафтно-типологическом отношении представляет собой сильно заболоченную равнину морского генезиса с преобладанием сосняков. В тундровой зоне исследовали сообщества флагеллят в разнотипных заболоченных биотопах островов Долгий и Матвеев Баренцева моря. Исследованы сфагновые сплавины озер, напочвенные сфагнумы увлажненных участков тундры.

В исследованных биотопах обнаружены 191 вид и форма гетеротрофных флагеллят из всех известных в настоящее время крупных группировок эукариот. В целом, наибольшим видовым богатством характеризуются эвглениды (55 видов), церкомонаиды (25), кинетопластиды (23), хоанофлагелляты (20), жгутиконосцы неопределенного систематического положения (16), хризомонады (11), бикозоециды (11). Подобная структура сохраняется во всех регионах и типах биотопов. При этом показатель отношения

числа видов в том или ином доминирующем таксоне к общему числу видов, известных для данной таксономической группы значительно изменялся (в расчет принимались только свободноживущие гетеротрофные виды флагеллят). Так, в целом для эвгленид он составляет 19–21%, для церкомонадид 28–37%, для кинетопластид 42–46%, для хоанофлагеллят 12%, для жгутиконосцев *incertae sedis* 9–19%, для хризомонад 10%, для бикозоецид 20–21%.

Как видно, в исследованных заболоченных водоемах нам удалось выявить до половины общего видового разнообразия кинетопластид. Это связано с тем, что представители данной таксономической группы являются чрезвычайно широко распространенными и наиболее эврибионтны среди гетеротрофных жгутиконосцев. Одни и те же виды населяют как разнотипные пресные водоемы, так и моря. Кроме того, кинетопластиды имеют постоянную форму тела без выростов и углублений на поверхности клетки. Вследствие этого специалистами к настоящему времени описано относительно небольшое количество морфовидов свободноживущих кинетопластид (порядка 50–55 видов), которые весьма четко различаются по форме и размерам клетки и, главным образом, по характеру и способу передвижения. Поэтому видовая диагностика свободноживущих кинетопластид на уровне морфологических видов не является затруднительной.

Различные виды церкомонад широко распространены в сфагновых местообитаниях и почвах. Они имеют амебонидную форму клетки, являющуюся более адаптивной к обитанию в тонкой водной пленке, окружающей поверхность мхов и почвенные частицы. Кроме того, многие виды способны инцистироваться, что способствует переживанию нестабильности абиотических параметров (главным образом, режим увлажнения) в ветландах.

С другой стороны, рассчитанный нами показатель наиболее низок для воротничковых жгутиконосцев и хризомонад. Дело в том, что основу видового богатства хоанофлагеллят составляют акантоэциды (95 видов из приблизительно 166 известных на данный момент), которые населяют исключительно морские водоемы и не могли быть обнаружены в исследованных заболоченных местообитаниях. Среди приблизительно 106 известных гетеротрофных хризомонад 42 вида относятся к роду *Paraphysomonas*, большинство видов которого также описано из морских вод. Видовая идентификация наиболее обильных и часто встречающихся хризомонад из рода *Spumella* в настоящее время затруднительна, ввиду отсутствия четких диагностических признаков внешней морфологии (а также ультраструктуры) клеток.

Сообщества гетеротрофных флагеллят заболоченных биотопов различных регионов имеют сходную трофическую структуру. Следует отметить, что некоторые бесцветные виды не являются облигатными гетеротрофами (это эвгленозои из групп *Euglenea* и *Aphagea*, а так же представители *Cryptomonadales* и *Chlorophyceae*) и в зависимости от условий обитания могут питаться автотрофно. То есть по сути являются миксотрофами. Большинство же обнаруженных видов являются бактериотрофами, играющими важную роль в контроле численности, продукции и структуры бактериоценозов (Berninger et al., 1991), однако, облигатных бактериотрофов среди гетеротрофных жгутиконосцев немного (Sanders, 1991), и в зависимости от условий обитания они потребляют разнообразную пищу (детрит, растворенную органику). На долю эврифагов приходится 20% видов. Более 10% видового богатства гетеротрофных флагеллят в изученных биотопах составляют хищные виды, потребляющие более мелких жгутиконосцев и других протистов и тем самым, подобно некоторым инфузориям и мелким многоклеточным, осуществляют «контроль сверху» над ценозами бактериотрофных, цианобактериотрофных, осмотрофных и миксотрофных микроорганизмов.

Обнаруженные гетеротрофные жгутиконосцы имеют разные пищевые стратегии и соответствующие морфологические отличия, однако преобладающей является активный поиск и захват пищи, присущий быстро передвигающимся формам, имеющим специальные структуры для ее захвата и поглощения. При этом значительную долю от общего видового богатства (около 30%), составляют сессильные виды, большую часть времени прикрепленные к субстрату. В основном это представители хоанофлагеллят, бикозоецид и хризомонад. В пробах нами часто отмечались жгутиконосцы, прикрепленные к наиболее тонким стеблям сфагнумов, детритным частицам или микроводорослям, осуществляющие перехват или фильтрацию пищи.

В результате настоящей работы были выявлены гетеротрофные жгутиконосцы из 67 родов. Наибольшим числом видов представлены роды *Salpingoeca* – 16 видов, *Bodo* – 16, *Cercomonas* – 15, *Petalomonas* – 13, *Bicosoeca* – 9, *Notosolenus* – 8. При этом половина родов (33) представлена только одним видом. В целом, представители очень небольших таксонов (таких как спонгомонады, фаланстериды, псевдодендромонады) встречались часто. Эти группы жгутиконосцев редко отмечаются в протистологических исследованиях и, возможно, характеризуют заболоченные водоемы.

Наиболее часто встречались *Heteromita minima* (Hollande, 1942) Mylnikov and Karpov, 2004, *Bodo saltans* Ehrenberg, 1832, *B. designis* Skuja, 1948, *Goniomonas truncata* (Fresenius, 1858) Stein, 1887, *Protaspis simplex* Vørs, 1992, *Spongomonas uvella* Stein, 1878, *Monosiga ovata* Kent, 1880, *Cercomonas aff. agilis*

(Moroff, 1904) Mylnikov and Karpov, 2004, *C. longicauda* Dujardin, 1841, *Allantion tachyploon* Sandon, 1924, *Petalomonas minuta* Hollande, 1942, *Helkesimastix faecicola* Woodcock et Lapage, 1914, *Codonosiga botrytis* Kent, 1880, *Cercomonas radiatus* (Klebs, 1892) Mylnikov and Karpov, 2004, *Petalomonas pusilla* Skuja, 1948. Почти все эти виды представляют доминирующие таксоны. Однако в целом биоразнообразии сложено редкими организмами, 41% видов гетеротрофных жгутиконосцев от всего разнообразия имели встречаемость менее 20% и отмечались только в одном из регионов.

Среди обнаруженных гетеротрофных жгутиконосцев до 20% видов эвригаллины и отмечались ранее в морских и солоноватых водоемах. В основном это представители родов *Petalomonas*, *Notosolenus* и *Bodo*.

Анализ результатов собственных исследований и литературных данных показывает, что наиболее характерными видами для заболоченных экосистем в целом являются *Allantion tachyploon*, *Bodo designis*, *B. saltans*, *Cercomonas crassicauda* (Dujardin, 1841) Mylnikov and Karpov, 2004, *C. longicauda*, *C. radiatus*, *Goniomonas truncata*, *Heteromita minima*, *Paraphysomonas vestita* (Stokes, 1885) De Saedeleer, 1929, *Protaspis simplex*, *Spumella* sp. Однако все эти виды отмечаются и в других типах незакисленных водоемов и водотоков, как правило в составе бентосных сообществ (Жуков, 1993; Мазей и др., 2005). При этом, многие из перечисленных видов не достигают там столь высокой встречаемости, за исключением *Bodo*, *Spumella*, *Paraphysomonas*, которые, по-видимому, являются убиквистами.

Список литературы

- Жуков Б.Ф. Атлас пресноводных гетеротрофных жгутиконосцев (биология, экология и систематика). Рыбинск: ИБВВ РАН, 1993. 160 с.
- Мазей Ю.А., Тихоненков Д.В., Мыльников А.П. Видовая структура сообщества и обилие гетеротрофных жгутиконосцев малых пресных водоемов // Зоол. журн. 2005. Т. 84, № 9. С. 1027–1041.
- Мыльников А.П., Косолапова Н.Г. Фауна гетеротрофных жгутиконосцев небольшого заболоченного озера // Биология внутр. вод. 2004. № 4. С. 18–28.
- Тихоненков Д.В., Мазей Ю.А. Пространственная структура сообщества гетеротрофных жгутиконосцев в сфагновом болоте // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70. №1. С. 78–93.
- Berninger U.-G., Caron D., Sanders R., Finlay B. Heterotrophic flagellates of planktonic community, their characteristics and methods of study // The biology of free-living heterotrophic flagellates. (Eds. Patterson D., Larsen J.). Oxford: Clarendon Press, 1991. P. 39–56.
- Borics G., Tothmeresz B., Grigorszky I. et al. Algal assemblage types of bog-lakes in Hungary and their relation to water chemistry, hydrological conditions and habitat diversity // Hydrobiologia. 2003. V. 502. P. 145–155.
- Bovee E.C. Protozoa from acid-bog mosses and forest mosses of the lake Itasca region (Minnesota, USA) // Sci. bull. univ. Kansas. 1979. V. 51. № 21. P. 615–629.
- Gilbert D., Mitchell E. Microbial diversity in sphagnum peatlands // Peatlands: Evolution and Records of Environmental and Climatic Changes / Eds. Martini I.P., Martínez Cortizas A., Chesworth W. Amsterdam: Elsevier, 2006. P. 289.
- Packroff G., Woelfl S. A review on the occurrence and taxonomy of heterotrophic protists in extreme acidic environments of pH values ≤ 3 // Hydrobiologia. 2000. V. 433. P. 153–156.
- Sanders R. Trophic strategies among heterotrophic flagellates // The biology of free-living heterotrophic flagellates. Patterson D., Larsen J (eds.). Oxford: Clarendon Press, 1991. P. 21–38.

ПИТАНИЕ МОЛОДИ ВОБЛЫ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Э.Ю. Тихонова

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГУП «КаспНИРХ»),
г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, leonoratikh@rambler.ru

Среди факторов, обуславливающих величину ежегодного пополнения стада воблы, на одном из первых мест стоят трофические условия нагула молоди в летний период. Количественные изучения питания взрослой воблы были начаты в 1935 г. (Желтенкова, 1939) и продолжены целым рядом исследователей. В.С. Танасийчук (1940) подробно были рассмотрены особенности малькового периода жизни воблы с начала ската и вплоть до причин колебания урожайности молоди. Изучение питания сеголеток воблы в летний период наиболее полно отражены в работе Т.К. Небольсиной (1958), но в целом исследования по трофологии молоди воблы носят разрозненный характер.

В настоящей работе приведены результаты исследования состава пищи сеголеток и годовиков воблы. Сбор проб проводился в июле 2009 г. на участке, захватывающем западный, центральный и глубоководный районы западной части Северного Каспия.

Материалом служили сеголетки воблы, мигрировавшие в море после первого ската, и годовики, нагуливающиеся на морских пастбищах второй сезон. Обработан 361 кишечник по общепринятой методике (Методическое пособие ..., 1974).

Качественный состав пищи молоди воблы в июле 2009 г. был достаточно разнообразен (таблица). Большую часть рациона сеголеток составляли излюбленные кормовые организмы – моллюски (30.5%) и ракообразные (30.5%). Основная масса потребленных моллюсков приходилась на долю личинок *Bivalvia*, ведущих зоопланктонный образ жизни. Наряду с ними, в крайне незначительных количествах, присутствовала молодь моллюсков (адакна, дрейссена, митилястер), особенностью которых были мелкие размеры (не более 3 мм) и наличие тонкостенной раковины. Среди ракообразных большое значение в питании сеголеток воблы имели кумовые раки и остракоды, в меньшей степени – копеподы, кладоцеры и гаммариды, а также зооэа краба. Дополняли рацион черви (*Hediste diversicolor*) и хирономиды (11.4% и 9.2% соответственно). Накормленность сеголеток была высокой – 136.3%, что отражает наличие в составе кормовой базы моря достаточного количества кормовых организмов, необходимых молоди на данном этапе.

Таблица. Питание молоди воблы в западной части Северного Каспия в июле 2009 г.

Состав пищи	Сеголетки	Годовики
Mollusca	30.5	27.0
в том числе:		
<i>Mytilaster lineatus</i>	0.5	6.1
<i>Dreissena</i> sp.	0.9	6.8
<i>Adacna vitrea</i>	1.8	6.6
<i>Abra ovata</i>	-	2.8
<i>Bivalvia larvae</i>	27.3	4.7
Crustacea	30.5	24.5
в том числе:		
Ostracoda	6.5	6.5
Cumacea	12.1	8.0
Gammaridae	1.8	5.2
Vermes	11.4	22.0
<i>Hediste diversicolor</i>	11.4	22.0
Chironomidae	9.2	6.8
Прочие	18.4	19.7
в том числе:		
Insecta sp.	4.3	4.4
Грунт	11.8	7.0
Растительность	1.7	5.9
Общий индекс наполнения, 0/000	136.3	104.7
Доля рыб с пустым кишечником, %	5.4	3.8

Спектр питания годовиков воблы был аналогичен таковому сеголеток. Несколько ниже было потребление ими моллюсков и ракообразных (27.0 и 24.5%), однако значение полихет возросло вдвое (22.0%). Количество планктонных личинок двустворчатых моллюсков в составе пищи годовиков, по сравнению с сеголетками, уменьшилось почти в 6 раз, и во столько же раз возросло потребление молоди дрейссены, адакны и митилястера. В составе пищевого комка годовиков присутствовала также абра. Из ракообразных предпочтение отдавалось кумовым ракам и остракодам, но увеличилось значение гаммарид, а роль зоопланктона (копепод и кладоцер) снизилась вдвое. Общий индекс наполнения кишечника у годовиков воблы был на уровне оптимальных значений – 104.7%.

Обе возрастные группы молоди воблы широко осваивали морские пастбища, распределяясь на глубинах от 2 до 9 м. На мелководье наибольший процент по массе корма у сеголеток составляли хирономиды (32.6%), у годовиков – дрейссена (19.3%), хирономиды (18.8%) и гаммариды (18.2%). Большая часть мальков нагуливалась в зоне свала глубин 5–6 м, где видовой состав кормовых организмов был представлен наиболее широко. Значительную долю в рационе сеголеток на данной глубине составили кумовые раки, остракоды, полихеты и хирономиды. В составе пищи годовиков, наряду с этими организмами, заметно возросла доля митилястера и дрейссены. Следует отметить, что в зоне глубин 5–6 м отмечалась и пониженная накормленность молоди – 100.7% у сеголеток и 98.9% у годовиков, по-видимому, из-за внутривидовой и межвидовой пищевой конкуренции.

На глубине 6–9 м в пищевом комке молоди воблы сильно возросла доля личинок двустворчатых моллюсков. Для сеголеток этот показатель составил 43.9–62.4% (максимум на 8–9 м), для годовиков – 8.6–37.5% (максимум на 7–8 м) от общего количества пищи. При этом максимальным процентам содержания *Bivalvia larvae* в кишечниках мальков соответствовали и максимальные индексы наполнения кишечника – 211.8 ‰ у сеголетки и 224.2% у годовиков.

Таким образом, вобла в мальковый период развития при освоении одной и той же кормовой базы предпочитала качественно одинаковые виды организмов, но их количественные соотношения значи-

тельно различались. Сразу после ската в море сеголетки воблы осваивали морские пастбища, предпочитая, в силу физиологических особенностей, представителей зоопланктона и мелкие формы нектобентоса. На втором году жизни мальки воблы уже активно расширяли пищевой спектр за счет потребления более крупных бентосных организмов.

Сравнивая полученные результаты с предыдущими исследованиями, необходимо учитывать специфику Каспия. От гидрологического режима моря во многом зависит состояние бентоса и, следовательно, накормленность молоди воблы. В годы осолонения северной части моря солоноватоводный комплекс организмов, составляющий основу питания рыб-бентофагов, сменялся соленолобивыми организмами, общая масса бентоса снижалась. В годы опреснения биомасса бентоса возрастала.

При состоянии относительно стабильного или умеренного снижения уровня моря в 1949 г. (Небольсина, 1958) сеголетки воблы питались донными организмами (гаммаридами, корофиидами, кумацеями и др.) и мелкими моллюсками (дрейссена, адакна и др.). При этом ракообразные составляли 44%, хирономиды – 11% и водная растительность – 24% от всего состава пищи. Наиболее кормные пастбища располагались на глубинах до 6 м.

Неблагоприятные условия нагула молоди воблы складывалась в период резкого снижения уровня моря, когда накормленность сеголеток составила 41.9‰ и годовиков – 59.2–65.1‰ (Попова, 1976). Сеголетки в этот период питались в основном ракообразными (60%), на долю червей приходилось 22.4%, повсеместно встречались нитчатые водоросли (6.2%). Годовики потребляли почти в равной степени как моллюсков (30.8%), так и ракообразных (34.9%).

В 1999 г., после завершения периода резкого повышения уровня моря, доля моллюсков у сеголеток в отдельных районах моря изменялась от 40 до 63% (Полянинова и др., 2000). Предпочтение отдавалось абре. Молодь в больших количествах потребляла ракообразных только на мелководьях центрального района. Накормленность сеголеток составила 137–153‰.

Таким образом, в июле 2009 г., по сравнению с предыдущими годами, отмечались небольшие количественные изменения в питании молоди воблы. В составе ракообразных произошла замена корофиид на ракушковых рачков, снизилась доля растительности в рационе сеголеток и двухлеток. Интенсивность питания молоди воблы в летний период нагула характеризовалась высокими показателями. Следовательно, трофологические условия в западном районе Северного Каспия летом 2009 г. складывались благоприятно.

Список литературы

- Желтенкова М.В. Питание воблы (*Rutilus rutilus caspicus* Jak) в северной части Каспийского моря // Труды ВНИРО. 1939. Т. X. С. 129–177.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 253 с.
- Небольсина Т.К. Питание северокаспийской воблы на первом году жизни: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Воронеж, 1958. 16 с.
- Полянинова А.А. и др. Оценка кормовой продуктивности и питание промысловых рыб в Каспийском море в 1999 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: рез. НИР за 1999 г. Астрахань, 2000. С. 80–93.
- Попова М.К. Питание молоди воблы и леща в Северном Каспии / Рыбохозяйственные исследования КаспНИРХа в 1974 г. Астрахань, 1976. С. 23–24.
- Танасийчук В.С. Молодь воблы. Труды ВНИРО // Сб. «Вобла Северного Каспия», 1940. Ч. 11. С. 49–74.

НОВЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ ВИДЫ ПРЕСНОВОДНОГО БЕНТОСА И РАСЧЕТ ИХ ВИДОВЫХ САПРОБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Т.А. Трофимова

Санкт-Петербургский Государственный Университет,
199178, Санкт-Петербург, ВО 16-я линия, д. 29, tanyusha.ufa@mail.ru.

Оценка состояния пресных вод и степень их загрязнения органическими веществами проводится по индикаторным видам гидробионтов, которые характеризуют органическую нагрузку своего местообитания и свою толерантность к органическому загрязнению. По мере роста органического загрязнения исчезают индикаторы незагрязненных или малозагрязненных местообитаний и появляются виды - индикаторы органического загрязнения. Индекс сапробности (S), вычисленный на основе числовых сапробных характеристик видов-индикаторов, увеличивается по мере увеличения концентраций органических веществ, ухудшения кислородного режима и ряда сопутствующих гидрохимических и биологических процессов. Таким образом, точность расчета индекса сапробности водоема зависит от количества видов-индикаторов и точности их сапробных показателей. В настоящее время список индикаторных видов западной Европы включает более 1000 видов. Для восточной Европы и других регионов России этот спи-

сок пригоден лишь отчасти в связи с различиями пресноводной фауны по сравнению с западной Европой. О необходимости дополнения общего списка и создания региональных списков неоднократно упоминалось в экологической литературе, посвященной оценке качества пресных вод методами биоиндикации.

Целью данной работы является выявление новых индикаторных видов из группы пресноводного зообентоса, расчет их сапробных характеристик (видовой индекс сапробности s , индикаторный вес G , сапробные валентности) и, таким образом, дополнение списков видов-индикаторов для отдельных территорий России.

Задачи:

- 1) отбор и обработка проб пресноводного зообентоса на 2-х территориях: северо-западный регион (г. Санкт-Петербург, Ленинградская область и республика Карелия) и уральский регион (республика Башкортостан);
- 2) определение видов из собранных проб зообентоса;
- 3) расчет индексов сапробности собранных проб по имеющимся в них известным видам-индикаторам;
- 4) выделение репрезентативной выборки проб для сапробной характеристики обследованных водоемов и водотоков, при этом в выборку включить аналогичные сведения, уже обработанные в предыдущий период по пробам с еще двух территорий – северо-востока европейской части России (республика Коми) и из Западной Сибири;
- 5) выделение из видовых списков обследованных водоемов наиболее широко распространенных видов зообентоса, пригодных в качестве индикаторов сапробности;
- 6) расчет сапробных характеристик у подобранных видов (сапробных валентностей, индикаторного веса и видового индекса сапробности);
- 7) составление списка новых индикаторных видов.

Материалом для исследования послужили списки видов водных беспозвоночных из 75 гидробиологических проб, собранных автором летом 2009 года из 26 водоемов Карелии, Ленинградской области, г. Санкт-Петербург и республики Башкортостан (табл. 1). Также использовались видовые списки бентоса из 94 проб из 24 рек и ручьев Западной Сибири и Республики Коми (любезно предоставленные Е.А. Новиковой). В результате получены данные из 169 проб из 50 водоемов (31 река, 5 ручьев, 7 озер и 7 прудов).

Таблица 1. Перечень исследованных водоемов и сроков отбора проб по районам

Северо-Запад России	
Территория г. Санкт-Петербург (лето 2009г.): оз. Нижнее Большое Суздальское оз. Среднее Суздальское оз. Верхнее Суздальское р. Большая Охта р. Оккервиль р. Каменка р. Волковка 4 пруда в Парке Победы 3 пруда в Южно-Приморском парке	Карелия. Побережье Белого моря (авг. 2009г.): оз. Горелое оз. Среднее оз. Малое Черливое оз. Большое Черливое ручей 1 на материке питьевой источник Верхняя ламба р. Летняя Нижняя ламба р. Летняя
Ленинградская область (июль 2009г.): р. Сыпярка, р. Заостровка	Республика Башкортостан (сентябрь 2009г.): ручей из источника Св.Иоанна, р. Уршак, старица р. Дема
Республика Коми р. Щугор (1976, 1978), р. Бол. Лоптюга (1987), р. Вульдзь, р. Евва (1988), р. Ертом (1987, 1988), р. Вашка (1988), р. Мезень (1983, 1984, 1987, 1989), р. Илыч (1984, 1988, 1989), р. Н. Пузла (1989), р. Печора (1989), р. Пож (1987), р. Суббач (1988) р. Мыдмас	Тюменская обл. Западная Сибирь р. Быстринка (1989, 1990), р. Северянка (1989, 1990), р. Пим (1989, 1990), р. Вачим (1989, 1990), р. Лямин (1989, 1990), р. Мильтон-яун (1989, 1990), руч. Айнгерум-яун (1989, 1990), р. Ватьеган (1989, 1990), р. Котухта, (1989, 1990), руч. Нюча-Котухта(1992), безымянный руч. (1992), р. Большой Юган (1992)

Отбор качественных и количественных проб и их обработка проводились стандартными гидробиологическими методами. В разобранных пробах определялись по возможности до вида все беспозвоночные. По уже известным видам-индикаторам по методике Зелинки-Марвана в модификации Сладечека вычислялись индексы сапробности этих проб, кроме тех, в которых было 3 и менее видов-индикаторов. Сапробные характеристики потенциально новых индикаторных видов вычислялись по формуле Цимдинь (Андрушайтис и др., 1981).

Только 83 пробы макрозообентоса (из имеющихся 169) оказались достаточно информативными для исследования, и дальнейшая работа проводилась с данными из этих проб.

По результатам расчета сапробность 83 проб неравномерно распределена по уровням сапробности. Большинство станций относятся к β -мезосапробному уровню загрязнения (умеренное), проб ксено-, олиго-, α -мезо- и полисапробного уровня заметно меньше. Это связано, с одной стороны, с реальным преобладанием в-мезосапробного уровня загрязненности пресных водоемов в целом, с другой стороны, невозможностью при отборе пробы точной визуальной оценки ее сапробности, что сказалось на выборе станций исследования. Относительно большое количество олигосапробных станций объясняется тем, что в рассмотрение включены чистые реки республики Коми, в том числе хорошо исследованные р. Щугор – рыбный заказник, и верховья рек Печора и Илыч, окаймляющие Печоро-Илычский заповедник

В пробах представлены 354 таксона (вид или род) беспозвоночных бентоса. Из них были выбраны 28 видов моллюсков и водных насекомых, часто встречающиеся, для которых сапробные характеристики ранее не вычислялись, а наших данных было достаточно для расчета. Для этих видов были вычислены сапробные характеристики (табл. 2):

- сапробные валентности (x , o , $вт$, $бт$, p) которые отражают встречаемость вида в каждой зоне сапробности и выражаются одной или несколькими цифрами, сумма которых равна 10;
- индикаторный вес G , отражающий ценность вида как индикатора;
- видовой индекс сапробности s .

Таблица 2. Рассчитанные сапробные показатели для исследуемых видов

	Таксон	x	o	$вт$	$бт$	p	G	s
	Mollusca							
1.	<i>Bithynia tentaculata</i>	0	0	9.52	0.24	0.24	4	2.3
2.	<i>Amesoda scaldiana</i>	0	8	2	0	0	4	1.4
3.	<i>Anisus (Gyraulus) acronicus</i>	0	10	0	0	0	5	2
4.	<i>Pisidium amnicum</i>	0	0	10	0	0	5	2
	Odonata							
5.	<i>Somatochlora metallica</i>	0	0.24	8.78	0.98	0	4	2.07
6.	<i>Coenagrion hastulatum</i>	0	0	10	0	0	5	2
	Ephemeroptera							
7.	<i>Baetis digitatus</i>	0	0	10	0	0	5	2
8.	<i>Cloeon inscriptum</i>	0	3	7	0	0	4	2.05
9.	<i>Ecdyonurus joernensis</i>	0	4	6	0	0	3	2
10.	<i>Ephemerella aurivillii</i>	0	10	0	0	0	5	1
11.	<i>Ephemerella mucronata</i>	0	3	7	0	0	4	1.95
12.	<i>Metretopus borealis</i>	0	5	5	0	0	3	2
13.	<i>Siphonurus aestivalis</i>	0	4	6	0	0	3	2
14.	<i>Siphonurus alternatus</i>	0	0	10	0	0	5	2
	Plecoptera							
15.	<i>Amphinemoura standfussi</i>	0	4	6	0	0	3	2.02
16.	<i>Nemoura arctica</i>	0	8	2	0	0	4	1.45
	Trichoptera							
17.	<i>Athripsodes cinereus</i>	0	1.29	8.71	0	0	5	1.97
18.	<i>Agneta extrema</i>	0	3	7	0	0	4	1.91
19.	<i>Apatania crimophile</i>	0	10	0	0	0	5	1
20.	<i>Arctopsyche ladogensis</i>	0	0	10	0	0	5	2
21.	<i>Halesus interpunctatus</i>	0	0	10	0	0	5	2
22.	<i>Halesus tessellatus</i>	0	3	7	0	0	4	2.02
23.	<i>Phryganea bipunctata</i>	0	4	6	0	0	3	1.98
	Chironomidae							
24.	<i>Clinotanypus nervosus</i>	0	0	9.5	0.5	0	5	2.15
25.	<i>Cricotopus gr. Sylvestris</i>	0	0	0.16	9.8	0	5	3.07
26.	<i>Glyptotendipes glaucus</i>	0	0	2.67	7.33	0	4	3.03
27.	<i>Psectrocladius litofilus</i>	0	0	9.44	0.56	0	5	2.16
28.	<i>Tanytarsus verralli</i>	0	0	9.58	0.42	0	5	2.14

Исследованные водоемы и водотоки характеризуются видовым составом донных беспозвоночных, характерным для европейской фауны, включая водоемы Западной Сибири, в которой представленность восточной фауны незначительна. В связи с этим для всех обследованных территорий вполне пригоден для вычисления индекса сапробности список видов-индикаторов, созданный для западной Европы. Однако, количество видов индикаторов недостаточно для того, чтобы можно было вычислить сапробность любой пробы. Особенно заметен дефицит индикаторов ксено-, α -мезо- и полисапробного уровня.

Обработан материал 75 гидробиологических проб, собранных автором летом 2009 г. из 26 водоемов г. Санкт-Петербург, Ленинградской области и республики Карелия и республики Башкортостан. Для работы были также использованы готовые определения бентоса из 94 проб из 24 рек Западной Сибири и Республики Коми. В результате получены данные из 169 проб о таксономическом составе, обилии и встречаемости донных беспозвоночных из 50 водоемов (31 река, 5 ручьев, 7 озер и 7 прудов).

Из 169 проб макрозообентоса только 83 пробы содержали представителей достаточного количества видов для расчета индексов сапробности этих проб. Так, в них обнаружены 64 известных видов-индикаторов, по которым по методике Зелинки-Марвана в модификации Сладечека были вычислены индексы сапробности этих проб. Более половины проб отнесены к мезосапробному уровню (48 проб), 19 – к олигосапробному. Неравномерность в соотношении числа станций с разным уровнем сапробности связана с реальным преобладанием числа в-мезосапробных водоемов в целом и невозможностью точной визуальной оценки сапробности исследуемой точки при выборе станций отбора проб.

Таблица 3. Средние данные о сапробности водоемов и числе видов-индикаторов в выделенных районах исследований

Район исследований	Число известных видов-индикаторов	Число новых видов-индикаторов	Индекс сапробности района (средн)
Территория г. Санкт-Петербург	23	7	2.5
Карелия. В районе Белого моря	11	1	1.26
Ленинградская область	2	1	2.7
Республика Башкортостан	11	-	1.94
Республика Коми	16	7	1.59
Тюменская обл. Западная Сибирь	39	18	1.6

Для вычисления сапробных характеристик списка новых видов-индикаторов (из обнаруженных 354 таксонов видового или выше ранга) были выбраны 28 часто встречающихся видов моллюсков и водных насекомых. Для них вычислены – сапробные валентности, индикаторный вес и видовой индекс сапробности.

Среди выявленных новых видов-индикаторов преобладают в-мезосапробные виды (22 вида) с видовым индексом сапробности от 1.5 до 2.5, что обусловлено большим количеством точек из этой зоны и нашим выбором видов среди таких водных насекомых, как поденки, веснянки и ручейники, которые не обитают в загрязненных водоемах.

Наибольшим количеством новых индикаторных видов может пополниться список индикаторов для водоемов Западной Сибири (18 видов), республики Коми и г. Санкт-Петербург (по 7 видов).

В отвергнутой части проб не было достаточно видов-индикаторов, но в них имелись различные виды олигохет, моллюсков, хирономид и других двукрылых. Очевидно, именно эти таксономические группы макрозообентоса наиболее перспективны для поиска новых индикаторных видов. Особенно актуальна эта задача для дополнения индикаторных списков на промышленно-развитых территориях и регионах добычи полезных ископаемых.

Список литературы

- Андрушайтис Г.П., Цимдинь П.А., Пареле Э.А., Дакш Л.В. Экологическая индикация качества вод малых рек // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л: Гидрометеиздат, 1981.
- Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л., 1974.
- СЭВ. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3: Методы биологического анализа вод. М.: 1977.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003.
- Deutsche Norm. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Biologisch-okologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)/ Bestimmung des Saprobienindex (M2). DIN 38410, Teil 2. Berlin. 1990.
- Friedrich G.: Eine Revision des Saprobienindex – Z. Wasser – Abwasser – forsch. 23. 1990.
- Kolkwitz R, Marsson M. Ekologie der pflanzlichen Saprobien // Ber. Dt. Bot. Ges. Bd 26A. 1908.
- Kolkwitz R, Marsson M. Ekologie der tierischen Saprobien // Intern. Rev. Hydrobiol. 1909.

- Moog O. Fauna Aquatica Austriaca – a comprehensive species inventory of Austrian aquatic organisms with ecological notes. – Austria, Federal Ministry for Agriculture and Forestry, 1995.
- Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse// Gas. U. Wasserfach. Bd. 96, N.18. 1995.
- Sladeczek V. The future of the saprobity system // Hydrobiologia. 1965. V. 25. № 3–4.
- Zelinka M., Marvan P. Bemerkungen zu neuen Methoden der saprobiologischen Wasserbeurteilung // Verhandlung Int. Vereinigung de Limnologie. 1966. Bd 16.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *ADACNA COLORATA* (EICHWALD, 1929) В НИЖНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Е.И. Филинова

Саратовское отделение ФГНУ ГосНИОРХ, MJul@rambler.ru

Плановая интродукция беспозвоночных в водоемы для обогащения кормовой базы рыб неизбежно сопровождается вселением сопутствующей чужеродной фауны. В Волгоградское водохранилище в период с 1962 по 1967 гг., а в Саратовское с 1971 по 1975 гг. проводилось вселение кормовых донных беспозвоночных из дельт рр. Дона и Волги.

Adacna colorata (Eichwald, 1929) не являлась объектом вселения в нижеволжские водохранилища. Находки ее в Саратовском водохранилище в 1970-е гг. связывают с проникновением из расположенного выше по течению Куйбышевского (Ермолин, 1978), куда этих моллюсков вселяли из дельты Дона в 1966–1970 гг. (Миловидов, Егерев, 1985). Равновероятно непреднамеренное вселение этих моллюсков в ходе акклиматизационных работ проведенных непосредственно на Саратовском водохранилище. Данные о количественной представленности монодакны в 1970-е гг. весьма скудны. Косвенно на массовое развитие ее указывают материалы по питанию рыб-бентофагов, приводимые В.П. Ермолиным (1978), из которых следует, что продукция монодакны в период с 1974 по 1977 гг. составляла 3–5% (8.5–15.5 г/м²) общей продукции моллюсков в водохранилище. По расчетам автора бентосоядные рыбы извлекали из водоема 18.5 тыс. т. монодакны в год.

В Волгоградском водохранилище *A. colorata* впервые была зарегистрирована в 1967 г., как случайный интродуцент, занесенный в водохранилище в период акклиматизационных работ по вселению полихет и мизид (Нечваленко, 1980). В 1973 г. моллюски этого вида заняли ведущее место в биоценозах чистого песка и заиленной почвы, где их биомасса достигала 782 г/м², вытеснив *Dreissena polymorpha* (Pall., 1771). В целом по водохранилищу на долю монодакны приходилось более 1/3 всей биомассы моллюсков. По данным Л.П. Закоры (1980) этот вид моллюсков формировал до 30% состава пищи старших возрастных групп леща.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют об успешной акклиматизации самопроизвольного интродуцента *A. colorata* в нижеволжских водохранилищах.

В ходе мониторинговых исследований Волгоградского водохранилища (1981–1996, 2000–2010 гг.) и Саратовского водохранилища (1991–1996, 2000–2010 гг.) нами был собран материал, позволивший выяснить отдаленные последствия стихийного расселения двустворчатых моллюсков – *A. colorata*.

В указанные периоды моллюски *A. colorata* были зарегистрированы на всех участках исследуемых водохранилищ за исключением затопленных пойм. До 1996 г. частота встречаемости монодакны в водохранилищах на разных биотопах варьировала от 25 до 60%, в последнее десятилетие снизилась до 1–15%. Максимальная встречаемость отмечена на плотных донных грунтах с наилком, минимальная – на илах. До 1996 г. популяции *A. colorata* состояли из особей с размером раковины по максимальной длине от 4 до 30 мм. К настоящему времени размер моллюсков не превышает 20 мм.

В Саратовском водохранилище на разных участках в 1991–1996 гг. биомасса изменялась от 0.6 до 45 г/м², в последующий период снизилась до 0.1–10 г/м².

В Волгоградском водохранилище максимальная встречаемость *A. colorata* (50%) по всему водохранилищу зарегистрирована в 1984 г., средневзвешенная биомасса достигала 60 г/м². Начиная с 1999 г. этот вид встречался на различных биотопах единично. На разных участках водохранилища биомасса в среднем изменялась от 0.1 до 11 г/м².

Моллюски *A. colorata* по типу питания фильтраторы, частично зарываясь в грунт, выдвигают сифон непосредственно над поверхностью грунта, фильтруют из нижних придонных слоев воды фитопланктон и тонкий детрит, которые и составляют основу пищи (Яблонская, 1971).

По нашему мнению причиной угасания популяций *A. colorata* в Саратовском и Волгоградском водохранилищах послужила экспансия стихийного интродуцента *D. bugensis* (Andr. 1897) в конце 1990-х – начале 2000-х гг. (Антонов, Козловский, 2001, Филинова, 2003, Филинова и др., 2008). Средняя многолетняя биомасса дрейссены в Саратовском водохранилище за последнее десятилетие составила 1040

г/м², в Волгоградском – 1400 г/м². Визуальные наблюдения показали, что дрейссена бугская формирует на дне водоема друзы в которых верхние особи приподнимаются над дном на высоту до 8 см. Активно фильтруя придонную воду они утилизируют значительную часть sestона, оседающего на дно, составляя пищевую конкуренцию *A. colorata*.

Список литературы:

- Антонов П.И., Козловский С.В. О самопроизвольном расширении ареалов некоторых понто-каспийских видов по каскадам водохранилищ // Американско-Российский симпозиум по инвазионным видам. Россия: Тез. докл. Ярославль, 2001. С. 18–20.
- Ермолин В.П. Роль акклиматизированных кормовых организмов в повышении рыбопродуктивности Саратовского водохранилища // Рыбное хозяйство. 1978. № 9. С. 96–97.
- Закора Л.П. Питание рыб // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1980. С. 106–142
- Миловидов В.П., Егерев И.В. Итоги акклиматизации кормовых беспозвоночных в Куйбышевском водохранилище // Итоги и перспективы акклиматизации кормовых беспозвоночных в рыбохозяйственных водоемах. 1985. Л. Вып. 232. С. 22–29.
- Нечваленко С.П. Изменения в донной фауне Волгоградского водохранилища // Нижняя Волга и её водохранилища. Тр. Сарат. отд. ГосНИОРХ, 1977. Т. XV. С. 50–52.
- Нечваленко С.П. Донная фауна // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1980. С. 93–105.
- Филинова Е.И. Структурно-фаунистическая характеристика и динамика зообентоса Волгоградского водохранилища. Дисс. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. 2003. 192 с.
- Филинова Е. И., Малинина Ю.А., Шляхтин Г.В. Биоинвазии в макрозообентосе Волгоградского водохранилища // Экология. 2008. № 3. С. 206–210.
- Яблонская Е.А. Использование кормовых ресурсов и трофические связи в южных морях. Научный отчет по теме № 13 (Раздел: Питание донных беспозвоночных и трофическая структура бентоса морей Каспийского, Азовского, Аральского. М. 1971. 146 с.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП НА АКТИВНОСТЬ КАРБОГИДРАЗ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

А.А. Филиппов, А.И. Аминов, И.Л. Голованова

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, andron@ibiw.yaroslavl.ru

Среди токсикологических факторов, влияющих на функционирование водных экосистем, важная роль принадлежит ксенобиотикам, количество которых увеличивается с ростом уровня антропогенного загрязнения. Высокотехнологичный системный гербицид широкого спектра действия глифосат [N-(phosphonomethyl) glycine] используется с середины 70-х гг. прошлого века. На основе его действующего вещества изопропиламиновой соли глифосата создано много гербицидов, самый известный из которых Раундап. Он предназначен для борьбы с сорняками в паровых полях, садах и виноградниках, в лесном хозяйстве, на промышленных объектах и на приусадебных участках. В силу повсеместного применения глифосатсодержащих гербицидов и возможности их попадания в водные экосистемы необходимо изучение их токсического действия на жизнедеятельность гидробионтов. Данные литературы по исследованию токсичности глифосата в основном касаются оценки острой токсичности и хронического действия низких сублетальных концентраций гербицида на бактерии, микроводоросли, простейших, рачковый зоопланктон и рыб (Folmar et al., 1979; Tate et al., 1997; Tsui, Chu, 2003; Сох, 2004; Папченкова, 2007). В то же время, влияние гербицида Раундап на гидролиз углеводов в тканях водных беспозвоночных практически не изучено.

В связи с этим цель работы состояла в изучении влияния сублетальных концентраций гербицида Раундап *in vitro* на активность карбогидраз в тканях ряда видов беспозвоночных животных.

Исследованы представители типа Artropoda, кл. Crustacea: сем. Daphniidae, дафния *Daphnia magna* (Straus), планктонные и бентосные организмы, входящие в состав суммарных проб, включающие представителей отр. Daphniiformes, Copepoda и Ostracoda; кл. Insecta: сем. Chironomidae, личинки хирономид *Chironomus plumosus* (L.), и типа Mollusca, кл. Bivalvia: сем. Dreissenidae, дрейссена *Dreissena polymorpha* Pall и *D. bugensis* Andrussow; кл. Gastropoda: сем. Lymneidae, прудовик большой *Limnea stagnalis* (L.); сем. Bulinidae, катушка роговая *Planorbis corneus* (L.). Беспозвоночные животные отлавливались в летний период в прибрежной части Рыбинского водохранилища, *Dreissena bugensis* – в районе р. Мякса Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища, чистая культура дафний получена в лабораторных условиях.

Для определения ферментативной активности в целом организме гидробионтов при помощи стеклянного гомогенизатора готовили суммарные гомогенаты из нескольких сотен рачков или хирономид (или 6–20 экз. моллюсков одного вида), добавляя охлажденный до 2–4 °С раствор Рингера для холодно-кровных животных (110 ммоль NaCl, 1.9 ммоль KCl, 1.3 ммоль CaCl₂, pH 7.4) в соотношении 1:9. Затем исходный гомогенат дополнительно разводили раствором Рингера в 2–10 раз. Растворы субстратов (растворимый крахмал в концентрации 18 г/л и раствор сахарозы в концентрации 50 ммоль/л) готовили на таком же растворе Рингера. Инкубацию гомогената и субстрата проводили в течение 30–60 мин. при температуре 20 °С, pH 7.4. Гомогенаты предварительно инкубировали в присутствии растворов Раундапа определенной концентрации (в контроль вместо токсиканта добавляли равное количество раствора Рингера) в течение 1 часа. Концентрации Раундапа, рассчитанные по содержанию глифосата, составляли 25.0 и 50.0 мг/л.

Для приготовления растворов токсиканта использовали коммерческий препарат гербицида, имеющий торговое название «Раундап» (произведен и расфасован ЗАО фирма «Август» (Россия) по лицензии фирмы «Монсанто Европа С.А.» (Бельгия)). Средство представляет собой 36%-ный водный раствор глифосата. Возможные инертные ингредиенты, усиливающие действие активного элемента или облегчающие использование гербицида в аннотации не указаны. Выбор тестируемых концентраций 25.0 и 50.0 мг/л был обусловлен установленными значениями ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов (0.001 мг/л), а также значениями 96-ч LC₅₀ Раундапа для рыб и дафний (от 86 до 168 мг/л) (Smith, Oehme, 1992).

Активность карбогидраз: амилолитическую активность (отражающую суммарную активность α-амилазы КФ 3.2.1.1, глюкоамилазы КФ 3.2.1.3 и мальтазы КФ 3.2.1.20) и активность сахаразы, КФ 3.2.1.48 оценивали по приросту гексоз модифицированным методом Нельсона (Уголев, Иезуитова, 1969). Активность ферментов в суммарных пробах гомогената определяли в пяти повторностях и выражали в микромолях продуктов реакции, образующихся за 1 мин инкубации в расчете на 1 г влажной массы ткани (мкмоль/г·мин). Результаты представлены в виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$). Достоверность различий оценивали с помощью дисперсионного анализа (ANOVA, LSD тест), $p \leq 0.05$.

При действии Раундапа в концентрациях 25.0 и 50.0 мг/л на уровень амилолитической активности в тканях катушки и организмов, входящих в состав суммарных проб рачкового зоопланктона, достоверных различий не выявлено (табл.). Амилолитическая активность у хирономид снижается незначительно (на 7–9%), в то время как у дафний, прудовика и двух видов дрейссен отмечено достоверное повышение ферментативной активности на 12–30% от контроля.

Активность сахаразы в тканях исследованных беспозвоночных животных в присутствии Раундапа изменяется разнонаправлено: в суммарных пробах рачкового зоопланктона, у хирономид, прудовика и катушки практически не изменяется, достоверно повышается у *D. polymorpha* на 28%, у дафнии на 30 и 85%, в то время как у *D. bugensis* снижается на 14 и 24% от контроля при концентрации гербицида 25 и 50 мг/л соответственно (табл.).

Наибольший тормозящий эффект гербицида отмечен для активности сахаразы у *D. bugensis*, обитающей в наиболее загрязненном районе Рыбинского водохранилища. Наибольший стимулирующий эффект Раундапа на активность карбогидраз выявлен при исследовании дафний, выращенных в лабораторных условиях. Сравнение результатов эксперимента в условиях *in vivo* и *in vitro* позволило выявить разнонаправленные эффекты одних и тех же концентраций Раундапа на активность карбогидраз в целом организме *D. magna*. Действительно, в 15-сут. эксперименте показано достоверное снижение амилолитической активности на 37 и 50% от контроля при действии Раундапа в концентрации 25.0 и 50.0 мг/л (Папченкова и др., 2009), в то время как в условиях *in vitro* ферментативная активность повышалась на 24 и 30% соответственно. Активность сахаразы в условиях *in vivo* снижалась на 50% при концентрации Раундапа 50.0 мг/л, в эксперименте *in vitro* – напротив, достоверно повышалась на 30 и 85% от контроля при обеих исследованных концентрациях. Эти различия, по всей вероятности, обусловлены тем, что в условиях *in vivo* Раундап может оказывать опосредованное влияние, изменяя скорость синтеза ферментов и, возможно, количественное соотношение карбогидраз, гидролизующих полисахарид крахмал. При этом было отмечено влияние токсиканта как на родительские особи, так и на особи последующих поколений. В ряду 4-х поколений не удалось выявить адаптацию *Daphnia magna* к Раундапу, но отмечено существенное снижение резистентности к гербициду в IV-ом поколении дафний по сравнению с материнской. Действительно, активность сахаразы в I-ом поколении рачков уменьшалась вдвое при концентрации глифосата 50 мг/л, во II-м поколении достоверных изменений не отмечено, в III-м поколении ферментативная активность последовательно снижалась на 18 и 59% контроля по мере увеличения концентрации гербицида. Снижение значений LC₅₀ у рачков IV-го поколения по сравнению с материнской культурой позволяет предположить наличие аккумуляции токсического эффекта в ряду поколений (Папченкова и др., 2009).

Таблица. Активность карбогидраз в тканях беспозвоночных животных в присутствии гербицида Раундап в концентрации 25.0 и 50.0 мг/л (по глифосату)

Концентрация Раундапа, мг/л	Амилолитическая активность, мкмоль/(г · мин)	Активность сахаразы, мкмоль/(г · мин)
Рачковый зоопланктон (суммарные пробы)		
0 (контроль)	3.49 ± 0.12 ^a	1.00 ± 0.05 ^a
25.0	3.56 ± 0.10 ^a	1.05 ± 0.03 ^a
50.0	3.52 ± 0.12 ^a	1.06 ± 0.03 ^a
Дафния		
0 (контроль)	4.64 ± 0.21 ^a	0.20 ± 0.01 ^a
25.0	5.73 ± 0.16 ^б	0.26 ± 0.01 ^б
50.0	6.03 ± 0.23 ^б	0.37 ± 0.03 ^б
Хирономиды		
0 (контроль)	5.97 ± 0.07 ^a	1.93 ± 0.03 ^a
25.0	5.55 ± 0.10 ^б	2.05 ± 0.02 ^a
50.0	5.44 ± 0.07 ^б	1.97 ± 0.07 ^a
Прудовик		
0 (контроль)	7.92 ± 0.30 ^a	0.29 ± 0.02 ^a
25.0	8.88 ± 0.08 ^б	0.24 ± 0.01 ^a
50.0	9.84 ± 0.20 ^б	0.27 ± 0.02 ^a
Катушка		
0 (контроль)	13.12 ± 0.15 ^a	1.22 ± 0.10 ^a
25.0	12.84 ± 0.20 ^a	1.32 ± 0.41 ^a
50.0	13.04 ± 0.41 ^a	1.30 ± 0.02 ^a
Дрейссена (<i>D. bugensis</i>)		
0 (контроль)	1.20 ± 0.11 ^a	0.51 ± 0.02 ^a
25.0	1.25 ± 0.02 ^{a,б}	0.44 ± 0.01 ^б
50.0	1.44 ± 0.03 ^б	0.38 ± 0.01 ^б
Дрейссена (<i>D. polymorpha</i>)		
0 (контроль)	2.93 ± 0.06 ^a	0.46 ± 0.02 ^a
25.0	3.52 ± 0.12 ^б	0.58 ± 0.02 ^б
50.0	3.33 ± 0.07 ^б	0.59 ± 0.02 ^б

Примечание. М ± m; разные надстрочные индексы указывают на статистически значимые отличия между показателями в столбце, $p < 0.05$.

Таким образом, при исследовании влияния сублетальных концентраций гербицида Раундап *in vitro* на активность карбогидраз, гидролизующих углеводы в тканях беспозвоночных животных, установлены разнонаправленные эффекты. Наибольший тормозящий эффект Раундапа показан для активности сахаразы у дрейссены, обитающей в условиях антропогенного загрязнения.

Список литературы

- Папченкова Г.А. Исследование хронической токсичности гербицида «Раундап» в ряду поколений *Daphnia magna* // Токсикологический вестник. 2007. № 5. С. 14–17.
- Папченкова Г.А., Голованова И.Л., Ушакова Н.В. Репродуктивные показатели, размеры и активность гидролаз у *Daphnia magna* в ряду поколений при действии гербицида «Раундап» // Биология внутр. вод. 2009. № 3. С. 105–110.
- Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л.: Наука, 1969. С. 192–196.
- Cox C. Glyphosate // Journal of pesticide reform. Winter. 2004. V. 24, № 4. P. 10–15.
- Folmar L.C., Sanders H.O., Julin A.M. Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates // Arch Environ Contam Toxicol. 1979. V. 8. P. 269–278.
- Smith E.A., Oehme F.W. The biological activity of glyphosate to plants and animals: A literature review // Vet. Hum. Toxicology, 1992. V. 34. № 6. P. 531–543.
- Tate T.M., Spurlock J.O., Christian F.A. Effect of Glyphosate on the Development of Pseudosuccinea columella Snails // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1997. V. 33. P. 286–289.
- Tsui M.T.K., Chu L.M. Aquatic toxicity of glyphosate-based formulations: comparison between different organisms and the effects of environmental factors // Chemosphere. 2003. 52. P. 1189–1197.

БИОЛОГИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НАДСЕМЕЙСТВА PISIDIOIDEA ИЗ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Фролов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
Россия, 183010 г. Мурманск, ул. Владимирская, 17, fly1616@yandex.ru

Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea – одна из наиболее сложных для изучения групп пресноводных беспозвоночных. Трудности обусловлены малыми размерами животных и скрытым образом жизни в толще донных осадков. Простота формы раковины и замка в сочетании со значительной изменчивостью большинства признаков усложняют диагностику (Корнюшин, 1996).

Биология двустворчатых моллюсков надсемейства Pisidioidea до сих пор очень слабо изучена. Начало исследования этой проблемы было положено В.И. Митропольским (1965, 1966, 1969, 1970) и А.Ф. Алимовым (1967, 1974). В последующие годы, в связи с появлением компараторного метода (Лонгвиненко, Старобогатов, 1971) для видовой идентификации Pisidioidea, резко возросло число видов моллюсков этой группы, в связи с этим возникли разногласия между различными систематическими школами. Основное внимание было уделено поиску новых диагностических признаков с привлечением различных методик (Корнюшин, 1996; Винарский, Андреева, 2007). Вследствие этого, многие вопросы, связанные с биологией и экологией Pisidioidea остались нерешенными, а работы, посвященные этой теме, были единичны (Анистратенко, 1988; Березкина, 1991). Однако именно особенности жизненных циклов и репродукции двустворок, наряду с морфометрией раковин, внешней морфологией, внутренним строением, экологией могут являться одним из важных критериев принадлежности моллюсков к определенному виду. Кроме этого, знание биологии отдельных видов может играть значимую роль при разработке природоохранных стратегий, при биоиндикации водоемов, а также при изучении влияния кратковременных изменений погоды и долгопериодных климатических флуктуаций как на отдельные элементы фауны, так и на водные экосистемы в целом.

Цель настоящей работы – изучить условия обитания моллюсков, их особенности репродукции, сезонную динамику, роль в биоценозах в целом и малакоценозах в частности.

Исследования были проведены в различных водоемах и водотоках Мурманской области в 2000–2010 гг. В качестве объектов были выбраны распространенные в исследованном регионе виды – *Henslowiana lilljeborgii* (Clessin in Esmark et Hoyer, 1886) и *Euglesa curta* (Clessin, 1874), мало распространенные – *Euglesa ponderosa* (Stelfox, 1918) и *Euglesa obliquata* (Clessin in Martens, 1874) и редко встречающиеся – *Roseana borealis* (Clessin in Westerlund, 1876) и новый для науки вид *Euglesa shcherbini* sp.n.

Из особенностей исследованных водных объектов отмечено, что в ручьях в зимний период водная толща и грунт промерзают.

Для изучения особенностей биологии выбранных видов использовали материал, собранный в ходе наблюдений с августа 2000 г по август 2001 г. и с марта 2002 г. по апрель 2003 г. в эстуарии р. Тулома, а также с мая 2009 г. по май 2010 г. в двух небольших озерах и двух ручьях водосборного бассейна р. Тулома. В этих местообитаниях изучаемые виды массово распространены, что и обусловило выбор точек для мониторинга. В эстуарии р. Тулома материал отбирали 2 раза в месяц на литорали во время максимальных отливов. В других исследованных водных объектах отбор проб производился раз в месяц с берега (в безледный период) и со льда (зимой). Пробы собирали с помощью бентосного сачка, путем протаскивания его по дну. Площадь одной пробы составляла 0.022 м². Собранный материал в течение 3–5 суток фиксировали 4%-ным формалином с последующим его переводом в 40°-й спирт. Отобранный в ручьях зимой замороженный грунт оттаивали и далее производили фиксацию. Идентификацию моллюсков до видового ранга производили с использованием таксономических ключей (Жадин, 1952; Старобогатов, 1977; Корнюшин, 1996) на основе внешней морфологии (в том числе контура фронтального сечения), морфометрии раковин и особенностей внутреннего строения, с помощью бинокля МБС-10 и стереомикроскопа «Leica MZ 125». Моллюсков каждого вида подсчитывали и взвешивали на торсионных весах с точностью до 0.001 г. Данные по численности и биомассе приводили к площади 1 м². Для определения стадии зрелости, использовали выборку моллюсков, составляющую не менее 10–20 экз. в зависимости от числа особей в пробах. Были произведены измерения длины выводковых сумок, внутренних полужабр и раковин эмбрионов. В качестве показателя развития выводковых сумок использовали линейную зависимость длины сумки от длины полужабры.

Для изучения особенностей распределения изучаемых видов и их отношения к различным факторам среды, использовали материалы, полученные автором в ходе исследований водоемов и водотоков Мурманской обл. с 2003 по 2009 гг.

Для оценки роли двустворчатых моллюсков в донных биоценозах была произведена идентификация других таксономических групп зообентоса (Chironomidea, Oligochaeta, Plecoptera, Trichoptera, Hirudinea и др.), учтена их численность и биомасса.

При отборе проб также фиксировали глубину, температуру воды, скорость течения, толщину льда и снежного покрова, а также соленость воды, pH и CO₂.

В результате проведенных исследований было отмечено, что *Euglesa ponderosa* характерен для средних и больших водотоков и больших проточных озер с развитым прибоем. *Euglesa shcherbini* sp.n предпочитает участки небольших ручьев со слабым течением. *Euglesa curta* в реках редок, а в ручьях населяет области истоков, бочаги и плеса, встречается в губах больших водоемов, но наиболее характерен для небольших проточных озер. *Euglesa obliquata* избегает рек, встречается в ручьях, но в основном населяет небольшие заболоченные озера, лужи и канавы. *Henslowiana lilljeborgii* встречается в губах, заливах, бочагах, плесах и истоках водотоков, обитает в озерах всех типов, но предпочтение отдает небольшим заболоченным ламбинам. *Roseana borealis* на крайнем севере исследованного района (побережье Баренцева моря) населяет небольшие озера, южнее (р-он г. Мурманска и окрестности) – лужи, а в самой южной части ареала – ручьи.

По отношению к таким факторам как pH и концентрация CO₂ наиболее узкоспециализированным видом является *Euglesa ponderosa* (pH – 6–8, CO₂ – 4–6), а наиболее пластичным – *Euglesa obliquata* (pH – 4.5–7, CO₂ – 5–20). В узком диапазоне значений pH (5.5–6.5) встречается *Euglesa shcherbini* sp.n. Для видов *Euglesa curta*, *Euglesa obliquata* и *Henslowiana lilljeborgii* наиболее оптимально значение pH – 5.5. Виды *Euglesa shcherbini* sp.n и *Euglesa obliquata* встречаются при повышенном содержании углекислоты (10–20 мг/л). *Euglesa ponderosa* и *Henslowiana lilljeborgii* способны переносить повышение солености воды до 14‰ и 1.5‰ соответственно.

Все изученные виды могут встречаться на разнообразных субстратах, однако *Euglesa obliquata*, *Euglesa shcherbini* sp.n, *Roseana borealis* и *Henslowiana lilljeborgii* отдают предпочтение илистым грунтам, а *Euglesa ponderosa* и *Euglesa curta* – илесто-песчаным. Наиболее «мелководным» видом является *Roseana borealis*, который встречается на глубине от 0.02 до 0.4 м. Остальные виды обитают на глубине не менее 0.15 м. *Euglesa ponderosa*, *Euglesa curta*, *Euglesa obliquata* и *Henslowiana lilljeborgii* в условиях прибоя обнаружены, как правило, на глубине, в 2 раза большей, чем высота волн. В условиях приливной литорали *Euglesa ponderosa* способен переносить экспозицию на воздухе продолжительностью до 5 часов во время отлива.

Некоторые из изученных видов (*Euglesa obliquata*, *Euglesa shcherbini* sp.n и *Roseana borealis*) способны в зимний период времени до 4-х месяцев находиться без воды в промерзшем грунте.

Доля численности и биомассы изученных видов в таксоценозах других Pisidioidea варьирует в широких пределах и составляет 0.6–100% и 0.02–100% соответственно. Часто эти виды доминируют среди других моллюсков.

Минимальные и максимальные размеры фертильных особей большинства изученных видов (кроме *Euglesa curta*) значительно варьируют в разные месяцы. У *Euglesa obliquata* отмечена достоверная положительная корреляция между минимальной длиной раковин половозрелых особей и температурой воды. у других видов такой зависимости не выявлено. Половозрелыми изученные виды моллюсков становятся при длине раковин составляющей ½ (или не менее ½) максимальной длины раковин, что подтверждает данные, полученные В.И. Митропольским (1970) для других видов Pisidioidea в Верхневолжских водохранилищах.

Наибольшее число размножающихся особей у изученных видов отмечается в разное время: у *Euglesa shcherbini* sp.n – весной (в марте) в начале оттаивания грунта при попадании талых вод через трещины льда, у *Roseana borealis* – весной (в мае) после схода льда в начале прогрева воды, у *Euglesa ponderosa* летом и осенью, незадолго до и сразу после периода максимального прогрева воды, у *Euglesa curta* и *Euglesa obliquata* – летом при максимальной температуре воды, у *Henslowiana lilljeborgii* – подо льдом в декабре. Развитие выводковых сумок и созревание эмбрионов в них у большинства изученных видов (кроме *Euglesa curta*) происходит неравномерно. Наряду с утолщенными филаментами (начало закладки овисаков), в жабрах встречаются развитые сумки с эмбрионами. Число эмбрионов в сумках у всех видов варьирует от 1–2 до 10–15. Вымет молоди, как и созревание эмбрионов, у большинства изученных видов растянут. Рождение молоди у *Euglesa ponderosa* наблюдалось практически круглый год, кроме июня, а массовый вымет – в мае, сентябре и январе. У *Euglesa obliquata* новорожденная молодь присутствует круглый год, а массовый вымет – в июле–августе и подо льдом в январе–марте. У *Euglesa shcherbini* sp.n рождение молоди отмечено в августе и с января по май подо льдом, а массовый вымет – в апреле–мае. У *Roseana borealis* рождение молоди наблюдалось в октябре–ноябре и марте, т.е. перед промерзанием водотока и в начале его оттаивания. У *Henslowiana lilljeborgii* молодь присутствовала в течение всего года, а массовый вымет отмечен в летний период. У *Euglesa curta* летний период размножения единственный, а созревание эмбрионов в овисаках происходит в короткие сроки. Закладка сумок наблюдается в начале июля, а вымет молоди происходит в конце июля – начале августа.

Наиболее высокие значения численности и биомассы у *Euglesa ponderosa* отмечены зимой (в феврале), весной (в мае) и осенью (в сентябре), у *Euglesa curta* – весь безледный период (с мая по ноябрь), у *Henslowiana lilljeborgii* – летом и осенью (с июля по октябрь), у *Euglesa obliquata* – летом (в июле–августе), у *Euglesa shcherbini* sp.n. и *Roseana borealis* – осенью (с сентября по ноябрь).

На примере *Euglesa ponderosa* было показано, что максимумы численности и биомассы, а также периоды интенсивного вымета молоди могут сдвигаться во времени в зависимости от температуры воды. Это явление требует дальнейших исследований. Вероятно, такая зависимость будет выявлена и у других видов моллюсков.

Особенности условий обитания обуславливают у некоторых видов моллюсков необходимость перемещений. Наиболее активным мигрантом является *Euglesa ponderosa*. В условиях приливной литорали этот вид мигрирует при отливах за уходящей водой, при различии в температуре воды и грунта литорали и сублиторали, в поисках наиболее оптимального субстрата, чтобы избежать длительной экспозиции на воздухе (Фролов, 2008). Миграции, *Euglesa ponderosa* также связаны с особенностями репродукции – наиболее быстрое созревание и вымет эмбрионов происходит в наиболее прогреваемых участках (Фролов, 2004). *Euglesa shcherbini* sp.n для зимовки перемещается в более глубокие участки, где создает локальные скопления. Другие виды не совершают значительных миграций в течение всего года.

В донных биоценозах исследованных участков водоемов и водотоков изученные виды составляют 14–97% от общей численности бентоса и 16–99% от общей биомассы беспозвоночных. Большую часть времени в течение года, по плотности и биомассе эти виды сами являются биоценообразующими. Исключение составляет *Euglesa curta*, который, несмотря на относительно высокую плотность и биомассу, входит в состав хирономидно-олигохетного биоценоза.

Анализируя полученные результаты, можно отметить следующее. Условия обитания и жизненные стратегии разных видов, даже тех, кого ранее считали формами одного вида (например, *Euglesa curta* и *Euglesa obliquata* = *Euglesa casertana*) в одном и том же географическом регионе имеют ряд различий. Эти данные, безусловно, могут быть использованы при определении видовой специфики Pisidioidea.

Все явления и процессы, происходящие в жизни изученных, равно как и других, видов моллюсков, а именно: размножение, рост, миграции, увеличение численности и биомассы, смертность, зависят в первую очередь от температуры воды. Следовательно, в холодные или теплые годы, эти процессы могут иметь иные сроки, продолжительность и интенсивность. Таким образом, моллюски могут быть хорошими погодными и климатическими индикаторами, а данные, полученные в результате длительных наблюдений за их жизненными циклами, могут способствовать изучению влияния изменений погоды и климата на донную фауну водных экосистем.

Список литературы

- Алимов А.Ф. Особенности жизненного цикла и роста пресноводного моллюска *Sphaerium corneum* (L.) // Зоол. журн. 1967. Т. 46. Вып. 2. С. 192–199.
- Алимов А.Ф. Закономерности роста пресноводных двустворчатых моллюсков // Журн. общ. биол. 1974. Т. 35. № 4. С. 576–589.
- Анистратенко В.В. Особенности жизненного цикла и экологии моллюсков рода *Shadinicyclas* (Bivalvia, Sphaeriidae) // Вестн. зоол. 1988. № 2. С. 34–37.
- Березкина Г.В. Некоторые особенности размножения Sphaeriidae (Bivalvia, Pisidioidea) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1991. 228. С. 32–38.
- Винарский М.В., Андреева С.И. К вопросу о виде у пресноводных моллюсков: история и современность // Теоретические и практические проблемы изучения сообществ беспозвоночных: памяти Я.И. Старобогатова. М.: Товарищество научных изданий «КМК», 2007. С. 130–147.
- Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 376 с.
- Лонгвиненко Б.М., Старобогатов Я.И. Кривизна фронтального сечения как систематический признак у двустворчатых моллюсков // Научн. докл. высш. шк. Биол. науки. 1971. №5. С. 7–10.
- Митропольский В.И. Наблюдения над жизненным циклом, темпом роста и способностью к перенесению высыхания у *Musculium lacustre* (Müller) // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. М.-Л.: Наука, 1965. С. 118–124.
- Митропольский В.И. Наблюдения над жизненным циклом *Sphaerium corneum* L. (Mollusca, Lamellibranchia) // Тр. ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966. Вып. 12 (15). С. 129–133.
- Митропольский В.И. Жизненный цикл *Pisidium obtusale* Jenyns // Информ. бюл. ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969. № 3. С. 17–21.
- Митропольский В.И. Особенности биологии сфериид Верхневожских водохранилищ / Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л., 1970. 26 с.
- Корнюшин А.В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики. Фауна, систематика, филогения. Киев: институт зоологии НАНУ, 1996. 176 с.
- Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски Bivalvia // Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 123–151.

- Фролов А.А. Миграции пресноводных двустворчатых моллюсков семейства Euglesidae и Pisidiidae (Bivalvia, Pisidioidea) на приливной литорали эстуария реки Тулома // Вестн. зоол. 2008. Т. 42. № 3. С. 369–372.
- Фролов А.А. Некоторые аспекты репродукции двустворчатого моллюска *Euglesa steenbuchii* (Mollusca, Bivalvia, Pisidioidea) в условиях литорали эстуария реки Тулома // Тез. докл. межд. научн. сем. «Проблемы репродукции и раннего онтогенеза морских гидробионтов». Мурманск, 2004. С. 131–135.

АУТЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА CHYDORIDAE (CLADOCERA: BRANCHIOPODA) АРКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ

Л.А. Фролова

Казанский (Поволжский) федеральный университет, г. Казань, 420008, ул. Кремлевская 18, Larissa.Frolova@ksu.ru

Экология отдельных представителей семейства Chydoridae изучена недостаточно полно, особенно для труднодоступных регионов северо-востока России. На севере Якутии сложности изучения зоопланктона связаны не только с коротким вегетационным периодом, но и с отсутствием развитой транспортной инфраструктуры, что затрудняет сбор полевых гидробиологических материалов. В таких условиях хорошо зарекомендовала себя использованная нами палеолимнологическая методика изучения субфоссильных остатков Cladocera из донных отложений озер и восстановления по ним комплекса существующей современной фауны Cladocera. Палеолимнологическая методика позволяет без проведения мониторинговых многоразовых наблюдений составить представление о структуре кладоцерных сообществ, т.к. в донных отложениях озер будут представлены все виды, сменяющие друг друга на протяжении вегетационного сезона (Фролова, 2009).

Комплексные гидрологические, гидробиологические и палеолимнологические исследования озер проводились в рамках совместной российско-германской научно-исследовательской экспедиции на территории Республики Саха (Якутия), в бассейне р. Анабар между 71°50' и 73°39' с.ш. и 110°82' и 115°75' в.д. Для палеолимнологического анализа отбирались пробы поверхностного озерного седимента (0–1 см) при помощи дночерпателя Экмана-Берджа, соответствующие осадконакоплению в течение последних 1–5 лет.

Климат в районе исследований резко континентальный. Осадков выпадает мало (140–350 мм), но это количество превышает годовое испарение из-за доминирования отрицательных температур (Куницкий, 1989). Вегетационный период короткий, продолжительность безморозного периода не превышает 43–51 день (Чистяков, 1964). Следовательно, мелкие реки и озера покрыты льдом и часто промерзают до дна как минимум в течение девяти месяцев в году, что значительно ограничивает вегетационный период таких водных беспозвоночных как ветвистоусые ракообразные.

Нами были исследованы субфоссильные кладоцерные комплексы 35 однотипных озер, расположенных вдоль трансекты с температурным градиентом от +10.2 до +12.1 °С (среднеиюльская температура воздуха в районе исследований). Параллельно с отбором проб биологических индикаторов для характеристики экологических условия существования водных организмов определялись основные морфологические, гидрологические, гидрохимические показатели водоемов, а именно: определяли высоту озера над уровнем моря, тип растительного сообщества на прилегающей территории, площадь озер, максимальную глубину, прозрачность по диску Секки, температуру воды, рН, удельную электропроводность. Кроме того, в лаборатории Института полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (Потсдам, Германия) в отобранных образцах воды были определены: растворенный органический углерод, хлориды (Cl⁻), сульфаты (SO₄²⁻), силикаты (Si⁴⁺), нитриты (NO₂⁻), нитраты (NO₃⁻), аммоний (NH₄⁺), общий фосфор (P), карбонаты (HCO₃⁻), а так же некоторые металлы (Al³⁺, Ca²⁺, Fe_{общее}, Mg²⁺, Mn²⁺, Na⁺) (табл. 1). Для достижения нормальности распределения выборки показателей данные были трансформированы логарифмированием. Ординационный анализ выполнен в программе CANOCO 4.5 (ter Braak, Šmilauer, 2002).

Гидрохимические показатели воды и морфологические характеристики озер изученных в Северной Якутии были аналогичны таковым большинству озер в других арктических и субарктических регионах. Основная часть озер – небольшие по площади водного зеркала, мелководные с максимальной глубиной около 10 м (средняя глубина 4.27 ± 0.76 м). Площади поверхности исследованных озер также небольшие – от 0.09 до 40 га. Большинство исследованных озер в бассейне р. Анабар термокарстового, небольшое число – пойменного происхождения. По химическому составу вода озер гидрокарбонатного типа кальциевой группы. Все изученные озера характеризовались низкой степенью минерализации, т.к. питание их происходит за счет поступления слабоминерализованных талых и дождевых вод. Средние значения удельной электропроводности вод озер составляют 51.1 ± 8.3 мС/см. По жесткости вода озер характеризуется как «очень мягкая». Активная реакция среды водоемов нейтральная или слабокислая, но в трех озерах показатели рН были ниже предела ПДК (6.5–8.5) (Frolova, Nazarova, 2009). В частности,

закисленные торфяные озера были отмечены в районе п. Саскылах, где зафиксированы значения pH 4.5 и 5.2. Прибрежная и водная растительность однотипна и представлена вахтой трехлистной, пузырчаткой, урутью, калужницей болотной, сабельником болотным, рдестами.

Таблица 1. Статистические показатели основных климатических и лимнологических характеристик исследованных озер бассейна р. Анабар

Показатель	Min	Mean	Max	Медиана	Станд. откл.
T, воздух июль (°C)	10.20	11.18	12.10	11.00	0.51
T, вода (°C)	12.90	15.79	18.40	15.50	1.57
Z, вода (м)	0.90	4.38	10.00	4.70	2.53
Z, Секки (м)	0.50	1.59	4.50	1.50	0.85
Электропроводность (мкS см ⁻¹)	16.00	51.14	277.00	33.00	49.21
pH	4.85	6.99	7.55	7.18	0.58
O ₂ (мг л ⁻¹)	5.00	8.63	12.00	9.00	1.47
Cl ⁻ (мг л ⁻¹)	0.27	5.25	62.98	1.12	11.73
SO ₄ ²⁻ (мг л ⁻¹)	0.09	0.66	9.94	0.22	1.74
NO ₃ ⁻ (мкг л ⁻¹)	0.14	0.15	0.33	0.14	0.03
HCO ₃ ⁻ (мкг л ⁻¹)	4.12	15.84	36.14	13.73	9.23
P _{общий} ⁻ (мг л ⁻¹)	0.07	0.09	0.10	0.09	0.00
Al ³⁺ (мкг л ⁻¹)	19.00	32.90	200.00	19.00	38.23
Ca ²⁺ (мг л ⁻¹)	0.94	3.78	9.49	3.42	2.21
Fe _{общее} (мкг л ⁻¹)	24.70	243.46	587.00	198.50	146.77
Mg ²⁺ (мг л ⁻¹)	0.48	1.73	4.96	1.66	1.01
Na ⁺ (мг л ⁻¹)	0.19	2.99	36.40	0.83	6.64
Mn ²⁺ (мг л ⁻¹)	19.00	21.49	106.00	19.00	14.71
Si ²⁺ (мг л ⁻¹)	0.09	0.28	1.29	0.15	0.29

Анализ структуры сообществ ветвистоусых ракообразных позволил выявить значительные изменения в представленности и относительной численности отдельных таксонов в зависимости от изменений температуры вдоль трансекты озер с севера на юг. Кластерный анализ, основанный на структуре зоопланктонного сообщества, позволил выявить три группы озер в зонах тундры и лесотундры в северо-западной части Якутии. Весьма интересно, что границы распространения групп, выделенных на основе структуры кладоцерных сообществ вдоль температурного градиента, полностью совпали с ландшафтным зонированием озер на основе прилегающей растительности (типичная тундра, южная тундра, лесотундра).

В общей сложности в поверхностных донных отложениях были обнаружены субфоссильные остатки 28 таксонов Cladocera (карапаксы, головные щиты, эфиппии, постабдоменальные когти). Из донных отложений 35 озер только 31 озеро содержало достаточно большое для статистического анализа количество субфоссильных остатков. Наиболее распространенными таксонами в донных отложениях озер из Cladocera были *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus* spp., *Alona rectangula*, *Acroperus harpae*, *Daphnia pulex* agg. (частота встречаемости составила более 50%). Видовое богатство (т.е. общее количество видов, обнаруженных в донных отложениях одного озера) варьировало от 5 (07-SA-05, 07-SA-14, 07-SA-18) до 20 (07-SA-24), со средним значением 9. Однозначной достоверной корреляции между видовым богатством и каким-либо из контролируемых параметров окружающей среды выявлено не было.

Разнообразно были представлены в озерном седименте субфоссильные остатки представителей семейства Chydoridae. Наиболее многочисленным видом как среди кладоцер в общем, так и среди представителей семейства Chydoridae был *Chydorus sphaericus*, со средней относительной численностью 44.6% (±4.5%) для всех исследованных озер (табл. 2.).

Таблица 2. Представленность видов сем. Chydoridae в субфоссильных кладоцерных сообществах донных отложений исследованных озер (N-средняя относительная численность вида, m-ошибка средней; виды приведены в зависимости от частоты встречаемости)

Вид	Частота встречаемости, %	Количество мест встреч	N	M
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Mueller, 1785)	96.8	30	44.6	4.5
<i>Eurycercus glacialis</i> Lilljeborg, 1887	77.4	24	2.7	0.9
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	71.0	22	9.5	3.3
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	61.3	19	2.8	1.0
<i>Alona rectangula pulchra</i> Hellich	54.8	17	3.6	2.2
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Mueller, 1776)	41.9	13	1.0	0.5
<i>Alona affinis</i> Leydig, 1860	38.7	12	0.8	0.7
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	9.7	3	0.1	0.3

Вид был значимо представлен во всех исследованных озерах и составил более 50% относительной численности в 13 из 31 включенных в статистический анализ озер. Достоверных корреляций между относительной численностью *Chydorus sphaericus* и значениями величин рН, содержанием растворенного кислорода в воде, электропроводностью или какими-либо другими гидрохимическими параметрами выявлено не было. Тем не менее, вид был более характерен для наиболее мелководных водоемов с небольшой площадью водосборного бассейна. В исследовании южных финских озер *C. sphaericus* оказался типичным представителем для вод с высокими значениями рН, высокой электропроводностью, повышенным содержанием кальция и органического углерода (Sarvala, Halsinaho, 1990). По литературным данным, вид является типичным убиквистом, космополитом, хорошо переносящим широкие диапазоны колебаний основных физических и гидрохимических показателей (Korhola, 1990, 1992; Havens, DeCosta, 1987). Толерантен в отношении изменений активной реакции воды; особи данного вида были отмечены в наших исследованиях в озерах при рН от 4.85 до 7.55, по данным других исследователей вид встречается при рН от 3.3 до 10.2, т.е. в значительно более широких пределах (Yan, Strus, 1980). Эвритермен, встречается при температуре воды в водоеме 3–27 °С, часто перезимовывает подо льдом, даже в арктических и высокогорных водоемах (Смирнов, 1971; Flöbner, 2000). Биотопически вид предпочитает побережье, часто встречается в придонных слоях, часто недалеко от уреза воды. Обычно в озерах с высокой степенью эвтрофикации. По данным Флесснера вид можно отнести к группе бентосных организмов, но в мелководных, с небольшой прозрачностью водоемах вид встречается не только у берегов, но и пелагиали, особенно в период летнего массового развития синезеленых водорослей, вместе с колониями которых вид выносятся в пелагиаль и таким образом становится факультативно-планктонным (Flöbner, 2000).

Несколько менее значительно среди субфоссильных остатков Cladocera донных отложений исследованных озер был представлен другой вид семейства – также многочисленный и представленный в 22 озерах из 31 включенного в статистический анализ – *Alona rectangula*. Средняя относительная численность вида составила 9.53% ($\pm 3.32\%$). По аутоэкологии вид является типичным обитателем зарослей, преимущественно встречается среди погруженной растительности и на илистых грунтах заросшего макрофитами побережья, лишь случайно его можно обнаружить на песчаных грунтах (Смирнов, 1971; Flöbner, 2000; Bellmann, 1989). По результатам наших исследований вид отсутствовал в озерах с низкими значениями рН. По литературным данным вид избегает болотистые водоемы с низкими значениями рН (Streble, Krauter, 2002). Вид предпочитает нейтральные воды, очень редко, как исключение встречается в водоемах с пониженными значениями рН (Flöbner, 2000). Интересно отметить, что часто наряду с типичной формой данного вида *Alona rectangula rectangula* в пробах была отмечена форма *A. rectangula pulchra*, характеризующаяся наличием на панцире и головном щите четкого рисунка в виде точек. Считается, что причиной появления такой формы в водоеме являются неблагоприятные условия для развития этого вида хидорид.

Acroporus harpae присутствовал в большинстве исследованных озер (19 озер из 31), с небольшой относительной численностью среди всех отмеченных Cladocera 2.86% ($\pm 0.96\%$). Достаточной пластичный вид, обитающий в различных крупных и небольших стоячих водоемах. По данным Флесснера, встречается также в медленно текущих реках (Flöbner, 2000). В целом вид эвритермный, но в нашей базе данных вид отсутствовал в наиболее северных, расположенных среди типичной тундры теркокарстовых озерах со среднемноголетней июльской температурой воздуха в районе водосбора водоема менее 10.9 °С. Аналогичные результаты были получены А. Корхолом, в исследованиях которого вид отсутствовал в наиболее северных арктических озерах Феноскандии со слабой степенью развития макрофитов (Korhola, 1999). Избегает богатые гуминовыми кислотами водоемы с низкими значениями рН (Flöbner, 2000; Rautio, 2001). Встречается преимущественно в богатой макрофитами мелкой литорали, но так же и в богатом детрите слабозаросшем побережье (Flöbner, 2000).

Eurycercus glacialis, один из самых крупных видов ветвистоусых ракообразных, населяющий озера, озера и небольшие водоемы арктических и субарктических регионов и изредка встречающийся в более низких широтах в Европе и Северной Америке (Freu, 1971). Его встречи в более южных широтах зафиксированы в Германии, Нидерландах, Дании, Шотландии и Ирландии (Freu, 1975; Duigan, Freu, 1987). Флесснер, напротив считает, что ареал распространения данного вида практически полностью ограничен зоной тундры (Flöbner, 2000). В наших исследованиях была установлена положительная корреляционная связь между относительной частотой встречаемости вида в донных отложениях и его широтным распространением и отрицательная корреляция со среднеиюльской температурой воздуха. Вид населял наиболее северные арктические озера независимо от значений рН воды.

В более южной части трансекты на границе лесотундры наряду с этим видом, а затем заменив его появился другой близкородственный вид данного рода – *Eurycercus lamellatus*, *E. lamellatus* встречается преимущественно в литорали между густыми зарослями макрофитов, изредка на незаросших участках побережья, в детрите на песчаном грунте, но отмечается и в профундали (до 150 м) (Смирнов, 1971;

Flößner, 2000; Hess, 1993; Streble, Krauter, 2002). В нашем случае вид встречался в водоемах независимо от значений pH, проявляя индифферентное отношение к активной реакции среды, что хорошо согласуется с результатами других исследований (Sandoy, Nilssen, 1990; Flößner, 1996).

Для вида *Alona affinis* была установлена положительная корреляционная связь между относительной численностью субфоссильных остатков вида в донных отложениях и среднеиюльской температурой воздуха в районе водосборных бассейнов озер. А. Корхола для арктических водоемов Финляндии также отмечал, что вид предпочитает более южные, мелководные водоемы, часто с высоким содержанием органики. Кроме того, высокая положительная корреляционная связь была установлена для данного вида с концентрацией ионов Si^{2+} в воде. Объясняется это, необходимостью наличия ионов кремния для формирования створок диатомовых водорослей, которые в свою очередь используются в пищу представителями семейства Chydoridae. Населяет вид как правило, мягкие илистые грунты, а также богатые детритом песчаные отложения, перифитон на макрофитах и камнях (Flößner, 2000), но также встречается среди зарослей макрофитов (Nilssen, Sandoy, 1990). Очевидно в отношении выбора биотопа проявляет широкую экологическую толерантность. Был отмечен в водоемах с различными значениями pH, т.е. может быть причислен к эвриацидным видам. По данным Флэсснера вид встречается при значениях pH от 4.0 до 9.3 (Flößner, 2000).

Alonella excisa была немногочисленной, чаще встречалась в небольших по площади, мелководных водоемах с пониженными значениями pH. Аналогично нашим результатам М.С. Уайтсайд отмечает, что вид более типичен для закисленных озер и озерков с низкими уровнями продуктивности (Whiteside, 1970). В Австрии и Финляндии вид был обнаружен при низких значениях pH воды (Krause-Dellin, Steinberg, 1986; Rautio, 1998), в первую очередь ассоциированно с детритом и зарослями мха.

Таким образом, благодаря применению палеолимологической методики, впервые для исследованных водоемов северо-запада Якутии получена информация по аутоэкологическим особенностям отмечаемых в донных отложениях термокарстовых озер представителей семейства Chydoridae.

Список литературы

- Куницкий В.В. Криолитология низовья Лены. Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1989. 162 с.
- Смирнов Н.Н. Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Л.: Наука, 1971. Т. 1. Вып. 2. 531 с.
- Фролова Л.А. Сообщества ветвистоусых ракообразных как биоиндикаторы в палеоклиматических исследованиях арктических озер // Современные проблемы эволюции. Ульяновск: УлГПУ, 2009. С. 416–426.
- Чистяков Г. Е. Водные ресурсы рек Якутии. М.: Наука, 1964. 255 с.
- Bellmann H. Spinnen, Krebse, Tausenfüßer. Steinbachs Naturführer, Mosaik Verlag: München, 1989. 287 S.
- Duigan C., Frey D.G. *Eurycerus glacialis* in Ireland (Cladocera, Chydoridae). Int.Revue ges. Hydrobiol. 1987. 72. P. 235–249.
- Floessner D. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. 428 p.
- Flößner D. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae). Leiden: Mitteleuropas. Backhuys Publishers, 2000. 28pp.
- Frolova L., Nazarova L.. Hydrological and physico-chemical characteristics of lakes in the lowlands of Northern Yakutia, Russia. Environmental Radioecology and Applied Ecology. 2009. Vol. 14. No.2. P. 3–19.
- Frey D.G. Worldwide distribution and ecology of *Eurycerus* and *Saycia* (Cladocera). Limnol. Oceanogr. 1971. 16. P. 254–308.
- Frey D.G., The distribution and ecology of *Eurycerus* (Cladocera, Chydoridae) in western Europe. Verh. Int. Ver. Limnol. 1975. 19. P. 2922–2934.
- Havens K. E., J. DeCosta. Freshwater plankton community succession during experimental acidification. Arch. Hydrobiol. 1987. 111. P. 37–65.
- Hess M. Benthische und Epiphytische Makrovertebraten-Gemeinschaften // Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.- Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft Materialien, 1993. S. 1–173
- Korhola A. Distribution patterns of Cladocera in subarctic Fennoscandian lakes and their potential in environmental reconstruction. Ecography. 1999. 22. P. 357–373.
- Korhola A. Paleolimnology and hydroseral development of the Kotasuo bog, Southern Finland, with special reference to Cladocera. Ann. Acad. Sci. Fennicæ A. III. 1990. 155. 40 pp.
- Korhola A. The Early Holocene hydrosere in a small acid hilltop basin studied using crustacean sedimentary remains. Journal of Palaeolimnology. 1992. 7. P. 1–22.
- Krause-Dellin D., Steinberg C. Cladoceran remains as indicators of lake acidification. Hydrobiologia. 1986. 143. P. 129–134.
- Nilssen J.P., Sandøy S. Acidification history and crustacean remains: some ecological obstacles. Hydrobiologia. 1986. 143. P. 349–354.
- Nilssen J.P., Sandøy S. Recent lake acidification and cladoceran dynamics: surface sediment and core analysis from lakes in Norway, Scotland and Sweden. Phil. Trans. R. Soc. Lond. 1990. 327. P. 299–309.
- Rautio M Community structure of crustacean zooplankton in subarctic ponds – effects of altitude and physical heterogeneity. Ecography. 1998. 21. P. 328–337.
- Rautio M Zooplankton assemblages related to environmental characteristics in treeline ponds in Finnish Lapland. Arctic Antarctic and Alpine Research. 2001. 33. P. 289–298.
- Sandøy S., Nilssen J.P. A geographical survey of littoral crustaceans in Norway and their use in paleolimnology. Hydrobiologia. 1986. 143. P. 277–286.

- Sarvala J, Halsinaho S. Crustacean zooplankton of Finnish forest lakes in relation to acidity and other environmental factors. In: Kauppi P, Anttila P, Kenttämies K (eds) Acidification in Finland. Springer, Berlin-Heidelberg, 1990. P. 1009–1027.
- Streble H., Ktauter, D. Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, 2002. 428 S.
- ter Braak C.J.F., Šmilauer P. CANOCO v. 4.5. Microcomputer Power - Ithaca, NY, USA. 2002.
- Whiteside M.C. Danish chydorid Cladocera: modern ecology and core studies. Ecol. Monogr. 1970. 40. P. 79–118.
- Yan N. D., Strus R. Crustacean zooplankton communities of acidic, metal-contaminated lakes near Sudbury, Ontario. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. 37. P. 2282–2293.

ВЛИЯНИЕ СОЗДАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВОДОЕМОВ НА ФАУНУ СТРЕКОЗ

А.Ю. Харитонов

Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения РАН,
Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11, pc@eco.nsc.ru

В большинстве случаев антропогенные преобразования ландшафтов приводят к разрушению естественных местообитаний и снижению биоразнообразия. Однако эти преобразования могут создавать новые места обитания или улучшать кормовую базу отдельных видов и групп животных, что может способствовать расширению видовых ареалов и обогащению региональных фаун. Это происходит, в частности, при преобразовании или создании искусственных водоемов, таких как каналы и другие мелиоративные сооружения, заполняющиеся водой отработанные карьеры, канавы в полосах отчуждения автомобильных и железных дорог, разнообразные водонакопители, отстойники очистных сооружений, пруды и водохранилища на реках и ручьях и т.д. Такие водоемы и водотоки быстро заселяются водными, околотовными и амфибионтными организмами. Нами зарегистрированы многочисленные случаи колонизации искусственных или преобразованных водоемов амфибионтными насекомыми, прежде всего стрекозами, на Урале, Северном Кавказе, в Средней Азии, на юго-востоке Западной Сибири. Анализ этих материалов показал, что в регионах с большим количеством антропогенных водоемов фауна стрекоз в течение XX-го века обогатилась на 10–30% за счет заселения их не только аборигенными, но и новыми для данной местности видами. Можно предполагать, что освоение иммигрантами новых территорий облегчается за счет отсутствия конкуренции с аборигенными видами на вновь созданных водоемах, поскольку известно, что для многих видов стрекоз биотические, прежде всего, конкурентные, взаимодействия являются главными факторами формирования ареалов и стабилизации их границ (Харитонов, 1991). Появление новых мест обитания приводит к расширению ареалов некоторых видов и иногда трактуется исследователями как результат глобального потепления климата. Последний фактор вряд ли имеет какое-то прямое отношение к расселению стрекоз, так как для большинства бореальных видов показано, что их эколого-этологические адаптации позволяют существовать в широком диапазоне температурных и иных абиотических условий (Борисов, 2007; Харитонов, 1991).

Повышение регионального биоразнообразия пресноводных экосистем хорошо прослеживается при анализе истории обогащения фауны стрекоз Северного Кавказа. В первой трети XX-го века состав одонатофауны этого региона был подробно изучен рядом исследователей, прежде всего А.Н. Бартевым (1911, 1912, 1915, 1918, 1921, 1925, 1930 и др.). В период с начала 1930-х до начала 90-х гг. исследований по северокавказской одонатофауне практически не проводилось, поскольку она считалась хорошо изученной. Основываясь на многочисленных литературных данных и результатах просмотра старых коллекционных материалов был проведен зоогеографический анализ северокавказской одонатофауны, показавший ее вполне бореальный облик (Бельшев, Харитонов, 1983). В результате принципиальная высокоранговая зоогеографическая граница между Голарктической и Субголарктической областями Бореального фаунистического царства была проведена по южным склонам Большого Кавказского хребта. Однако исследования последних десятилетий показали, что фаунистический облик этой территории во второй половине двадцатого века претерпел большие изменения (Кетенчиев, Попова, 1996; Кетенчиев, Харитонов, 1998, 1999; Харитонов, 1991; Ророва, 1997 и др.). Был выявлен целый комплекс южных видов стрекоз, не отмечавшихся в этом регионе несколько десятилетий назад. В частности, на Северном Кавказе стали регистрироваться такие типичные «южане», как *Anaciaeschna isosceles*, *Hemianax ephippiger*, *Selysiotthemis nigra*, *Lindenia tetraphylla*, *Orthetrum anceps*, *Crocothemis erythraea*, *Sympetrum tibiale*, *Coenagrion scitulum* и некоторые другие.

Высокий процент южных видов в современной северокавказской фауне действительно наводит на мысль о влиянии потепления климата, но приходится констатировать, что наряду с многочисленными южными элементами, проникшими в регион, в нем остались и все северные виды, указывавшиеся для этих мест ранее. Естественная гидрологическая ситуация на Северном Кавказе – преобладание бурных водотоков и холодных глубоких озер, не способствовала формированию богатой фауны стрекоз. Однако

во второй половине двадцатого столетия в этом регионе шло масштабное строительство дорог, населенных пунктов, промышленных объектов, создавались пруды и водохранилища. В связи со строительством возникло множество специально созданных и, особенно, попутно возникших «несанкционированных» водоемов, в частности, на отработанных и заполнившихся водой карьерах по добыче песка и камня. Все это создало новые мелководные и хорошо прогреваемые места обитания стрекоз, что позволило многим видам, заселившим их, существенно изменить границы своих прежних ареалов. При этом поток мигрантов шел в основном с юга, так как климатические условия Северного Кавказа и Предкавказья для них вполне благоприятны, но существовавший прежде острый дефицит мест обитания не позволял им освоить эту территорию.

Быстрая колонизация стрекозами преобразованных и вновь создаваемых искусственных водоемов на Кавказе демонстрирует возможность практически мгновенных в исторической шкале времени фаунистических подвижек. Колонизация новых водоемов происходит не только за счет аборигенных видов с ближайших естественных водоемов, но и благодаря притоку не свойственных ранее этой территории центрально-азиатских и средиземноморских видов, что за несколько десятилетий существенно изменило облик северокавказской одонатофауны. С учетом новых фаунистических материалов зоогеографическая граница между Голарктической и Субголарктической областями Бореального фаунистического царства, установленная на основании распространения стрекоз, должна быть существенно смещена к северу и весь Северный Кавказ целесообразно включить в состав Субголарктической области.

Сходная картина повышения видового богатства стрекоз наблюдается на Южном Урале. В публикациях первой трети XX века (Бартенев, 1908; Колосов, 1927; Bartenef, 1930) южно-уральская одонатофауна предстает вполне бореальной и насчитывает не более 40 видов. Из относительно южных видов в ней присутствовали только *Orthetrum cancellatum*, *Lestes macrostigma* и *Ischnura elegans*, причем два последних вида были обнаружены в единичных экземплярах. В 60-х – 70-х гг. XX-го века в одонатофауне той же территории регистрировали уже 53 вида (Огороков, Харитонов, 1971; Баянов, 1974; Харитонов, 1975, 1976 и др.). В этот период на Южном Урале стали регистрироваться *Aeshna cyanea*, *Anax parthenope*, *A. imperator*, *Brachitron pratense*, *Ischnura aralensis* и ряд других. Вид *I. elegans* из редкого стал обычным. В начале XXI-го века видовое богатство стрекоз на Южном Урале оценивается уже в 69 видов (Яныбаева, 2002, 2004; Попова, Харитонов, 2008; Еремина, 2010; Yanybaeva et al., 2006). Однако, это не просто количественный рост числа обнаруженных видов в результате повышения полноты исследований. Прослеживается явная тенденция к обогащению фауны прежде всего видами, известными ранее только с более южных или западных по отношению к Южному Уралу территорий.

В начале XXI-го века фаунистический список южно-уральской одонатофауны пополнился такими видами, как *Libellula depressa*, *Selysiotthemis nigra*, *Anaciashna isosceles*, *Erythromma viridulum*, *Sympetrum fonscolombei* и некоторыми другими. Виды *Aeshna cyanea* и *Anax parthenope* из редких стали обычными, вид *Ischnura elegans* из обычного стал массовым, редкий вид *I. aralensis* начал регистрироваться в качестве обычного, а на отдельных водоемах стал доминировать в населении равнокрылых стрекоз. Появление в фауне южных видов также вызывает соблазн увязать этот факт с общим потеплением климата, однако в последние годы на Южном Урале стали регистрироваться новые элементы не только южной, но и восточно-азиатской и сибирской (*Somatochlora graeseri*, *Macromia amphigena*, *Coenagrion ecornurum*, *C. glaciale*), а также северной (*Somatochlora alpestris*, *S. arctica*, *Aeshna subarctica*, *A. coerulea*) одонатофауны.

Вполне вероятно, что все эти фаунистические изменения связаны не только и не столько с климатом, сколько вызываются другими причинами, в том числе и антропогенными. В частности, сбор материала на искусственно образованных водоемах выявляет достоверно больший процент аллохтонных для данной территории видов по сравнению с естественными водоемами. По-видимому, изменение ландшафтов и, что особенно важно для стрекоз – рост числа искусственных водоемов, создает для них новые и подчас более благоприятные места обитания. Заселение их «пришлыми» видами может облегчаться, как уже отмечалось, отсутствием конкуренции с уже сложившимися автохтонными сообществами стрекоз.

Среди примеров такой ситуации стало обследование в начале августа 2000 г. маленького заполненного водой придорожного котлована у границы Башкирского заповедника. В обедненном сообществе водоема, возникшего 2–3 года назад, среди личинок стрекоз абсолютно доминировали личинки *Aeshna cyanea* – вида, известного прежде по единичным находкам и считавшегося одним из «экзотичных» представителей южно-уральской одонатофауны. Жизнеспособность этой микропопуляции подтверждалась летающими над водоемом имаго *A. cyanea* и тем, что два десятка разновозрастных личинок, взятых из водоема, успешно завершили свое развитие в аквариуме (Попова, Харитонов, 2008). В последующие 11 лет численность этого вида на Южном Урале быстро нарастала, причем прежде всего за счет колонизации вновь создаваемых водоемов.

Распространению видов и обогащению фауны стрекоз на Урале может способствовать появление в последние десятилетия многочисленных прудов на реках. Если речное русло бывает заселено только бедным видами реофильным комплексом стрекоз, то с созданием пруда возникает полупроточный биотоп с оптимальным температурным режимом, зарослями водной растительности и другими благоприятными для личинок стрекоз условиями. Примерами могут служить заводской пруд на р. Урал в г. Магнитогорске и пруды на р. Миндяк близ одноименного поселка. На первом из них, несмотря на сильное загрязнение, сложилось богатое население из 24 видов стрекоз, среди которых многочисленными стали такие южные виды, как *Orthetrum cancellatum*, *Anax parthenope*, *Ischnura elegans*. На прудах р. Миндяк также зарегистрировано богатое население из 22 видов стрекоз, в том числе таких редких для региона, как *Libellula depressa*, *Anax imperator*, *Calopteryx virgo* (Попова, Харитонов, 2008).

Повышение регионального биоразнообразия пресноводных экосистем особенно ярко проявляется на территориях с аридным природным режимом. Подробное изучение С.Н. Борисовым (1985, 1987, 2007 и др.) фауны, экологии и адаптивных стратегий стрекоз Средней Азии показало, что создание разветвленной оросительной системы в этом регионе стало главным фактором формирования средне-азиатской одонатофауны и основным условием поддержания ее относительного богатства.

Быстрая колонизация вновь созданных водоемов подтверждают высокую миграционную активность стрекоз, их экологическую пластичность и способность оперативно осваивать новые места обитания, меняя тем самым структуру локальных и региональных фаун. Стрекозы с их высокой приспособленностью к полету и склонностью к пространственным перемещениям, выливающимся иногда в массовые миграции, входят в число пионерных групп, заселяющих вновь созданные или преобразованные водоемы. Вероятно, усилившиеся в последние десятилетия темпы повышения видового богатства региональных одонатофаун связано, в частности, с большими масштабами строительных работ, в том числе прокладкой новых и реконструкцией старых автомобильных дорог. Дорожное строительство сопровождается образованием водоемов за счет выемки грунта и нарушения естественной дренажной системы местности, что создает для амфибионтных насекомых не только новые места обитания, но и своеобразные каналы расселения вдоль дорожных сетей.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (08-04-00698-а).

Список литературы

- Бартенев А.Н. Коллекция стрекоз из окрестностей оз. Увильды Екатеринбургского уезда Пермской губернии // Тр. Об-ва естествоисп. при Казанском ун-те. 1908. Т. 41. Вып. 1. С. 1–40.
- Бартенев А.Н. К составу фауны Кавказа // Проток. Общ-ва Естествоиспыт. при Варшав. ун-те. 1911 а. Т. 23. № 1–2. С. 211–239.
- Бартенев А.Н. О коллекции стрекоз Кавказского музея // Изв. Кавказ. музея. 1912. Т. 7. Вып. 1. С. 107–116.
- Бартенев А.Н. Стрекозы Кавказских Минеральных вод // Русск. энтом. обозр. 1915. Т. 15. № 4. С. 604–612.
- Бартенев А.Н. Стрекозы Нальчика Терской области // Изв. Кавказ. музея. 1918. Т. 11. Вып. 3–4. С. 228–244.
- Бартенев А.Н. Список стрекоз Ставропольской губернии // Русск. энтом. обозр. 1921. Т. 17. С. 144–151.
- Бартенев А.Н. К одонатофауне Кавказских гор // Бюлл. Гос. музея Грузии. 1925. Т. 2. С. 28–86.
- Бартенев А.Н. Материалы к познанию Западного Кавказа в одонатологическом отношении // Труды Сев.-Кавказ. ассоциации н.-и. ин-тов. Ростов н/Дону, 1930. № 72. С. 1–138.
- Баянов М.Г. Стрекозы Башкирии как промежуточные хозяева гельминтов // Гельминты животных, человека и растений на Ю. Урале. Уфа, 1974. Вып. 1. С. 77–86.
- Бельшев Б.Ф., Харитонов А.Ю. О зоогеографических соотношениях в районе Кавказского хребта // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1983. Вып. 1. № 5. С. 85–89.
- Борисов С.Н. Искусственные оросительные системы как станции личинок стрекоз (Insecta, Odonata) в долинах Таджикистана // Докл. АН ТаджССР. 1985. Т. 28. № 9. С. 541–543.
- Борисов С.Н. Фауна и экология стрекоз Таджикистана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1987. 23 с.
- Борисов С.Н. Стрекозы (Insecta, Odonata) Средней Азии и их адаптивные стратегии. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2007. 39 с.
- Еремина Е.Е. Новые для фауны Южного Урала виды стрекоз (Insecta, Odonata) // Евразийский энтомол. журн. Новосибирск-М., 2010. Т. 9. Вып. 1. С. 19–21.
- Кетенчиев Х.А., Попова О.Н. Стрекозы (Odonata) степной зоны КБР // Вестник Кабардино-Балкарского гос. ун-та. Серия хим.-биол. наук. Нальчик, 1996. Вып. 1. С. 113–117.
- Кетенчиев Х.А., Харитонов А.Ю. Определитель стрекоз Кавказа. Нальчик, 1998. 120 с.
- Кетенчиев Х.А., Харитонов А.Ю. Стрекозы Средиземноморья. Нальчик, 1999. 116 с.
- Колосов Ю.М. Заметки о стрекозах Челябинского округа // Сборник материалов по изучению Челябинского округа. Челябинск, 1927. Вып. 1. С. 7–13.
- Окороков В.И., Харитонов А.Ю. Фауна и биология стрекоз на Южном Урале и их роль как промежуточных хозяев гельминтов // Вопросы зоологии. Челябинск, 1971. Вып. 2. С. 32–40.
- Попова О.Н., Харитонов А.Ю. Межгодовые изменения структуры фауны стрекоз (Insecta, Odonata) Южного Урала // Экология. М., 2008. № 6. С. 427–435.

- Харитонов А.Ю. Стрекозы Урала и Зауралья (фауна, экология, зоогеография). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1975. 25 с.
- Харитонов А.Ю. Фауна стрекоз Урала и Восточного Приуралья // Фауна гельминтов и членистоногих Сибири. Тр. БИ СО АН СССР. 1976. Вып. 18. С. 157–161.
- Харитонов А.Ю. Бореальная одонатофауна и экологические факторы географического распространения стрекоз. Автор. дис. ... докт. биол. наук. М., 1991. 34 с.
- Яныбаева В.А. Фауна и экология стрекоз Южного Урала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2002. 22 с.
- Яныбаева В.А. Фауна и экология стрекоз Южного Урала. Уфа: Изд-во «Гилем», 2004. 107 с.
- Bartenev A. N. Noch einmal uber die Artengruppe *Aeschna juncea* (Odonata, Aeschninae) in der Palaearktik // Zool. Anz. 1930. Bd. 89, № 7–10. S. 229–245.
- Popova O.N. Dragonflies of the Caucasus // Abstr. papers XIV International Symposium of Odonatology (Maribor, Slovenia, July 12–23, 1997). Maribor, 1997. P. 31.
- Yanybaeva V.A., H.J.Dumont, A.Yu.Haritonov, O.N.Popova. The Odonata of South Ural, Russia, with special reference to *Ischnura aralensis* Haritonov, 1979 // Odonatologica. 2006. Vol. 35, № 2. Bilthoven. P. 167–185.

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИН *VIVIPARUS VIVIPARUS* L. (КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ)

Л.Н. Хлус

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
г. Черновцы, ул. Коцюбинского, 2, khlus_k@rambler.ru

Таксономия семейства Viviparidae широко дискутируется в научной литературе (Анистратенко, Анистратенко, 2001). Данные об изменчивости отдельных видов из различных частей видовых ареалов расширяют и дополняют представления об их морфологических особенностях и полезны при построении системы. Исходя из этого, мы исследовали выборки из 4 популяций *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda, Vivipariformes: Viviparidae): из Белогорского водохранилища (АР Крым), Днестровского лимана (акватория г. Белгород-Днестровский, июль 2002 г., 276 ос.), Кременчугского водохранилища (в акватории г. Черкассы, август 1999 г., 60 ос.) и р. Сулы – притока Днепра (в акватории с. Мгарь Лубенецкого района Полтавской обл., август 1999 г., 20 ос.). Из Белогорского водохранилища раковины моллюсков (733 особи) собраны в июле 2000 (237 ос.) 2001 гг. (496 ос.) со дна после сброса воды в прижизненном положении (собирали всех животных вдоль 100 м береговой линии на ширину оголенного дна). Популяции разделены пространственно и населяют водоемы, принадлежащие гидроэкосистемам трех рек (Бююк-Карасу, Днестр, Днепр) в неодинаковых биотопических условиях (проточность воды, характер дна, особенности климата и т.п.). Климатические и биотопические условия регионов исследования описаны нами ранее (Хлус, 2004).

У каждой раковины измеряли 5 метрических признаков: высоту раковины (ВР), ее большой (БД) и малый (МД) диаметры, ширину (ШУ) и высоту (ВУ) устья, считали число оборотов (КО). Для более глубокого морфологического анализа использовали параметрический коэффициент корреляции Пирсона (Лакин, 1990). Для оценки тесноты корреляции пользовались следующей шкалой: очень слабая – от 0 до 0.3 при прямой и -0.3 – при обратной связи; слабая – от 0.3 до 0.5 (-0.3 до -0.5); средняя – от 0.5 до 0.8 (-0.5 до -0.8); высокая – от 0.8 до 1.0 (-0.8 до -1.0). Анализировали только раковины половозрелых моллюсков, учитывая при их выделении ВР и КО, поскольку известно, что самки этого вида достигают половой зрелости, начиная с ВР = 17.5–18 мм (Мирошниченко, 1958).

Поскольку для сравнения использованы выборки различных лет сбора, предварительно изучали временную изменчивость конхологических параметров лужанки на примере популяции из Белогорского водохранилища (Хлус, Гайдей, 2003). Оказалось, что основные габитуальные показатели раковин и индексы их отношений в пределах одного биотопа достаточно стабильны. В.И. Жадин, отвечая на вопрос о корректности сравнения материалов разных лет сбора из различных водоемов, для Поволжского региона показал сохранение во времени метрических конхологических признаков в пределах водоема (Жадин, 1928).

Морфометрическая структура исследуемых популяций частично описана нами ранее (Хлус, 2005). Корреляционный анализ позволил выявить следующие закономерности (табл.). В целом, общая структура корреляционных связей изученных конхологических параметров в выборках из всех четырех популяций имеет сходный характер: все метрические показатели достаточно тесно скоррелированы между собой (исключение – пара ВУ-МД в популяции из Днестровского лимана) и слабо или очень слабо – с числом оборотов раковины (кроме популяции из Кременчугского водохранилища). При этом пара БД-ВР во всех популяциях, кроме Белгород-Днестровской, характеризуется высокой теснотой корреляции. В то же время, 6-ти мерные матрицы интеркорреляций конхологических параметров каждой из популяций имеют специфические черты. Так, у моллюсков из Черкасс и Белгорода-Днестровского высокая теснота корреляции присуща только одной паре признаков (ВР-БД и БД-МД соответственно), остальные пла-

стические признаки характеризуются теснотой корреляции средней силы. Наибольшее число тесно скоррелированных пар признаков (по три) выявлено у моллюсков из Белогорского водохранилища. Ранее нами на примере этой популяции было показано, что в онтогенезе теснота корреляции всех пар метрических признаков, кроме показателей, связанных с ШУ, уменьшается, а корреляция ширины устья со всеми линейными параметрами возрастает (Хлус, Гайдей, 2003).

Таблица. Матрица интеркорреляций морфометрических параметров *V. viviparus* из разных гидроэкосистем

Параметры		ВР	БД	МД	ВУ	ШУ	КО
Белогорское водохранилище, 2000 г.							
ВР	Белогорское водохранилище, 2001 г.	-	0.839	0.748	0.671	0.853	0.462
БД		0.904	-	0.624	0.580	0.731	0.256
МД		0.920	0.919	-	0.736	0.801	0.507
ВУ		0.774	0.784	0.766	-	0.770	0.357
ШУ		0.772	0.752	0.767	0.740	-	0.577
КО		0.508	0.455	0.459	0.369	0.444	-
Белогорское водохранилище, объединенная выборка							
ВР	Днестровский лиман	-	0.838	0.750	0.671	0.853	0.462
БД		0.754	-	0.626	0.580	0.731	0.254
МД		0.770	0.805	-	0.737	0.800	0.502
ВУ		0.536	0.554	0.475	-	0.772	0.356
ШУ		0.568	0.540	0.553	0.578	-	0.572
КО		0.320	0.234	0.255	0.094	0.342	-
Черкассы							
ВР	р. Сула	-	0.854	0.778	0.685	0.755	0.619
БД		0.838	-	0.746	0.662	0.702	0.517
МД		0.749	0.624	-	0.773	0.730	0.568
ВУ		0.671	0.580	0.736	-	0.776	0.471
ШУ		0.852	0.730	0.799	0.771	-	0.527
КО		0.461	0.254	0.504	0.353	0.573	-

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены значения г, характеризующие высокую корреляцию; полу жирным курсивом – корреляцию средней тесноты.

Таким образом, корреляционный анализ показал, что морфометрическая конхологическая изменчивость популяций *V. viviparus* L. из гидроэкосистем рек Днепр, Днестр, Бюк-Карасу имеет, в целом, сходный характер: пластические признаки достаточно тесно скоррелированы между собой и слабо – с числом оборотов раковины; в то же время, каждая их популяций характеризуется специфическими особенностями структуры внутривидовой изменчивости.

Список литературы:

- Анистратенко В.В., Анистратенко О.Ю. Класс Панцирные или Хитоны, класс Брюхоногие – Cyclobranchia, Scutibranchia и Pectinibranchia (часть) / Фауна Украины. Т. 2. Моллюски. Вып. 1. Кн. 1. Киев: Велес, 2001. 240 с.
- Жадин В.И. Экология и изменчивость *Vivipara fasciata* Müll. Саратов, 1928. 94 с.
- Лакин Г.В. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
- Мирошниченко А.З. Плодовитость пресноводного моллюска *Viviparus viviparus* L. // Зоол. журн. 1958. Т. 37, вып. 11. С. 1635–1644.
- Хлус Л.М. Фенотипова структура популяцій *Viviparus viviparus* L. з різних частин видового ареалу // Еколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. Житомир: Волинь, 2004. С. 226–229.
- Хлус Л.Н. Сравнительная конхологическая характеристика *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda, Vivipariformes: Viviparidae) водоемов бассейна Волги и некоторых рек Украины // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее: Материалы междунар. совещания, посвящ. 10-летию Сарат. фил. Ин-та проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2005. С. 236–238.
- Хлус Л.М., Гайдей О.Б. Внутривидовая изменчивость *Viviparus viviparus* L. з передгір'я Крима // «Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация»: Материалы юбилейной науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 180-летию Л.С. Ценковского. Одесса, 2003. С. 180.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗОНАЛЬНО-БИОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАКРОБЕНТОСА ЛИТОРАЛИ Б. КРАБОВОЙ (О-В ШИКОТАН, КУРИЛЬСКИЕ О-ВА)

А.П. Цурпало

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, inmarbio@mail.primorye.ru

Планомерное изучение Курильских островов началось после возвращения островов и южного Сахалина Советскому Союзу. Начиная с 1946 г. появляется серия работ по физико-географическому описанию, истории изучения и гидрологическому режиму этого района.

Биономические исследования литорали Курильских островов были начаты во время работы комплексной Курило-Сахалинской экспедиции Зоологического института АН СССР и Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (1947–1949 гг.). В 1949 г., в последний год работы экспедиции, в которой принимал участие О.Г. Кусакин, Е.Ф. Гурьяновой была подробно изучена литораль о-ва Шикотан.

В 1954–1955 гг. О.Г. Кусакиным были проведены наблюдения в б. Крабовой на о-ве Шикотан в осенний, зимний и весенний периоды, что дало возможность проследить круглогодичный цикл сезонных изменений на литорали этого острова. В 1963 г. сотрудниками Ленинградского и Дальневосточного государственных университетов под руководством О.Г. Кусакина при сборе животных и растений на литорали той же бухты особое внимание было уделено количественному учету животных и растений макробентоса (Кусакин, 1958 *а, б*, 1978).

На основе вышеупомянутых исследований, а также исследований Института биологии моря ДВНЦ АН СССР на литорали дальневосточных морей, О.Г. Кусакин (1970, 1971, 1975, 1976) делит литораль Берингова, Охотского и Японского морей на четыре биогеографические провинции: Айнская, Курильская, Ламутская и Берингоморская.

1. Айнская провинция включает побережье северной части Японского моря, южного Сахалина (до зал. Терпения) и южных Курильских островов (до прол. Фриза по охотоморскому и прол. Екатерины по тихоокеанскому побережьям). Эта провинция относится к низкобореальной Айнской или Северо-Японской подобласти.
2. Курильская провинция охватывает побережье всех Курильских островов к северу от Айнской провинции.
3. Ламутская провинция включает остальную часть Охотского моря.
4. Берингоморская провинция охватывает побережье юго-восточной Камчатки и Берингова моря.

Последние три провинции составляют высокобореальную Берингийскую, а первая – низкобореальную Айнскую подобласти Тихоокеанской бореальной области.

Наиболее крупная экспедиция на литораль о-ва Шикотан была организована в 1987 г., во время которой в 7 бухтах острова, в том числе Крабовой, выполнено 16 гидробиологических разрезов. По итогам этой и других экспедиций было отмечено, что видовой состав макробентоса южных Курильских островов более сходен с другими участками низкобореальной литорали, нежели со смежным районом средних и северных Курил (Кусакин и др., 1997). Это еще раз подтверждает существование в этом районе зонально-географической границы между низко- и высокобореальными подобластями Тихоокеанской бореальной области.

Последняя комплексная гидробиологическая экспедиция на литораль б. Крабовой о-ва Шикотан была проведена Лабораторией хорологии Института биологии моря ДВО РАН в 1997 г. До этого, в 1996 г., в ходе рекогносцировочных работ было отмечено существенное самоочищение бухты. В течение многих лет здесь наблюдали изменение литоральных сообществ под воздействием антропогенного загрязнения, вызванного отходами рыбоперерабатывающего комбината, расположенного в кутовой части. Установлено, что многие литоральные сообщества в б. Крабовой восстановились. Это связано с катастрофическим погружением литоральной зоны о-ва Шикотан в океан в результате сильного землетрясения, произошедшего в 1994 г. (Кусакин, 1994; Кусакин и др., 1999 *а, б*; Кусакин, Цурпало, 1999; Цурпало, 2008, 2009 *а, б*).

На литорали б. Крабовой было изучено 6 участков, различающихся по степени прибойности и характеру грунта: 1 и 2 участки расположены на входных мысах, участки 3 и 4 – в средней части бухты, участок 5 – в расширенной и участок 6 – в кутовой части.

Для сравнения состава и структуры макробентоса в разные годы были использованы архивные материалы лаборатории хорологии и литературные данные (Кусакин 1958 *б*, 1978). Общий объем проб, собранных разными исследователями на литорали б. Крабовой, составляет 543 пробы, из них 196 – количественных и 347 – качественных (табл.). Работы проводили по общепринятой методике хорологических исследований на литорали (Кусакин и др., 1974). Общее количество указываемых на литорали бухты видов макробентоса составило 154, 177, 187, 151 и 106 соответственно в 1949–1997 гг.

Зонально-биогеографический анализ показывает, что макробентос литорали бухты Крабовой сформирован в основном бореальными видами (66%). Из них тихоокеанские широкобореальные виды составляют 26%, приазиатские низкобореальные – 19%, приазиатские широкобореальные – 12% и амфибореальные широкобореальные – 9%. Виды относительно тепловодного комплекса (12%) представлены следующими группами: субтропическо-низкобореальные, субтропическо-бореальные, бореально-тропические, низкобореально-тропические и субтропическо-широкобореальные. Более половины видов этого комплекса составляют приазиатские субтропическо-низкобореальные. Виды относительно холодноводного комплекса (17%): бореально-арктические, тихоокеанские высокобореальные и приазиатские

высокобореальные также играют заметную роль в формировании биогеографической структуры макробентоса. Около 90% видов этого комплекса составляют бореально-арктические виды. Доля широко распространенных в водах северного, либо обоих полушарий видов невелика и не превышает в среднем 5%.

Таблица. Участки сбора материала на литорали б. Крабовой

Год	Участок												Всего проб	
	1		2		3		4		5		6			
	кл	кч	кл	кч	кл	кч	кл	кч	кл	кч	кл	кч	кл	кч
1949	–	14	–	11	–	37	–	5	–	10	–	6	–	83
1954–55	–	28	–	15	–	64	–	51	–	27	–	24	–	209
1963	11	7	7	6	9	8	6	4	4	2	2	3	39	30
1987	24	2	26	3	19	2	9	1	4	2	2	–	84	10
1997	14	3	19	4	16	2	9	1	12	4	3	1	73	15

Примечание. кч – качественные, кл – количественные пробы, «–» – количественные пробы не были собраны.

В 1949, 1954–55, 1963 и 1987 гг. наблюдаются незначительные вариации в биогеографическом составе макробентоса литорали бухты. Число широкобореальных видов составляет 51, 48, 46 и 47% соответственно. Из них тихоокеанские широкобореальные виды составляют 32, 29, 28, 31%; приазиатские широкобореальные – 12, 10, 13, 10%; амфибореальные широкобореальные – 7, 9, 5, 6% соответственно. Доли приазиатских низкобореальных видов примерно равны 14, 16, 17, 17% соответственно и сходны с таковыми бореально-арктических видов – 16, 17, 13 и 16% соответственно. Доля относительно тепловодных видов составляла в 1949 и 1954–55 гг. – 11%, в 1963 г. – 13%, в 1987 г. – 10%.

В 1997 г. на фоне общего уменьшения видового богатства литоральной биоты в результате тектонических воздействий, отмечено относительное увеличение доли широкобореальных видов (56%), в основном за счет тихоокеанских (39%). Следует отметить, что количество субтропическо-низкобореальных видов не изменилось (6 видов), а бореально-тропических значительно сократилось (с 6 до 1). Относительная доля других биогеографических групп существенно не изменилась.

Такая биогеографическая структура макробентоса вполне согласуется с гидрологическим режимом данной акватории: летом Южно-Курильское мелководье, к которому примыкает северо- и юго-западное побережье о-ва Шикотан, заполнено сильно прогретыми и относительно солеными япономорскими водными массами, поступающими сюда с течением Соя (ветвь Куроисио), в зимнее время через Курильские проливы с течением Оясио выносятся сильно охлажденные охотоморские водные массы (Бобков, 2004).

Список литературы

- Бобков А.А. Течение Соя: биогеографический аспект // Общие вопросы морской биогеографии: памяти академика О.Г. Кусакина. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 182–199.
- Кусакин О.Г. Сезонные изменения на литорали южных Курильских островов // Вестн. Ленинград. ун-та. Серия биол. 1958 а. Т. 3. С. 116–130.
- Кусакин О.Г. Литораль южных Курильских островов и ее фауна и флора. Автореф. дисс... канд. биол. наук. Л, 1958 б. 20 с.
- Кусакин О.Г. Биогеографическое районирование осушной зоны Курильских островов // Биологические ресурсы острова Сахалин и Курильских островов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1970. С. 279–286.
- Кусакин О.Г. Гидробиологические исследования Института биологии моря на литорали дальневосточных морей СССР. // Науч. сообщ. Ин-та биол. моря ДВНЦ АН СССР. 1971. Вып. 2. С. 134–135.
- Кусакин О.Г. Биогеографическая структура фауны осушной зоны Курильских островов и роль летней температуры воды в ее формировании // Биол. моря. 1976. № 2. С. 31–34.
- Кусакин О.Г. Биология и фенология литорали бухты Крабовой острова Шикотан Курильской гряды // Животный и растительный мир шельфовых зон Курильских островов. М.: Наука, 1978. С. 5–46.
- Кусакин О.Г. Биологическое разнообразие в морских прибрежных экосистемах Дальнего Востока в связи с их устойчивостью // Вестн. ДВО РАН. 1994. № 1. С. 85–94.
- Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. и др. Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. Владивосток: Дальнаука, 1997. 168 с.
- Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. Частичное восстановление биоты литорали бухты Крабовая (остров Шикотан) в процессе самоочищения // Биол. моря. 1999 а. Т. 25, № 2. С. 134–135.
- Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. Восстановление сообществ скалистой литорали после опускания берега в результате землетрясения // Докл. РАН. 1999 б. Т. 366, № 6. С. 846–848.
- Кусакин О.Г., Кудряшов В.А., Тараканова Т.Ф., Шорников Е.И. Поясообразующие флоро-фаунистические группировки литорали Курильских островов // Растительный и животный мир литорали Курильских островов. Новосибирск: Наука, 1974. С. 5–75.
- Кусакин О.Г., Цурпало А.П. Многолетние изменения литорального макробентоса бухты Крабовая (остров Шикотан) в условиях разной степени органического загрязнения // Биол. моря. 1999. Т. 25, № 3. С. 209–216.

- Цурпало А.П. Состав и распределение литоральных сообществ бухты Крабовой (остров Шикотан, Курильские о-ва) // Современное состояние водных биоресурсов: матер. научн. конф., посв. 70-летию С.М. Коновалова Владивосток: ТИПРО-центр, 2008. С. 298–301.
- Цурпало А.П. Макробентос литорали кутовой части бухты Крабовой (о-в Шикотан, Курильские о-ва) и его многолетние изменения // X Съезд ГБО при РАН. Тез. докл. Владивосток. 2009 а. С. 428–429.
- Цурпало А.П. Макробентос литорали бухты Крабовой (остров Шикотан, Курильские острова) и его многолетние изменения: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВО РАН, ИБМ. 2009 б. 23 с.
- Kussakin O.G. A list of the macrofauna in the intertidal zone of the Kuril Islands, with remarks on zoogeographical structure of the region // Publ. Seto Mar. Lab. 1975. V. 22. №. 1/4. P. 47–74.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАУНЫ ГИДРОИДОВ (CNIDARIA, HYDROIDEA) В РАЙОНЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА

С.Ф. Чаплыгина

Институт биологии моря им. А. В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Пальчевского, 17, inmarbio@mail.primorye.ru

На шельфе северо-восточного Сахалина в 1998 г. была установлена первая стационарная платформа «Моликпак» на Пильтун-Астохском нефтегазовом месторождении, и в 1999 г с нее начата промышленная добыча нефти (Коновалова, 2003). К югу от этого месторождения на шельфе северо-восточного Сахалина в 2003 г. приступили к освоению Луньского газоконденсатного месторождения. В рамках программ экологического мониторинга проводилась оценка воздействия данных работ на окружающую среду. Изучался гранулометрический состав грунта, отбирались пробы бентоса, чтобы изучить видовой состав и количественные показатели донных беспозвоночных животных (Коновалова, 2003). Кроме того, проводились наблюдения за морскими млекопитающими и их кормовой базой на шельфе северо-восточного Сахалина (Соколовский и др., 2000; Фадеев, 2007). К северу от предыдущих 2-х нефтегазовых месторождений на шельфе северо-восточного Сахалина было начато освоение еще 4-х нефтегазовых месторождений: Удачного, Пела-Лейч, Васюканского и Савицкого. К настоящему времени изучен видовой состав гидроидов и его особенности в районе всех вышеуказанных нефтегазовых месторождений (Чаплыгина, 2009). Цель данной работы – исследовать количественные показатели массовых видов гидроидов в районе рассматриваемых нефтегазовых месторождений.

Материал и методика

Материалом для данного сообщения послужили пробы бентоса, собранные с помощью дночерпателя Ван-Вина (площадь захвата 0.2 м²) в 2003 и 2004 гг. в районе Луньского газоконденсатного месторождения до начала постановки платформы (глубина 5–107 м). В районе Пильтун-Астохского нефтегазового месторождения пробы отбирали в 2003 и 2004 гг. уже в процессе работы нефтяной платформы (глубина 5–64.7 м). Также в моем распоряжении находился материал, собранный до начала постановки платформ в 2005 г. в районе нефтегазовых месторождений Удачное и Пела-Лейч и в 2006 г. – в районе нефтегазовых месторождений Васюканское и Савицкое на глубинах 105–111 м. На каждой станции отбирали по 3 или по 4 пробы. В районе Луньского и Пильтун-Астохского месторождений присутствуют песчаные (мелкозернистые, среднезернистые и крупнозернистые) грунты, изредка с примесью гальки. В районе месторождений Удачного, Пела-Лейч, Васюканского и Савицкого дно характеризуется наличием мелкозернистых, среднезернистых и крупнозернистых песчаных, также илистых грунтов с примесью гальки и щебня.

Частоту встречаемости гидроидов рассчитывали как отношение числа проб, на которых встречен вид, к общему числу проб всего диапазона глубин, умноженное на 100%.

В предоставленном материале гидроиды были обнаружены в 288 пробах. Материал по гидроидам зафиксирован в 70%-м спирте и хранится в коллекции Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН.

Результаты и их обсуждение

Ранее было показано, что фауна гидроидов исследуемого района представлена 57 видами, относящимися к 2 отрядам, 7 семействам и 17 родам (Чаплыгина, 2009). Кроме того, в районе шести исследуемых нефтегазовых месторождений на шельфе северо-восточного Сахалина было выделено несколько групп видов гидроидов, среди которых присутствует группа массовых видов. В настоящем исследовании представлены количественные показатели в основном для этой группы видов гидроидов. По частоте встречаемости в районе Луньского и Пильтун-Астохского месторождений преобладают 4 вида гидроидов: *Obelia longissima* (Pallas, 1766), *Symplectoscyphus tricuspидatus* (Alder, 1856), *Sertularia similis* Clark, 1876 и *S. plumosa* (Clark, 1876). В районе Луньского месторождения в 2003 и 2004 гг. наиболее высокие

значения частоты встречаемости характерны для вида *O. longissima*, которые составляют соответственно 43.7% и 88.7% (табл. 1).

Таблица 1. Средняя биомасса (г/м²) и частота встречаемости (%) массовых видов гидроидов в районе Луньского месторождения

Вид	Луньское месторождение	
	2003 г.	2004 г.
<i>Eudendrium rameum</i>	12.5/0.6	7.0/1.1
<i>Obelia longissima</i>	43.7/0.1	88.7/59.3
<i>Symplectoscyphus tricuspидatus</i>	12.5/0.2	47.9/2.4
<i>Sertularia similis</i>	12.5/0.1	42.3/5.9
<i>Sertularia plumosa</i>	37.5/0.1	52.1/1.3

Примечание. Здесь, в табл. 2 и 3 в числителе – частота встречаемости в %; в знаменателе – средняя биомасса (г/м²).

В то же время в районе Пильтун-Астохского месторождения частота встречаемости данного вида была ниже и составляла соответственно в 2003 и 2004 гг 76.5% и 29.2% (табл. 2).

Таблица 2. Средняя биомасса (г/м²) и частота встречаемости (%) массовых видов гидроидов в районе Пильтун-Астохского месторождения

Вид	Пильтун-Астохское месторождение	
	2003 г.	2004 г.
<i>Eudendrium rameum</i>	5.9/0.1	0/0
<i>Obelia longissima</i>	76.5/2.9	29.2/0.1
<i>Symplectoscyphus tricuspидatus</i>	70.6/2.7	25.0/2.7
<i>Sertularia similis</i>	41.2/0.7	41.7/0.5
<i>Sertularia plumosa</i>	52.9/0.7	29.2/0.4

В этом же районе достаточно высокая частота встречаемости характерна для вида *S. tricuspидatus* (70.6%). У остальных массовых видов гидроидов в районе этих 2-х месторождений частота встречаемости варьировала в пределах 12.5% (вид *S. similis*) – 52.9% (вид *S. plumosa*) (табл. 1, 2).

В районе нефтегазовых месторождений Удачного, Пела-Лейч, Васюканского и Савицкого вид *O. longissima* отсутствовал. Доминирующее положение по частоте встречаемости здесь принадлежит видам *Eudendrium rameum* (Pallas, 1766), *S. tricuspидatus*, *S. similis* и *S. plumosa*. Наиболее высокие значения частоты встречаемости в районе этих 4-х месторождений характерны для видов *E. rameum* (94.3%, месторождение Савицкое), *S. tricuspидatus* (85%, месторождение Удачное) и *S. plumosa* (75%, месторождение Васюканское) (табл. 3).

Виды гидроидов с высокой частотой встречаемости, обнаруженных на исследуемых месторождениях, как правило, характеризуются и довольно высокими значениями средней биомассы. В районе Луньского месторождения в 2004 г. доминировали по биомассе виды *O. longissima* (59.3 г/м²), *S. tricuspидatus* (2.4 г/м²), *S. similis* (5.9 г/м²) и *S. plumosa* (1.3 г/м²) (табл. 1), встреченных на глубине 20–45 м. В 2003 г. эти виды были обнаружены в основном на глубине 96.5–107 м, и значения средней биомассы данных видов были довольно низкими (не более 0.2 г/м²). Лишь у вида *E. rameum* средняя биомасса была несколько выше и составляла 0.6 г/м².

Таблица 3. Средняя биомасса (г/м²) и частота встречаемости (%) массовых видов гидроидов в районе Удачного, Пела-Лейч, Васюканского и Савицкого месторождений

Вид	Удачное	Пела-Лейч	Васюканское	Савицкое
	2005 г.	2005 г.	2006 г.	2006 г.
<i>Eudendrium rameum</i>	75.0/1.3	66.7/15.4	79.5/1.9	94.3/6.9
<i>Symplectoscyphus tricuspидatus</i>	85.0/4.7	22.2/0/1	65.0/2.6	45.7/0.1
<i>Sertularia similis</i>	40.0/1.5	0/0	15.0/1.7	5.7/0.1
<i>Sertularia plumosa</i>	20.8/12.5	38.9/0.7	75.0/5.6	57.1/10.1

В районе Пильтун-Астохского месторождения в 2003 г. преобладающими по биомассе были те же виды, что и в районе Луньского месторождения (табл. 2). Но средняя биомасса гидроидов здесь была относительно не высокой. Так, для видов *O. longissima* и *S. tricuspидatus*, встреченных на глубине 5–63 м, она составляла соответственно 2.9 г/м² и 2.7 г/м². В 2004 г. здесь также не высокой была средняя биомасса вида *S. tricuspидatus* (2.7 г/м²). У остальных видов, обнаруженных в районе Пильтун-Астохского месторождения в 2004 г. на глубинах 10–45 м, отмечены довольно низкие значения средней биомассы гидроидов (не более 0.5 г/м²) (табл. 2). Также заметно снижены здесь и значения частоты встречаемости у большей части массовых видов (табл. 2).

В районе более северной группы месторождений (Удачное, Пела-Лейч, Васюканское и Савицкое) преобладали по биомассе те же виды, что и на предыдущих 2-х месторождениях, за исключением вида *O. longissima* (табл. 3). Здесь наиболее обильными по биомассе встречены виды *E. rameum* (15.4 г/м² и 6.9 г/м² соответственно на месторождениях Пела-Лейч и Савицкое) и *S. plumosa* (12.5 г/м² и 10.1 г/м² соответственно на месторождениях Удачное и Савицкое). У остальных видов гидроидов на этих 4-х месторождениях биомасса варьировала от 0.1 г/м² до 2.6 г/м².

Наряду с группой массовых видов гидроидов, в районе исследуемых месторождений ранее была выделена группа обычных видов (Чаплыгина, 2009), которые встречены здесь, как правило, с относительно более низкой частотой встречаемости. К этой группе относится вид *Abietinaria thujarioides* (Clark, 1876), найденный в районе Луньского, Пильтун-Астохского, Васюканского и Савицкого месторождений с максимальной частотой встречаемости до 18.7% и средней биомассой до 10.8 г/м². К этой же группе принадлежит вид *Grammaria abietina* (M. Sars, 1851), встреченный с максимальной частотой встречаемости до 62.5% и средней биомассой до 5.5 г/м² в районе Васюканского, Савицкого, Удачного и Пела-Лейч месторождений. Вид *Thuiaria laxa* Allman, 1874 также обнаружен в районе этих 4-х месторождений с максимальной частотой встречаемости 52.5% и средней биомассой 1.5 г/м². У остальных видов гидроидов, обнаруженных в районе всех исследуемых нефтегазовых месторождений частота встречаемости варьировала в пределах 2.5–25%, а средняя биомасса – 0.1–0.6 г/м².

Исследование количественных характеристик фауны гидроидов показало, что в районе Пильтун-Астохского месторождения в 2004 г. средняя биомасса массовых видов гидроидов была примерно на один (виды *S. similis* и *S. plumosa*) или даже два (вид *O. longissima*) порядка ниже, чем на Луньском месторождении. Значения частоты встречаемости этих же видов на рассматриваемых 2-х месторождениях также отличались и были на Пильтун-Астохском месторождении примерно втрое меньше у вида *O. longissima* и вдвое меньше у вида *S. plumosa*, чем на соседнем месторождении (табл. 1, 2). Мы имели возможность сравнить эти количественные показатели обоих месторождений в основном за 2004 г, потому что отбор проб на этих месторождениях производили примерно на одних и тех же глубинах. В то же время в 2003 г. диапазоны глубин, на которых отбирались пробы бентоса на этих месторождениях, заметно различались.

На Пильтун-Астохском месторождении в 2003 и 2004 гг. пробы бентоса отбирали в условиях работающей платформы, в то же время на остальных нефтегазовых месторождениях – до постановки платформы. На месте постановки платформы на Пильтун-Астохском месторождении были произведены дноуглубительные работы и механическая замена грунта (Коновалова, 2003). К моменту сбора проб в районе данного месторождения прошло уже не менее 3-х лет, гидроиды здесь вновь образовали поселения своих колоний и продолжают существовать в новых условиях окружающей среды.

Ранее было отмечено, что видовой состав гидроидов в районе Пильтун-Астохского месторождения остается высоким и достаточно соизмеримым с таковым на Луньском месторождении (Чаплыгина, 2009). Однако в нашем исследовании было выявлено, что количественные показатели фауны гидроидов в районе Пильтун-Астохского месторождения заметно снижены, что следует из выше приведенного анализа значений частоты встречаемости и средней биомассы массовых видов гидроидов.

Таким образом, полученные данные по частоте встречаемости и средней биомассе массовых видов гидроидов могут быть использованы при проведении будущих программ экологического мониторинга в районах дальнейшего освоения нефтегазовых месторождений на шельфе северо-восточного Сахалина.

Список литературы

- Коновалова Т.В. Оценка состояния донных осадков и бентоса на Пильтун-Астохском нефтегазовом месторождении на начальном этапе освоения (северо-восточный Сахалин): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВГУ МО РФ. 2003. 22 с.
- Соболевский Е.И., Яковлев Ю.М., Кусакин О.Г. Некоторые данные по составу макробентоса на кормных участках серого кита (*Eschrichtius gibbosus* Erxl., 1877) на шельфе северо-восточного Сахалина // Экология. 2000. № 2. С. 144–146.
- Фадеев В.И. Исследования бентоса и кормовой базы в районах летнего нагула корейско-охотской популяции серого кита (*Eschrichtius gibbosus*) в 2001–2003 гг. // Реакция морской биоты на изменения природной среды и климата: материалы комплексного регионального проекта ДВО РАН по программе Президиума РАН. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 213–232.
- Чаплыгина С.Ф. Фауна гидроидов (Cnidaria, Hydrozoa) в районе нефтегазовых месторождений на шельфе северо-восточного Сахалина // Современный мир, природа и человек. Томск. Межвузовский сборник научных трудов. 2009. Т. 1, № 1. С. 97–99.

ЗООПЛАНКТОН РАЗНОТИПНЫХ БОЛОТ ПСКОВСКО-ЧУДСКОЙ ПРИОЗЕРНОЙ НИЗМЕННОСТИ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010 Г.

А.В. Черевичко

Псковское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ»,
Россия, 180007, г. Псков, ул. М. Горького, д. 13, acherevichko@mail.ru

Водно-болотное угодье «Псковско-Чудская приозерная низменность» находится на северо-западе Русской равнины, это наиболее низкая местность в Псковской области, расположенная в основном в котловине Псковско-Чудского водоема, где простирается огромная депрессия, занимаемая ранее Балтийским ледниковым озером (Природа..., 1974). В водно-болотном угодье широко представлены разнообразные низинные, переходные и верховые болота, отнесенные к Псковско-Чудскому болотному району. Представленные типы болот отражают разные стадии процесса болотообразования в условиях низменной террасированной равнины (Боч, 1992).

Материал был собран в весенне-летний период 2010 г. пробы зоопланктона собирали в низинных болотах возле д. Жидилов Бор и д. Исаковщина покрытых кустарниково-осоково-гипновой растительностью, в верховом болоте «Осиновское» с сосново-кустарничково-пушицево-сфагновой растительностью, в различных по типологии участках болотного массива «Ворота» в том числе переходных занятых березово-осоково-сфагновой растительностью. Определение типологии исследованных болот и описание растительности были выполнены В.А. Смагиным (Боч, Смагин, 1993; Смагин, 2002). В связи с многоводностью года все исследованные участки болот в весенне-летний период характеризовались высокой обводненностью, уровень воды над поверхностью составлял 0.3–1.0 м, величина рН колебалась в пределах 3.8–4.8. Сбор проб проводили фильтрованием 50 л воды через стандартную количественную сеть Джеди (размер ячеек 64 мкм), пробы фиксировали 4%-м формалином и обрабатывали в лаборатории стандартными гидробиологическими методами (Методические рекомендации..., 1984).

В период исследований в болотах Псковско-Чудской приозерной низменности было обнаружено 33 вида планктонных беспозвоночных животных, из них: 8 видов – коловратки; 15 – ветвистоусые и 10 – веслоногие ракообразные (табл. 1).

Таблица 1. Список видов зоопланктона исследованных болот Псковско-Чудской приозерной низменности

Виды	Болота		
	Верховые	Переходные	Низинные
КЛАСС CRUSTACEA			
CLADOCERA			
Отр. Daphniiformes			
Сем. Daphniidae			
<i>Daphnia pulex</i> (De Geer)		+	+
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller)	+	+	
<i>C. reticulata</i> (Jurine)			+
<i>C. laticaudata</i> (P.E. Müller)			+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller)		+	+
<i>S. microcephala</i> Lilljeborg	+	+	
<i>Simocephalus expinosus</i> (Koch)			+
Сем. Chydoridae			
<i>Alonella excise</i> (Fischer)	+	+	
<i>A. nana</i> (Baird)			+
<i>Chydorus ovalis</i> Kurz	+	+	
<i>C. sphaericus</i> (O.F. Müller)		+	+
<i>Eurycerus lamellatus</i> O.F. Müller			+
Сем. Macrothricidae			
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fischer)	+		
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F. Müller)	+	+	
Отр. Polyphemiformes			
Сем. Polyphemidae			
<i>Polyphemus pediculus</i> (L.)	+	+	+
COPEPODA			
Подотряд Cyclopoida			
Сем. Cyclopidae			
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)			+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)	+	+	+
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)			+
<i>D. languidus</i> (Sars)	+	+	
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer)			+
<i>C. scutifer</i> Sars			+
<i>Microcyclops grasilis</i> Lilljeborg			+
<i>Acanthocyclops</i> sp.			+

Виды	Болота		
	Верховые	Переходные	Низинные
Подотряд Harpacticoida			
<i>Paracampus schmeili</i> (Mrazek)		+	
<i>Bryocampus</i> sp.	+	+	
ROTIFERA			
Сем. Brachionidae			
<i>Platylabus quadricornis</i> Ehrenberg			+
<i>Keratella serrulata</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>K. paludosa</i> (Lusks)		+	+
Сем. Lecanidae			
<i>Lecane luna</i> (Müller)	+	+	+
Сем. Epiphanidae			
<i>Epiphanis brachionus</i> (Ehrenberg)		+	
Сем. Philodinidae			
<i>Philodina</i> sp.	+	+	+
<i>Rotaria</i> sp.			+
<i>Dissotrocha</i> sp.			+

Наименьшее видовое богатство (13 видов) было отмечено в верховых болотах, здесь преобладали сфагнофильные кладоцеры: *Acantholeberis curvirostris*, *Scapholeberis microcephala*, *Chydorus ovalis*, *Alonella exise* и копеподы: *Diacyclops* sp. Видовой состав зоопланктона переходных болот существенно не отличался от такового верховых (18 видов), его дополнили коловратки *Epiphanis brachionus*, *Keratella paludosa* и эврибионтные виды ветвистоусых ракообразных *Daphnia pulex* и *Scapholeberis mucronata*, встреченные в незначительном количестве. Низинные болота отличались наибольшим видовым богатством (23 вида), здесь массовыми были литорально-зарослевые виды характерные для побережья водоемов и водотоков: кладоцеры – *Daphnia pulex*, *Ceriodaphnia reticulata*, *C. laticaudata*, *Simocephalus exipinosus*, *Polyphemus pediculus*; копеподы *Megacyclops viridis*, *Microcyclops grasilis*, *Cyclops strenuus*. Для зоопланктона низинных болот характерны монодоминантные комплексы, доля доминирующего вида, которым в различных участках были разные виды ракообразных, достигала 80% общей биомассы. Индексы видового разнообразия зоопланктона низинных эвтрофных болот, рассчитанные по численности и биомассе, были ниже 2 бит/г что характерно для эвтрофных водоемов (Андроникова, 1996).

В целом, в сукцессионном ряду болотных экосистем (низинные→переходные→верховые) в видовом составе зоопланктона снижалась доля коловраток и повышалась доля ветвистоусых ракообразных, а также повышались индексы Шеннона (табл. 2).

Таблица 2. Видовое разнообразие зоопланктона исследованных болот Псковско-Чудской приозерной низменности

Тип болота	Число видов (% от общего числа видов)				Индекс Шеннона	
	Cladocera	Copepoda	Rotatoria	Всего	H _N	H _B
Низинное	9 (39%)	7 (30%)	7 (30%)	23	1.57	1.70
Переходное	9 (50%)	4 (22%)	5 (28%)	18	2.34	2.24
Верховое	7 (54%)	3 (23%)	3 (23%)	13	2.65	2.42

Количественные показатели зоопланктона были довольно высоки во всех типах исследованных болот. Максимальные биомассы зоопланктона (7–8 г/м³) были зафиксированы в низинных эвтрофных болотах, за счет преобладания крупных ракообразных.

Весенние и летние показатели численности и биомассы планктонных беспозвоночных существенно не отличались в верховых и низинных болотах, в переходных участках болот они возросли от весны к лету (в 2 раза по численности, в 3.5 раза по биомассе) (табл. 3).

Таблица 3. Численность и биомасса зоопланктона исследованных болот Псковско-Чудской приозерной низменности

Тип болота	Численность, тыс. экз./м ³		Биомасса, г/м ³	
	Весна	Лето	Весна	Лето
Низинное	249.5	171.1	8.25	7.52
Переходное	107.5	210.0	1.21	4.12
Верховое	235.0	202.5	4.35	4.16

Количество зоопланктона в основном определяется гидрологическим режимом болотных участков, при снижении уровня и уменьшении объема свободной воды над моховой поверхностью происходит концентрация зоопланктонных организмов (Черевичко, 2009). В период исследования низинные и верховые болота характеризовались относительным постоянством температурного и уровневого режима, в переходных участках летом отмечалось снижение уровня воды над моховой поверхностью, что, скорее всего, обусловило увеличение численности и биомассы зоопланктона этих участков.

Таким образом, видовой состав, богатство и разнообразие зоопланктона болотных экосистем во многом определяется типологией болота, т.е. тесно связаны с трофическим статусом и растительностью болотных комплексов. Для выявления количественных показателей и структуры сообществ необходимо дальнейшее их изучение.

Список литературы

- Андронникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных систем разных трофических типов. С-Пб.: Наука, 1996. 189 с.
- Боч М.С. болота Северо-Запада России и проблемы их охраны // Экологические проблемы Северо-Запада России. Псков. 1992. С. 28–32
- Боч М.С., Смагин В.А. Флора и растительность болот Северо-запада России и принципы их охраны // Труды Ботанического Института РАН (новая серия). 1993. Вып. 7. 225 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
- Природа Псковской области. Псков, 1974. 172 с.
- Смагин В.А. Растительность болот заказника «Ремдовский» // Природа Псковского края. СПб., 2002. Вып. 14. С. 3–6.
- Черевичко А.В. Зоопланктон водоемов и водотоков Полистово-Ловатской болотной системы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2009. 24 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СООБЩЕСТВ МИЗИД

С.А. Черкашин

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, Владивосток, пер. Шевченко, 4, cherkashin@tinro.ru*

Морские прибрежные экосистемы занимают особое место среди водных объектов, благодаря своей исключительной роли в создании биопродукции и самоочищении. Вместе с тем они испытывают наибольшее антропогенное воздействие и часто становятся приемниками сточных вод береговых источников и загрязненного речного стока со всего водосборного бассейна. Это значительно ухудшает экологическую ситуацию в результате изменения физико-химических свойств воды и грунтов, увеличения концентраций загрязняющих веществ до критических уровней, развития процессов эвтрофирования, зон гипоксии, сокращения численности видов и биоразнообразия сообществ. Такие явления наблюдаются во многих районах в связи ростом численности населения приморских территорий.

Особенно заметны эффекты неблагоприятного влияния загрязнения в отдельных прибрежных зонах подверженных антропогенному прессу, превышающему критические уровни. Здесь формируются кризисные ситуации, отмечается массовая гибель организмов. Экологическое состояние таких районов нестабильно и последствия загрязнения нуждаются в регулярной экотоксикологической оценке.

Обоснованность биоиндикации состояния экосистем определяется, прежде всего, правильным выбором объектов исследований, отвечающих ряду требований, таких как уязвимость или чувствительность, массовость, широкая распространенность, доступность. К таким гидробионтам относятся и высшие ракообразные – мизиды, играющие существенную роль в прибрежных экосистемах. Ряд видов мизид обладают пониженной устойчивостью к воздействию загрязняющих веществ по сравнению с большинством других гидробионтов и способностью избегать поллютанты в естественных условиях. Этих животных успешно используют для диагностики состояния многих водных экосистем (Черкашин и др., 1986; Roast et al., 1998; Вейдеман и др., 2001; Fossi et al., 2001; Verslycke et al., 2004; Черкашин, Вейдеман, 2005; Черняев и др., 2006; Лукьянова и др., 2009; Cherkashin, 2009).

Среди акваторий дальневосточных морей России максимальному антропогенному воздействию подвержены заливы Южного Приморья, особенно их прибрежные участки. Биоиндикация показала, что под влиянием загрязнения в наиболее интенсивно загрязняемых районах зал. Петра Великого изменилась структура планктонных и бентосных сообществ (Вейдеман и др., 2001; Черкашин, Вейдеман, 2005; Черняев и др., 2006; Лукьянова и др., 2009).

Многолетние комплексные исследования прибрежных акваторий Приморья показали эффективность изучения видового состава и структуры популяций мизид для мониторинга состояния этих ракообразных и водоемов в целом (Черкашин и др., 1986; Вейдеман и др., 2001; Черкашин, Вейдеман, 2005; Лукьянова и др., 2009; Cherkashin, 2009). Анализ результатов биоиндикации позволил оценить изменение состояния вод и самих гидробионтов в межгодовом, межсезонном и внутрисезонном аспектах. Наиболее значимым негативным эффектом воздействия загрязнения на мизид является сокращение их видового состава и численности вплоть до полного исчезновения этих ракообразных на некоторых экологически неблагополучных участках. В условно чистых внешних районах обнаружены рачки 9 видов относящиеся

ся к 5 родам. Изменение видового состава рачков и их популяционной структуры прослежено в течение 30 лет. Например, если в 1980-е гг. в условно фоновых внешних районах весьма загрязненного Амурского залива обнаружены мизиды 8 видов, то в 1991–1992 гг. отмечены 4 вида. В последние 5 лет во внешних районах залива число видов рачков варьировало от 3 до 6 и, в значительной степени, определялось количеством наблюдений. Здесь, помимо широко распространенной и массовой в прибрежной зоне дальневосточных морей России эврибионтной *Neomysis mirabilis*, многочислен стенобионтный вид мизид, требовательный к качеству окружающей среды – *Paracanthomysis* sp. n. (прежде *N. sensoris* sp. n.). В вершинной части Амурского залива обычны представители *N. awatschensis*, численное преобладание которых свидетельствует о нарушении биоценозов.

Учет особенностей изменения компонентов прибрежных экосистем в пространстве и времени и использование новых подходов к оценке состояния экосистем показали, что изменчивость биоценозов мизид протекает в пять стадий. Так, для июля-сентября выделены следующие градации:

- естественное состояние, не нарушенное антропогенным воздействием – относительное обилие *Paracanthomysis* sp. n. составляет более 50% от общей численности мизид,
- равновесное состояние – относительное обилие *Paracanthomysis* sp. n. составляет от 1 до 50% от общей численности мизид,
- кризисное состояние – *Paracanthomysis* sp. n. отсутствует или ее относительное обилие менее 1%,
- критическое состояние – обратимое превращение прибрежных экосистем в измененные (мизиды единичны или по численности преобладает *N. awatschensis*),
- катастрофическое состояние – полное отсутствие мизид.

Загрязнение зал. Петра Великого привело не только к сокращению ареалов стенобионтных видов мизид, но и к ускоренному развитию самой массовой эврибионтной *N. mirabilis*, которое вызывало изменение структурно-функциональных характеристик ее группировок. Наиболее очевидным проявлением влияния загрязнения на рачков этого вида оказался их опережающий весенний нерест во внутренних районах Амурского залива, что не может объясняться лишь более высокой температурой вод этих акваторий, так как здесь вымет молоди наступает при значительно меньших температурах, чем на выходе из залива у о. Рейнеке.

Чувствительными показателями качества вод в весенне-летние месяцы являлись минимальные размеры самок перезимовавшей генерации *N. mirabilis*, приступивших к первому нересту, а также длина и относительная численность самок с эмбрионами на последних стадиях развития. По этим и другим параметрам удалось выявить протяженность акватории, на которой отмечалось влияние загрязненных вод, выносимых из внутренних районов Амурского залива вдоль западного побережья до бухты Перевозной. У одноразмерных самок весенне-летних когорт по мере приближения к устью р. Раздольной вдоль западного побережья залива плодовитость не возрастала, как у перезимовавших особей, а несколько снижалась, но недостоверно. Сравнение количества генераций и темпов прироста мизид выявило большую зависимость этих характеристик от температуры воды, чем от загрязнения акваторий.

В многолетнем аспекте анализ размерно-половой структуры популяций мизид в весенне-осенний период 1982–2008 гг. показал, что 2000–2002 гг. являлись аномальными для *N. mirabilis*. У о. Рейнеке даже в первой декаде июня 2001 г. не удалось обнаружить самцов, в отличие от предыдущих и последующих лет исследований, а также от других станций.

Размерно-половая структура группировок *Paracanthomysis* sp. n. из акваторий со средней степенью загрязнения отличалась от естественного состояния популяции по соотношению полов, яйценосных и яловых самок, максимальных размеров мизид, срокам нереста. Соотношение яловых и яйценосных самок здесь было максимальным по сравнению с группировками мизид из менее загрязненных акваторий.

Сопоставление результатов исследований мизид Славянского залива в 1986–1988 гг. и 2000–2001 гг. выявили улучшение экотоксикологической ситуации при снижении антропогенного загрязнения, вызванного спадом производственной деятельности в Приморье. Пространственная структура популяций выделенных нами видов-индикаторов оказалась наиболее показательным параметром для оценки экологического состояния исследуемых акваторий. Лучшим индикатором обстановки являлось относительное обилие мизид *Paracanthomysis* sp. n. Летом 1988 г. данный вид обнаружен лишь на выходе из залива. В сентябре этого же года во внутренних районах залива отмечен массовый замор ракообразных. Уменьшение антропогенного пресса в 1990-е гг. привело к улучшению экологической ситуации в большинстве внутренних бухт Славянского залива. Но анализ размерно-половой структуры группировок *N. mirabilis* показал, что повышенная температура в сочетании с эвтрофикацией вызвали, как и прежде, ее более ранний весенний нерест во внутренних акваториях залива. Токсичность вод, вероятно, вызывала повышенную смертность молоди этого вида лишь в наиболее загрязненной бухте Славянка. Следовательно, несмотря на некоторое снижение загрязнения, оно продолжало оказывать негативное влияние на мизид

этой бухты. Очень низкая численность молоди мизид в бухте Славянка дополняет перечень негативных эффектов, обнаруженных по другим показателям и возникших предположительно в результате антропогенного влияния, а улучшение ситуации во внутренних районах залива ассоциируется с расширением ареала *Paracanthomysis* sp. n.

Анализ экологического состояния прибрежных экосистем Уссурийского залива, самой крупной внутренней акватории зал. Петра Великого, по размерно-половой структуре группировок *N. mirabilis* и *Paracanthomysis* sp. n. выявил влияние загрязнения на мизид и качество среды их обитания в бухтах Муравьиная, Промежуточная и Суходол. Проведение биоиндикации на биоценологическом, популяционном, организменном и молекулярном уровнях организации дает сопоставимую информацию о состоянии морских экосистем в условиях антропогенного загрязнения (Лукьянова и др., 2009).

В заключение необходимо отметить, что состояние массовых видов мизид в большинстве районов зал. Петра Великого вполне благополучно. В то же время очевидно отрицательное влияние загрязнения на этих ракообразных и других гидробионтов в районах с интенсивным антропогенным загрязнением, имеющих в Амурском и Уссурийском заливах. Критическое или катастрофическое состояния прибрежных экосистем отмечены и в некоторых внутренних акваториях заливов Посьета и Находка. Негативный характер влияния загрязнения отражается в уменьшении видового состава группировок мизид, изменении численности и пространственной структуры индикаторных видов вплоть до полного исчезновения этой группы ракообразных, а так же в нарушении размерно-половой структуры популяций из менее трансформированных биоценозов. На протяжении всего периода исследований лучшие экологические условия сохранялись в открытой островной зоне залива – у о-вов Рейнеке и Рикарда.

Список литературы

- Вейдеман Е.Л., Черкашин С.А., Щеглов В.В. Диагностика состояния прибрежных акваторий: некоторые проблемы и результаты // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 1036–1049.
- Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Нигматулина Л.В. и др. Комплексная химико-экологическая оценка состояния Уссурийского залива (Японское море) // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 5. С. 615–622.
- Черкашин С.А., Вейдеман Е.Л. Экотоксикологический анализ состояния прибрежных экосистем залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. рыб-ва. 2005. Т. 6, № 4(24). С. 637–652.
- Черкашин С.А., Вейдеман Е.Л., Ковековдова Л.Т. Распределение мизид под влиянием речного стока // Поведение водных беспозвоночных. Андропов: ИБВВ АН СССР, 1986. С. 105–108.
- Черняев А.П., Лукьянова О.Н., Черкашин С.А. Распределение нефтяных углеводородов и оценка состояния биоты в Амурском заливе (Японское море) // Экологическая химия. 2006. Т. 15, № 1. С. 28–38.
- Cherkashin S.A. Mysids and ichthyoplankton as indicators of the ecotoxicological state of boreal marine coastal ecosystems // 17th Intern. Environmental Bioindicators Conference, Moscow, 2009. Abstracts. P. 51.
- Fossi M.C., Minutoli R., Guglielmo L. Preliminary results of biomarker responses in zooplankton of brackish environments // Mar. Pollut. Bull. 2001. V. 42. P. 745–748.
- Roast S.D., Thompson R.S., Widdows J., Jones M.B. Mysids and environmental monitoring: a case for their use in estuaries // Mar. Freshw. Res. 1998. V. 49. P. 827–832.
- Verslycke T.A., Fockedey N., McKenney C.L.Jr. et al. Mysid crustaceans as potential test organisms for the evaluation of environmental endocrine disruption: a review // Environ. Toxicol. Chem. 2004. V. 23. N. 5. P. 1219–1234.

НАХОДКИ РЕДКИХ ВИДОВ ГОЛЫХ ЖАБРОНОГОВ (CRUSTACEA, ANOSTRACA) В ОЛИГОГАЛИННЫХ ВОДОЁМАХ ЧЕРНОМОРСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА НАН УКРАИНЫ

Д.Д. Чернякова

Черноморский биосферный заповедник НАНУ,

Украина, 75600, Херсонская обл., г. Голая Пристань, ул. Ларионова, 1, chernyakova.darya@gmail.com

В Северо-западом Причерноморье голые жаброноги входят в состав весеннего планктона мелких и пересыхающих озёр [1]. Пик их численности приходится на годы с избыточным увлажнением, связанным с повышенным количеством осадков и талых вод в начале весны.

На протяжении последних 15-ти лет на территории Черноморского биосферного заповедника (ЧБЗ) мониторинговых исследований состояния мелких и эфемерных водоёмов не проводилось. Ранее для озёр, располагающихся на Кинбурнском полуострове было указано 4 вида *Anostraca* [1] (табл.).

В конце марта и начале мая 2010 г. нами были обследованы 9 водоёмов Солёноозёрного и Ивано-Рыбальчанского участков Черноморского заповедника, расположенных на Кинбурнском полуострове. Весна этого года характеризовалась избыточным увлажнением и, в связи с этим, большим количеством мелких временных водоёмов, причиной тому видимо стало повышение уровня грунтовых вод после схода снега. В озёрах Солёноозёрного участка при солёности 1–15‰ голые жаброноги не обнаружены, на Ивано-Рыбальчанском участке виды *Anostraca* обнаружены в водоёмах с солёностью 1–4‰, что соот-

ветствует картине распределения голых жаброногов, описанной в конце 1980-х гг. [1]. По данным Вехова Н.В. весенние виды *Anostraca* не обитают в крупных озёрах Солёноозёрного участка, периодически соединяющихся с Ягорлыцким заливом, однако результаты наших исследований свидетельствуют об отсутствии рачков и в мелких слабосоленых водоёмах этого участка. Причины, по которым жаброноги массово встречаются в весенних водоёмах Ивано-Рыбальчанского участка и в то же время не заселяют аналогичные по размерам и солёности акватории на Солёноозёрном участке не ясны.

Таблица. Находки видов *Anostraca* на территории ЧБЗ в разные периоды исследования

Вид	1988–1991 (Вехов Н.В.)	2010
<i>Branchinecta orientalis</i> G.O. Sars, 1901	+	+
<i>Branchinecta ferox</i> Milne-Edwards, 1840	-	?
<i>Branchinectella media</i> Schmankevitsch, 1873	+	+
<i>Branchinella spinosa</i> Milne-Edwards, 1840	+	-
<i>Artemia salina</i> Linnaeus, 1758	+	-

В наших сборах присутствуют всего два вида голых жаброногов: *Branchinecta orientalis*, *Branchinectella media*. Кроме того, две особи окончательно не идентифицированы, они предварительно определены нами как *Branchinecta ferox*, однако идентификация затруднена, так как для достоверного определения необходимы половозрелые самцы, обнаруженные же нами особи являются самками. Данный вид ранее для акваторий заповедника не указывался.

Artemia salina – массовый вид, не обнаружен, видимо, в следствии того, что не были обследованы водоёмы с высокой степенью минерализации. По нашим данным этот рачок массово встречается в гипергалинных озёрах за пределами заповедника, в частности в оз. Устричном недалеко от с. Лазурное, на протяжении всего тёплого периода.

Голые жаброноги, обитающие во временных весенних водоёмах лесостепи и степи Северного Причерноморья являются видами с широкими ареалам, они встречаются в мезогалинных мелких водоёмах Европы, азиатского побережья Средиземного моря и даже Австралии [2, 3, 4, 5]. Все они, за исключением *A.salina*, внесены в оба издания Красной книги Украины, главной причиной снижения численности указано уничтожение и загрязнение местообитаний [6]. Мониторинг видового состава и численности редких видов является одним из приоритетных направлений работы научных отделов заповедников.

Список литературы

1. Вєрвєс Ю.Г., Хрокало Л.А., Павлюк Р.С., Балан П.Г. До принципу добору безхребетних тварин у Червону книгу України // Заповідна справа в Україні. 1999. 5, № 2. С. 48–58.
2. Вехов Н.В., Вехова Т.П. Распространение галофильных видов жаброногов (Crustacea, Anostraca) в водоёмах Черноморского биосферного заповедника и его окрестностях (Украина) // Вестник зоологии. 1995. 29, № 2–3. С. 72–77.
3. Alonso M. Anostraca, Cladocera and Copepoda of Spanish saline lakes // Hydrobiologia. 1990. 197. P. 221–231.
4. Brtek J., Mura G. Revised key to families and genera of the Anostraca with notes on their geographical distribution // Crustaceana. 2000. 73, № 9. P. 1037–1088.
5. Demete L., Stoicescu A. A review of the distribution of large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata) in Romania // North-Western Journal of Zoology. 2008. 96, N 2. P. 203–223.
6. Thiery A., Puente L. Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-madesolar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan(Branchiopoda) population dynamics // Hydrobiologia. 2002. Vol. 486. P. 191–200.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗНООБРАЗИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СООБЩЕСТВ РЕОФИЛЬНОГО МАКРОЗООБЕНТОСА ПАЛЕАРКТИКИ

М.В. Чертопруд

*Кафедра гидробиологии Биофака МГУ имени М.В. Ломоносова
119992, Москва, Воробьевы горы, Биологический факультет МГУ, lymnaea@yandex.ru*

Огромное, насколько можно судить, разнообразие водных сообществ до сих пор слабо систематизировано. Более или менее общепринятым является только разделение их на пелагические, донные и зарослевые, а донных сообществ – по типу донного грунта на лито-, псаммо- и пелофильные (Жадин, 1940). Более того, в современной экологии силен континуальный подход, рассматривающий все многообразие ценозов как спектр плавно переходящих друг в друга единиц в градиенте разных факторов среды, без выделения отдельных типов. Этот подход не лишен оснований, но для многих целей требуется именно классификация, позволяющая работать с определенными типами сообществ с предсказуемыми свойствами (как зоология и ботаника работают с видами живых организмов). На этом пути прогресс современной экологии исчезающе мал. Для речных сообществ, кроме биотопической классификации

В.И. Жадина, известна система продольной зональности (Illies, 1961), дополненная так называемой концепцией речного континуума (Vannote et al., 1980), выделяющая зоны кренали, ритрالي и потамали со своими структурными и трофическими свойствами сообществ. Но даже эта относительно простая конструкция не является универсальной и подвергается критике во многих регионах. В последние десятилетия при огромном количестве частных работ по влиянию на сообщества отдельных факторов среды серьезных классификационных построений практически не известно. Мы уже затрагивали эту тему для отдельных регионов и типов водоемов (Чертопруд, 2006, 2007, 2010 *а–в*), а данная работа преследует цель сопоставить разные региональные картины разнообразия сообществ и попытаться выработать для них (хотя бы в общих чертах) единую классификацию.

Материалы для данной работы ограничены территорией Палеарктики. Таким образом, мы не включаем в рассмотрение тропические реофильные сообщества, но имеем довольно широкий спектр горных и равнинных территорий с субарктическим, умеренным и субтропическим климатом разной увлажненности. Наиболее изученные нами районы: Центр Европейской России (около 450 станций) и Северо-Западное Закавказье (160 станций), по которым составлены наиболее подробные региональные классификации. Еще по 30–60 станций собрано в ряде периферических регионов: Кольский полуостров (Хибины), Северная Карелия, Южный Ямал (данные Д.М. Палатова), восток Новосибирской области, Алтай, Северное Прибайкалье, Горный Крым, Восточные Карпаты, Белканы (Северная Греция, Сербия и Черногория) и Южная Турция.

Каждая станция – результат усреднения 5 или 10 количественных проб площадью 0.02 м² с одного донного или зарослевого биотопа, собираемых на дистанции 1–5 метров для нивелирования микромасштабной неоднородности размещения организмов. В качестве основной меры обилия видов использовалась интенсивность метаболизма, рассчитываемая на основе численности и биомассы видов в пробе.

Промежуточным результатом данной работы являлось построение региональных классификаций бентосных сообществ для каждого из изученных нами локусов. Для этого применялся модифицированный нами метод Браун-Бланке (выделение комплексов совместно встречающихся массовых видов), с последующей привязкой, насколько это возможно, к типу биотопа. Эти региональные результаты отчасти опубликованы ранее (Чертопруд, 2010 *а–в*). При этом мы разделили всю совокупность реофильных сообществ бентоса на четыре крупных комплекса, для которых показаны наиболее резкие структурно-функциональные различия: ручьевого (креналь), литофильный (ритраль), пелофильный (пелаль) и фитофильный (фиталь), таким образом объединив наиболее универсальные аспекты классификаций Жадина и Иллиеса.

Описание выделенных типов сообществ. Наиболее яркая закономерность, обнаруживаемая при сопоставлении наборов сообществ разных регионов – повторяемость большинства выделяемых типов в пределах определенного донного биотопа. При этом видовой состав сообществ может меняться (даже полностью), но сохраняется структурная организация – набор доминирующих жизненных форм и соответствующих им семейств и родов. Наборы типов сообществ в разных регионах соответствуют не полностью, число этих типов в каждом регионе тоже различно, но общее их число после сравнения 3–4 регионов уже «выходит на плато».

Поэтому мы принимаем следующую рабочую модель: существует единый для всех регионов набор потенциально возможных типов сообществ. Их число конечно и, по нашим оценкам и для нашей степени дробности рассмотрения, составляет около 50–60 типов, примерно поровну распределяемых между четырьмя комплексами: кренальным, ритральным, фитальным и пелальным. Ниже мы приводим краткие описания типов сообществ, описанных к настоящему времени, и характерных для них биотопов. Доминирующие таксоны в основном названы на уровне родов и семейств, так как виды сменяют друг друга в разных регионах.

I. Креналь. Комплекс сообществ малых водотоков (шириной примерно до 1 м и водорасходом до 0.01 м³/с), с мелко мозаичными донными субстратами и преобладанием аллохтонного детрита (главным образом листового опада) как источника питания для животных. Повсеместно доминируют детритофаги – чаще всего ручейники сем. Limnephilidae и веснянки сем. Nemouridae. Включает эу- и гипокреналь.

I-A. Эукреналь (родники и околородниковые ручьи со стабильным гидрологическим режимом). Включает типы: реокреналь (склоновые родники, сразу переходящие в ручьи, преобладают ручьевые рода *Potamophylax*, *Nemoura*, *Baetis*), гелокреналь (родниковые топи, преобладают ручейники *Parachiona*, *Stenophylax*, *Beraea*), троглокреналь (выходы из подземных водоемов, характерны ракообразные подземного происхождения *Niphargus*, *Stygobromus*, *Proasellus*), мадикреналь (тонкослойные сливы по скалам, преобладают двукрылые *Thaumalea*, *Dixa*, *Oxycera*, Psychodidae), лимнокреналь (родниковые омуты с детритным дном, наиболее типичны *Nemurella*, *Pseudodiamesa*, *Plectrocnemia*, *Asellus*).

I-B. Гипокреналь (ручьи, не связанные прямо с родниками). Включает: эугипокреналь (лесные ручьи со смешанным питанием, типичны веснянки *Nemoura*, ручейники *Potamophylax* и другие Limnephilidae,

поденки *Baetis*, *Ecdyonurus*, горошинки *Euglesa*), палудогипокреналь (заболоченные ручьи с замедленным течением, типичны *Leptophlebia*, *Nemurella*, *Siphonurus*, *Cloeon*), эфемерогипокреналь (временные весенние ручьи, характерны *Siphonurus*, *Stenophylax*, специфические хириномиды), криогипокреналь (очень холодные, обычно высокогорные ручьи, преобладают хириномиды и мошки), гаммарокреналь (ручьевые сообщества с резким доминированием бокоплавов рода *Gammarus*).

II. Ритраль. Сообщества плотных (каменистых и древесных субстратов), в основном приуроченные к быстрым рекам различных размеров. Характерно сочетание альгофагов-соскребателей (Heptageniidae, *Baetis*, *Diamesa*, *Orthocladius*, *Ancylus*), фильтраторов (Hydropsychidae, Simuliidae) и хищников (Perlidae, Perlodidae, *Rhyacophila*).

II-A. Эпиритраль (каменистые грунты ручьев водорасходом примерно до 0.3 м³/с, обычно с затененным руслом и слабым развитием обрастаний). Включает: эуэпиритраль (каменистые перекаты крупных ручьев, сочетаются поденки *Baetis*, *Ecdyonurus*, ручейники *Rhyacophila*, *Hydropsyche*, *Polycentropus*, *Potamophylax*, веснянки *Isoperla*, *Nemoura*, *Leuctra*, улитки *Ancylus*), креноэпиритраль (каменистые склоновые ручьи, доминируют *Baetis*, *Rhyacophila*), лимноэпиритраль (заводи с каменистыми грунтами, характерны *Ecdyonurus*, *Silo*, *Potamophylax*, *Ancylus*), пелоэпиритраль (заиленные каменистые отмели, характерны *Potamophylax*, *Nemoura*, *Paraleptophlebia*), псефозэпиритраль (галечные перекаты, обычно преобладают *Baetis*, *Potamophylax*, *Dicranota*) и лимногеноэпиритраль (малые водотоки с прудовым и озерным питанием, резко преобладают личинки мошек Simuliidae).

II-B. Эуритраль (каменистые грунты рек с мощными обрастаниями камней). Наиболее массовы обычно фильтраторы (Hydropsychidae, Simuliidae), а также хириномиды в толще обрастаний. Включает: эуритраль (каменистые перекаты малых рек, доминанты *Ancylus*, *Hydropsyche*, *Rhyacophila*, *Baetis*, *Rhithrogena*, *Atherix*), гипоритраль (каменистые перекаты крупных и средних рек, преобладают *Hydropsyche*), химароритраль (стремнины при течении 1 м/с и более, обычно резко преобладают Simuliidae), пелоритраль (заиленные каменистые отмели, характерны *Potamanthus*, *Bithynia*, *Erpobdella*, *Orthocladius*), понторитраль (специфические сообщества крупных рек Черноморско-Каспийского бассейна, резко доминируют живородки *Viviparus viviparus* и бокоплав *Dikerogammarus*).

II-B. Ксилоритраль (древесные субстраты в реках). Альгофагов мало, наиболее характерны детритофаги (особенно Limnephilidae) и специфические щелевые ксилофаги (ручейники *Lype*, ряд хириномид). Включает: эпиксилоритраль (в малых реках и ручьях, обычно резко преобладают ручейники *Potamophylax*), гипоксилоритраль (в крупных и средних реках, характерны *Hydropsyche*, *Lype*, *Halesus*, *Ephemerella*), пелоксилоритраль (заиленные древесные субстраты, характерны поденки *Caenis*, *Cloeon*, ряд хириномид).

III. Фиталь. Сообщества зарослей водных растений и затопленных наземных растений, в основном характерные для рек. Характерно сочетание лимнофильных групп (брюхоногие *Lymnaea*, *Physa*, *Anisus*, *Bithynia*) и реофильных (поденки *Baetis*, *Cloeon*, ручейники *Brachycentrus*, мошки Simuliidae).

III-A. Эуфиталь (густые заросли макрофитов без существенного течения). Преобладают лимнофильные таксоны. Включает эулимнофиталь (на погруженных макрофитах, с резким преобладанием прудовиков *Lymnaea*) и плейстофиталь (плавающие макрофиты, помимо улиток характерны листоеды *Galerucella*). Полноценно эти сообщества развиваются только летом.

III-B. Реофиталь (живые и мертвые макрофиты на быстром течении, не сопротивляющиеся ему). Преобладают цепляющиеся реофильные группы – фильтраторы и альгофаги. Включает: эпиреофиталь (макрофиты малых рек и ручьев, доминируют *Baetis*, Simuliidae, Limnephilidae), гипореофиталь (макрофиты средних и крупных рек, наиболее характерны *Brachycentrus*, *Ephemerella*, *Baetis*, Simuliidae), пелореофиталь (прибрежные заиленные макрофиты, наиболее характерны *Cloeon*, *Micronecta*), бриореофиталь (заросли мхов *Fontinalis*, часто на камнях, обычно доминируют *Ephemerella*, *Baetis*, *Hydropsyche*), грассореофиталь (затопленная наземная трава, типичны различные Limnephilidae, *Baetis*, *Cloeon*), ризо-реофиталь (древесные корни подмываемых берегов, типичны *Calopteryx*, *Plathycnemis*, *Leptocerus*, *Hydropsyche*) и палудореофиталь (береговые макрофиты и сплавины заболоченных рек, наиболее типичны *Leptophlebia*, *Cloeon*, *Asellus*, *Limnephilus*).

IV. Пелаль. Сообщества мягких (илисто-песчаных) грунтов различных водотоков. Характерно преобладание таксонов инфауны: личинок двукрылых (Chironomidae, Ceratopogonidae, Limoniidae), олигохет (Tubificidae) и двустворчатых моллюсков (Unionidae, Pisidiidae, Euglesidae).

IV-A. Эпипелаль (сообщества мягких грунтов малых водотоков, обычно с примесью детрита в грунте). Включает: эуэпипелаль (илистые грунты малых рек, доминируют различные Euglesidae и Chironomidae), креноэпипелаль (в ручьях, доминируют *Cloeon*, *Nemoura*, *Euglesa*) и псаммоэпипелаль (песчаные грунты, обычно на стрежне водотоков, доминируют *Ephemera*, *Pisidium*, различные Chironomidae).

IV-Б. Эупелаль (сообщества средних и крупных рек). Включает: эупелаль (илистые грунты в заводях и омутах рек, населены большим комплексом хирономид и горошинок), псаммопелаль (песчаные грунты на быстром течении рек, доминируют специфические хирономиды и перловицы *Unio*), рипопелаль (отмели с илистым грунтом, характерны горошинки, хирономиды и поденки *Ephemera*), сапропелаль (илистые грунты в заморных условиях, обычно в водотоках с высокой сапробностью, резко преобладают олигохеты *Tubifex*), аэропелаль (мокрый прибрежный грунт выше уреза воды, обычно на пляжах, характерны амфибиотические личинки двукрылых и жуки *Heterocerus*) и аргиллопелаль (глинистое дно и берега рек, преобладают роющие поденки *Polymitarcys*).

Основные закономерности изменчивости реофильных сообществ

1. Региональные экологические особенности. Набор биотопов и сообществ, характерных для данного региона (так же, как и для водоема) в большой степени определяется рельефом местности, климатом, типом осадочных пород и другими особенностями региона. Для примера кратко опишем особенности некоторых обследованных нами регионов.

В Подмосковье (средняя полоса Европы) 36 типов сообществ примерно поровну представляют креналь, ритраль, фиталь и пелаль. При этом ритраль и креналь несколько обеднены видами в силу недостатка быстрых и чистых каменистых водотоков, а также постгляциального характера фауны; это особенно хорошо заметно при сравнении с более южными и особенно горными регионами.

В низкогорном Закавказье (14 типов сообществ) весьма разнообразны и богаты видами ритраль и креналь; напротив, фито- и пелофильные сообщества редки, таксономически бедны и довольно однообразны. Сходная картина (при совершенно ином видовом составе) наблюдается в Западной Европе – в Карпатах и на Балканах. Наборы сообществ гор Южной Турции и Южного Крыма в целом также похожи на кавказский, но еще беднее (9–10 типов), набор таксонов также резко обеднен, в основном в силу более жесткого (сухого) климата, маловодности и повышенной минерализации водотоков. Наиболее специфичные для горных регионов сообщества – химароритраль (сообщества бурных рек при очень быстром течении) и троглокреналь (родники с выходами карстовых вод, содержащие пещерную фауну).

Под Новосибирском (средняя полоса Юго-Западной Сибири) описано 15 типов сообществ. При этом фито- и пелофильные сообщества в целом аналогичны таковым Подмосковья, но их разнообразие меньше (в частности, хуже развиты заросли макрофитов и все фитальные комплексы). Ритральные сообщества региона имеют восточносибирскую фауну и структуру; европейские таксоны замещаются сибирскими, но особенности типов сообществ в целом сохраняются. Ручьевые сообщества обычно оккупированы бокоплавом *Gammarus lacustris*, а родниковые сообщества (эукреналь) практически не встречаются.

Южный Ямал – в целом равнинная тундровая территория; здесь выявлено 18 типов сообществ, в основном ритральных и пелофильных (кренальные сообщества практически отсутствуют, а фитальные развиты только на затопленной наземной растительности). Сообщества региона и фауна в целом заметно обеднены. Почти все выявленные сообщества имеют аналоги в Подмосковье, но структурные отличия все же проявляются: так, очень массовы и разнообразны мошки, хирономиды и горошинки (*Euglesidae*), замещающая ряд отсутствующих в тундре таксонов.

Северная Карелия по набору и структуре сообществ имеет большое сходство с Подмосковьем, но отличаются широким распространением лимногеноритрали – сообществ, связанных с озерным питанием рек и отличающихся резким преобладанием фильтраторов (шаровки, мошки и ручейники *Hydropsychidae*); при этом пелофильные сообщества бедны и распространены слабо (при большой плотности озер в реках почти нет песчано-илистых грунтов).

В Хибинах (горный массив на Кольском полуострове) водотоки и сообщества резко распадаются на две категории – собственно горные (стекающие с горных тундр, с летней температурой 2–5 °С) и лимногенные (прошедшие через более или менее крупные озера в предгорьях, прогревающиеся до 12–16 °С). В первых преобладают очень бедные видами криофильные сообщества (в особенности криокренальные, но также и ритральные со специфической холодноводной фауной); во вторых сообщества аналогичны таковым Карелии.

2. Локальная изменчивость сообществ. Микромасштабная неоднородность в пространстве и времени существенно затрудняет ситуацию. Большинство известных нам сообществ довольно чувствительны к мелким изменениям среды и реагируют на него быстро, главным образом миграцией особей в более подходящие (в этот момент!) микробиотопы. Поэтому в каждой конкретной точке может быстро и существенно меняться соотношение обилия видов, вплоть до смены доминантов. В целом доминирование довольно неустойчиво, хотя комплекс видов-претендентов на ведущие роли в каждом сообществе вполне стабилен.

В настоящем исследовании мы рассматриваем как единые сообщества локусы с линейными размерами не менее 1 м, и игнорируем неоднородность меньшего масштаба. Между тем, кроме случайных и неустойчивых флуктуаций, для большинства типов сообществ известны закономерные структурные элементы, связанные с микробиотопами. Например, на каменистом грунте сильно варьирует население отдельных камней в связи с формой, размером, положением и локальной скоростью течения у каждого камня. Кроме того, всегда резко различается население верхней и нижней стороны камня. Если учитывать и этот уровень изменчивости, выделяются совсем другие типы сообществ, а их число многократно возрастает.

3. Биогеографическая изменчивость. Фауны различных регионов могут сильно (иногда практически полностью) различаться по видовому составу, что не мешает им комплектовать сообщества одних и тех же типов. Как правило, в пределах Палеарктики сообщество данного типа образуют виды одних родов или в крайнем случае семейств, сходные по образу жизни (викарианты). Формирующиеся сообщества называют параллельными.

4. Биотические взаимодействия. Иногда смена видового состава сопровождается более резкой сменой структуры сообщества. Это случаи, когда в сообщества внедряются виды с высокой конкурентоспособностью, экологически агрессивные, склонные к образованию плотных популяций и при этом достаточно эврибионтные. Обычно это виды, плохо расселяющиеся – крупные ракообразные и жаберные моллюски. Они вытесняют часть других видов и формируют собственные типы сообществ. Например, это сообщества понторитрали в реках Москве и Оке (доминируют живородки *Viviparus viviparus*) и сообщества гаммарокренали на Кавказе, в Карпатах и под Новосибирском (доминируют разные виды бокоплавов рода *Gammarus*).

Таким образом, возможны два варианта формирования донных сообществ. Первый вариант: сообщества более или менее привязаны к отдельным биотопам (хорошо классифицируются по абиоте), но с нечетким доминированием и высокой изменчивостью в пространстве и времени; в них обычно доминируют личинки насекомых и легочные моллюски. Второй вариант: сообщества с резким устойчивым доминированием эврибионтных видов ракообразных и моллюсков, захватывающие несколько разных биотопов, но обычно распространенные спорадично, вплоть до отдельных водотоков. Второй вариант сообществ не вписывается в модель нашей классификации, но дополняет ее.

В целом биотоп с большой (но не полной) вероятностью определяет тип сообщества и присущие ему свойства: набор характерных жизненных форм и таксонов (родов и семейств), их приблизительное количественное соотношение и, видимо, трофическую структуру. Видовой состав в основном определяется наложением типа сообщества на биогеографическую провинцию. Кроме того, во многих регионах встречаются сообщества, связанные не с конкретным биотопом, но с доминированием спорадичных эврибионтных видов; они нуждаются в отдельном описании.

Список литературы

- Жадин В.И. Фауна рек и водохранилищ // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 5. Вып. 3–4. М.-Л., 1940. С. 519–919.
- Чертопруд М.В. Родниковые сообщества макробентоса Московской области // Журн. общ. биологии. 2006. Т. 67. № 5. С. 376–384.
- Чертопруд М.В. Структурная изменчивость литореофильных сообществ макробентоса // Журн. общ. биологии. 2007. Т. 68. № 6. С. 424–434.
- Чертопруд М.В. Разнообразие и классификация реофильных сообществ макробентоса средней полосы Европейской России // Журн. общ. биологии. 2010 а. Т. 71. В печати.
- Чертопруд М.В. Фауна и сообщества макробентоса реки Москвы на участке Тучково-Звенигород // Труды ЗБС МГУ. 2010 б. Т. 5. В печати.
- Чертопруд М.В. Реофильные сообщества макробентоса Северо-Западного Закавказья. Материалы IV Всероссийского Симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым и X Трихоптерологического Симпозиума. Владикавказ: изд-во СОГУ. 2010 в. С. 131–135.
- Illies J. Versuch einer allgemeinen biozonotischen Gliederung der Fliessgewasser // Int. Revue Ges. Hydrobiol. 1961. Bd. 46. № 2. S. 205–213.
- Vannote R., Minshall G., Cummins K., Sedell I., Cushing C. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. V. 37. № 1. P. 130–137.

АДАПТИВНЫЙ ДИСКРЕТНЫЙ ПОЛИФЕНИЗМ КЛАДОЦЕР: EVO-DEVO И ПОПУЛЯЦИОННАЯ ДИНАМИКА

В.К. Чугунов

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
п. Борок Ярославской обл., vlad.tchougounov@gmail.com

У гидробиологов прошлого века сложилось устойчивое представление о популяции, как о совокупности особей, которые различаются внутри своего пола исключительно количественно. Хотя это и противоречит современным демэкологическим данным, синэкологам не остаётся ничего другого, как продолжать использовать морально устаревший, но традиционный функционал ввиду отсутствия обобщённой концепции динамики полифеничной популяции и сообщества таких популяций (даже современная концепция метапопуляций не универсальна).

Так с работ великого британского энтомолога Б.П. Уварова известно, что у саранчи рода *Locusta* при определённых условиях появляются особи, дискретно отличающиеся от особей «нормального» онтогенеза (выросших при «оптимальных» условиях). Особей таких «морф» («фаз», «вариантов онтогенеза») систематики зачастую относят к различным видам (и даже родам!) до тех пор, пока экологи тщательно ни изучат их популяционную динамику. Список «закрытых» таким образом видов постоянно пополняется.

Но морфологические признаки (для синэкологов – средства определения особей до вида) являются лишь проявлением физиологических процессов в организме. Так Ю.М. Свиричев (1987) показал возможность существования популяций в двух и более устойчивых состояниях при разной плотности, основываясь исключительно на анализе эффекта Олли. А ещё в 1955 г. D. Chitty предположил, что для подобных случаев необходимы особи, различные по физиологии и с различными тактиками внутри одной жизненной стратегии.

Потенциально самым вероятным механизмом смены тактики особей популяции является ресурсный полифенизм (Gross, 1996), который закрепляется последовательно направленным в противоположные стороны движущим отбором: 1) физиологическая реакция особи на нехватку определённого ресурса (замедление онтогенеза) и 2) стремление популяции в конкурентной борьбе освоить весь ресурс (ускорение онтогенеза). Таким образом, унимодальная популяция эволюционирует в бимодальную, моды которой реализуются не одновременно, а в различных ресурсных условиях (или на разных этапах популяционной динамики). Универсальным механизмом изменения скорости роста особей эукариот (а, следовательно, и потребления ресурса и размножения) считается регуляция продуцирования инсулиноподобного фактора роста (ИФР), снижение концентрации которого сильно замедляет онтогенез.

На следующем этапе эволюции дизруптивный отбор может детерминировать онтогенез и полностью разделить полифеничную популяцию на две монофеничные с кардинально различной популяционной динамикой.

Нами был обнаружен полифенизм у клонов популяций *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Moinidae) из временного водоёма Ярославской области и *Simocephalus exspinosus* (DeGeer, 1778) (Daphniidae) из литорали Рыбинского водохранилища.

У *M. macrocopa* при различных воздействиях строение щетинки предпоследнего членика первой торакальной конечности созревающих особей соответствует диагнозу *M. lipini* Smirnov, 1976. А у *S. exspinosus* наблюдается изменение количества и размера зубчиков на коготках постабдомена, что заставляет определять часть особей как *S. congener* (Koch, 1841).

У представителей рода *Daphnia* хорошо изучена пластичность фильтрующих полей торакопод при недостатке пищи. Нами получены данные о физиологии и нейрофизиологии морфогенеза систематически важных структур у кладоцер. Возможно, снижение скорости роста у Аноморода при пищевом лимитировании случайно привело к адаптивному увеличению густоты фильтрующих сетул и сет (и других меристических признаков), что увеличило селективность и скорость фильтрации голодающих особей.

Наши данные и представленные здесь рассуждения пока не отрицают существование популяций *M. lipini* и *S. congener*, но проясняют возможные причины и пути экологических адаптаций и эволюции указанных таксонов.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА РОДНИКОВЫХ РУЧЬЕВ ГОРОДА ЖИГУЛЕВСК

Т.А. Чужекова

Санкт-Петербургский Государственный университет, Биолого-почвенный факультет, кафедра ихтиологии и гидробиологии, 199178, Россия, С-Пб., 16, линия В.О., д. 29, chuzhekova@rambler.ru

Введение. Изучение родниковых местообитаний восходит к работам Тимеманна начала двадцатого века (Thienemann, 1907, 1924). Это направление гидробиологии получила значительно более широкое распространение на западе США, Канаде и Западной Европе (Studies in crenobiology, 1998). В нашей стране отдельные исследования по данному вопросу были проведены ДВО РАН лишь ближе к 1980-м гг. после выхода в свет работ Иллиеса и концепции речного континуума (Vannote et. al, 1980; Леванидов, 1976; Леванидов и др., 1979), а в настоящее время эта тематика активно развивается в МГУ им. Ломоносова (Чертопруд, 1996, 2005, 2006; Ивановский, 2008). Однако, несмотря на столь длительную историю изучения вопроса, сезонная динамика макрозообентоса в родниковых биотопах изучена слабо (Галимзянова, 2008). Малые водотоки родникового происхождения являются удобными объектами для изучения этой темы, так как сохраняют текучесть весь год из-за постоянства температур в истоках и турбулентности течения даже при небольших его скоростях.

Материалы и методы. Ручьи г. Жигулевска (53°24' с.ш., 49°32' в.д.) изучает с 2005 г., но полная сезонная съемка была проведена в 2009 г. впервые. Для круглогодичного наблюдения было выбрано 7 станций в 4 ручьях – Железнодорожный (РЖД), по ул. Морквашинской (РПМ), по ул. Жигулевской (РПЖ) и родник на ул. Репина (РР) (табл. 1).

Количественные пробы отбирали с помощью зубчатого водолазного дночерпателя 1/40 м², качественные с помощью сачка. Суммарно было проведено 12 съемок – по одной зимой и осенью – в январе и октябре, две весной – в апреле и мае и восемь летом (через каждые 10–14 дней). Всего обработано около 300 проб.

Таблица 1. Абиотические характеристики водотоков

Станция	Высота над уровнем моря	Длина водотока, км	Угол падения, градусы	V, м/с	Ширина, м	Глубина, см	Водообмен, л/с	t _{min} , °C	t _{max} , °C
РР	103	0.005	лимнокрен	0.001	2	17	3.2±0.5	6	12
РПМ1	78	0.250	0.00003	0.286	1.2-2.3	14	29.6±3.8	5	22
РПМ2А	75			0.31	1.1-2.2	7	21.3±3.5	3	22
РПМ2	71			0.111	2.2-2.5	42	46.9±3.7	3	22
РЖД	75	2.00	0.00001	0.15	0.6-1.4	22	17.5±1.8	3	20
РПЖ1	74	0.500	0.00002	0.143	0.3-0.4	5.5	0.8±0.1	8	18
РПЖ1А	64			0.12	0.25-0.4	3	0.8±0.1	6	16
РПЖ2	62			0.073	0.4-0.7	5	2.9±0.9	3	18.9

Результаты и обсуждение. Общее число видов, отмеченное за 2009 – 198 видов, из них в зимний период – 63, весной – 68, летом – 153, осенью – 47. Среднее число видов отмеченные на одной станции остается практически постоянным в течение всего года. Так его значение зимой составляет 16±1 (N=1.58–3.35), весной – 14±2 (N=0.88–3.61), летом – 13±1 (N=0.51–3.74), осенью – 14±1 (N=1.63–3.37). Однако во время летних наблюдений 2007-08 гг. среднее число видов и индекс Шеннона были несколько ниже 10±1 (N=0.24–2.55), наблюдаемых в 2010 г. (рис. 1). Изменение числа видов и значения индексов, вполне согласуется с таковым для других водоемов. Так, согласно данным Алимова (1989) величина индекса видового разнообразия Шеннона в течение сезона изменяется значительно меньше, чем биомасса и продукция макрозообентоса.

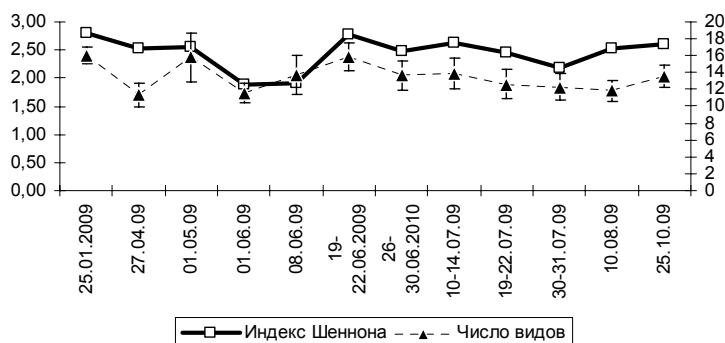


Рис. 1. Изменение числа видов и индекса Шеннона за период наблюдения в 2009 г.

Во время всех наблюдений наиболее частотой встречаемости обладали виды с широкой экологической валентностью: малощетинковые черви сем. Tubificidae и личинки сем. Chironomidae (*Chironomus* spp., *Prodiamesa olivacea* Meigen, 1818, *Macropelopia nebulosa* (Meigen, 1804) – 50–100%. В зимний период увеличивалась встречаемость холодноводных личинок Chironomidae подсемейства Orthocladinae *Chaetocladius* spp. и *Brillia bifida* с 33.3 до 71.4–83.3% и с 0 до 33.3–85.7% соответственно, а также предста-

вителей из трибы Tanytarsini – *Tanytarsus excavatus* и *Paratanytarsus austriacus* из подсемейства Tanypodinae – *Conchapelopia melanops*, *Procladius* spp. (Yan, Li, 2007; Зинченко, 2002). Также в зимний период на всех субстратах увеличивается частота встречаемости (с 16.7–33.3% до 42–71.4%) и доля в величинах обилия (5–29 г при численности 13–240 экз./м²) малоцикловых червей семейства Lumbricidae (*Eiseniella tetraedra* и *Eisenia* sp.) и личинок комаров-долгоножек сем. Limoniidae *Pseudolimnophila lucorum* (Meigen, 1818), которые в летнее время встречаются преимущественно на гравийно-песчаных субстратах. Только были отмечены личинки ручейников *Limnephilus bipunctatus* (120±61 экз./м² и 4±2 г/м²), *Lype phaeopa* (560±212 экз./м² и 1.3±0.6 г/м²) и *Psychomyia* sp. (40±13 экз./м² и 0.8±0.1 г/м²). Таким образом, структура макрозообентоса городских родниковых ручьев в зимний период становится схожей с таковой в водотоках с меньшей антропогенной нагрузкой (Чертопруд, 2005; Ивановский, 2008). К концу апреля наблюдается массовый вылет вышеуказанных видов, поэтому весенний бентос сформирован в основном первичноводными животными (малоцикловые черви семейств Tubificidae и Naididae, пиявки *Helobdella stagnalis* и *Dina leniata*) и меньшей степени личинки насекомых, из комаров-звонцов в это время были обычны, но не многочисленны – *Krenopleopia binotata*, *Xenopelopia* sp., *Telmatopelopia nemorum*.

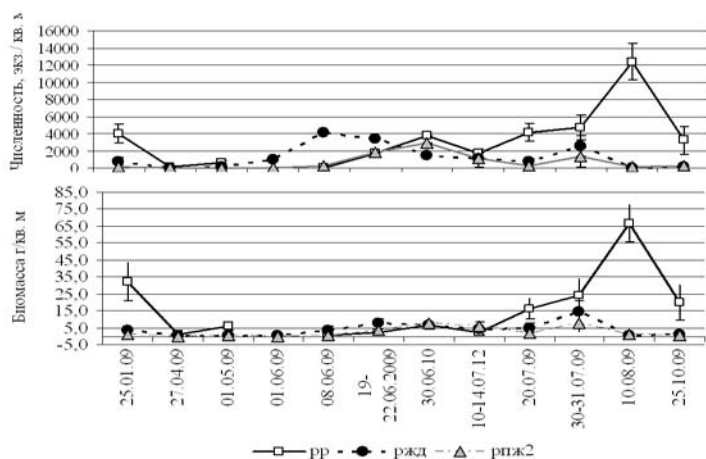


Рис. 2. Динамика величин обилия *P. olivacea* на станциях трех ручьев.

станциях – PP, RPJ2, RJD, а вторая только на станции RJD. Следует отметить, что на более холодноводной станции PP развитие *P. olivacea* задерживалось на 10–20 дней по сравнению с тепловодными станциями (рис. 2).

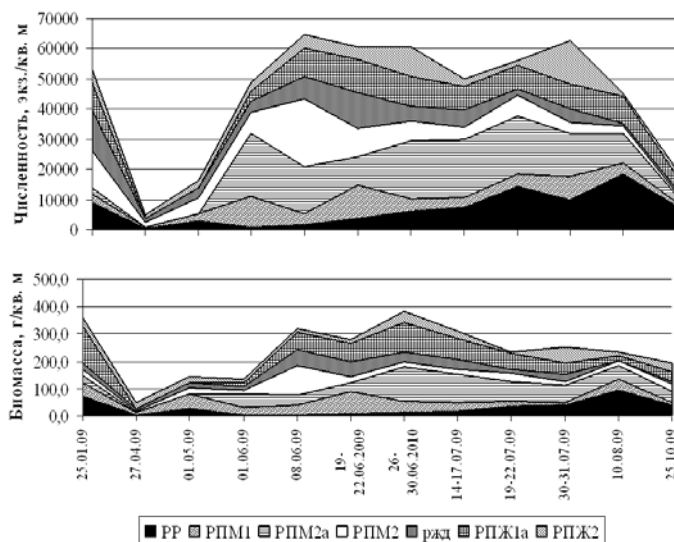


Рис. 3. Динамика величин обилия в ручьях г. Жигулевска.

течении ручья по ул. Морквашинской постоянно присутствуют и определяют величины обилия личинки хирономид *Chaetocladius* gr. *piger*. второй массовый вылет, которых происходит к концу октября, когда температура воды в ручьях, как и весной равна в среднем +7 °С. Сходная динамика наблюдается у *Chironomus nigrocaudatus* (станция RПЖ1a), численность которых была практически постоянной

В начале июня происходит вылет хирономид подсемейства Tanypodinae – *Procladius* spp. и *M. nebulosa*, что хорошо отражается на их индексе доминирования, который снижается с 5–17 до нуля. Личинки следующего поколения появляются в ручьях уже через 1–2 недели. Также в это время вылетает часть гемипопуляции стрекоз *Orthetrum cancellatum*, обитающих в нижнем течении ручья по ул. Морквашинской – в верхнем течении того же ручья исчезновение их из числа доминантов происходит во второй половине лета. С начала лета происходит пополнение личинками младших возрастов двух экологически близких видов – *P. olivacea* и *Pseudodiamesa* gr. *nivosa*, первая из которых доминировала на

В начале и середине июля личинки *Procladius* spp. и *M. nebulosa* опять начинают влиять на величины обилия, так численность достигает 2240±594 экз./м² и 1400±477 экз./м² и 5.1±1.7 г/м², 5.2±2.0 г/м² соответственно. Индекс доминирования Арнольди возрастает в этот период с 0 до 17–37 на разных станциях. В конце июля – начале августа происходит вторичный вылет. Новое пополнение личинками этих видов происходит к концу августа. В конце июля окукливаются и вылетают короткоусые двукрылые *Clinocera* sp. и *Hydrellia* sp. (обитающие на заиленном песке в на станции RПМ1), а также равнокрылые стрекозы *Enallagma circulatum*, обитающие на бурых илах (RПМ2).

В течение всего летнего периода в верхнем (заиленный песок) и среднем (гравий)

(5620±1940 экз./м²) на станции РПЖ1а в течение лета. Однако минимум величин обилия этого вида наблюдали уже к началу или середине августа. Такая же динамика была отмечена и в наблюдениях 2007 г.

Осенью наблюдается общий минимум видов, также снижаются величины обилия. С одной стороны это связано с вылетом амфибиотических насекомых, общая численность которых была относительно не высока в течение летнего периода, несмотря на постоянную встречаемость – *Paratanytarsus* spp., *Tanytarsus* spp., *Micropsectra* spp., а также крупных личинок *Pseudodiamesa* gr. *nivosa*. С другой стороны в августе были проведены работы по спрямлению и очистке русел ручьев Железнодорожный и по ул. Жигулевской и в результате изменения биотопов величины обилия в этих водотоках снизились в два раза. В то же время наблюдается пополнение личинками *Chironomus nigrocaudatus* и *Limnephilus bipunctatus*.

Величины обилия за период наблюдения имели высокие значения и колебались в диапазоне от 3.2±0.8 г/м² до 182.1±42.1 г/м² при численности от 0.3±0.1 до 24.8±4.4 тыс. экз./м². Минимум численности и биомассы был отмечен в конце апреля – начале мая (рис. 3, табл. 2).

Таблица 2. Динамика величин обилия макрозообентоса ручьев г. Жигулевска

Станция	Дата	25.01.08	26.04.09	01.05.09	01.06.09	08.06.09	19-22.06.2009	30.06.10	10-14.07.12	20.07.09	30-31.07.09	10.08.09	25.10.09
РР	N	9.1±0.8	0.4±0.1	2.8±0.8	0.7±0.3	1.5±0.6	3.8±1.2	6.1±1.1	7.5±3.0	14.3±4.8	9.6±3.8	18.6±1.2	7.8±4.3
	B	72.9±9.9	5.5±4.2	26.0±7.4	3.1±2.2	2.8±1.3	8.8±1.0	15.4±2.1	16.4±4.6	37.0±14.6	38.8±18.2	95.6±9.4	39.4±20.1
РЖД	N	13.5±1.3	1.2±0.4	3.2±0.8	3.6±0.8	7.4±2.7	11.9±2.0	4.7±0.9	5.8±0.9	2.1±1.4	4.5±1.9	0.4±0.1	1.4±0.3
	B	23.7±0.9	7.5±2.4	17.7±1.3	16.4±3.8	59.0±19.5	52.4±8.8	36.1±15.7	37.2±13.5	12.3±5.7	24.4±9.7	3.4±1.3	7.1±2.4
РПЖ1а	N	9.0±2.7			3.4±0.7	9.1±2.1	11.0±3.9	9.8±3.9	7.7±1.3		8.2±3.3	9.3±5.3	4.4±2.5
	B	135.4±31.9			13.7±6.8	59.0±22.8	69.8±39.3	104.8±55.0	76.1±10.5		42.8±21.7	17.1±4.8	35.8±11.3
РПЖ2	N	4.5±1.5	1.1±0.2	2.4±0.7	3.1±1.1	4.5±1.9	4.1±2.1	9.8±0.6	2.6±0.3	1.3±0.8	14.2±4.4	0.7±0.2	2.1±0.1
	B	31.3±4.5	20.1±4.8	22.4±10.3	13.6±4.5	16.9±11.5	11.4±1.7	40.2±9.8	26.3±5.9	4.6±2.0	58.2±11.7	12.0±7.5	32.6±7.0
РПМ1	N	2.7±1.8	0.5±0.1	2.7±1.3	10.4±3.0	3.9±1.2	11.1±3.4	4.2±0.6	3.2±1.0	4.3±2.6	7.8±1.2	3.5±0.2	1.3±0.500
	B	46.8±19.8	6.9±3.5	56.4±8.4	26.3±8.6	36.2±9.1	79.6±7.0	39.3±5.7	35.3±18.7	16.6±9.1	9.8±2.2	39.0±18.7	11.7±6.6
РПМ2а	N	2.1±0.4			20.9±10.9	15.2±12.9	9.2±0.5	19.0±8.7		19.1±3.1		9.9±1.8	2.2±0.2
	B	28.5±7.2			52.9±30.3	37.0±21.1	34.1±3.9	124.2±31.5		74.2±19.2		50.6±19.2	39.4±19.0
РПМ2	N	12.4±5.2	1.5±0.5	5.2±1.3	6.8±0.7	22.7±16.4	9.4±1.4		4.2±1.7	6.9±1.3	3.8±0.7	2.6±0.3	0.9±0.1
	B	21.5±10.2	7.4±6.2	23.0±15.4	11.3±1.4	110.2±94.9	22.5±6.5		19.4±9.9	31.7±15.7	16.5±4.8	15.8±1.7	28.2±18.7

В начале лета величины обилия, связи с появлением личинок амфибиотических насекомых, начинают возрастать. За лето наблюдается два пика численности – в середине–конце июня и в конце июля – начале августа. Снижение величин обилия в середине июля и осенью связано с вылетом бициклических насекомых. Зимний максимум обусловлен развитием холодноводных личинок насекомых. С одной стороны динамика развития донных беспозвоночных сходна с таковой показанной Барышевым (2007) для рек Карелии и для Олхинского источника (Иркутск), где минимум величин обилия также на апрель–май. Однако максимум численности и биомассы в реках Карелии приходился на осенние месяцы. В Олхинском источнике авторы наблюдали два пика – в марте и июле.

Список литературы

- Галимзянова А.В., Тахтеев В.В., Окунева Г.Л. Таксономическая структура и сезонная динамика сообщества зообентоса Олхинского незамерзающего источника (Южное Прибайкалье) // Материалы III всероссийской научной конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». 2008. С. 127–129.
- Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
- Барышев И. А., Веселов А. Е. Сезонная динамика бентоса и дрейфа беспозвоночных организмов в некоторых притоках Онежского озера // Биология внутр. вод. 2007. № 1. С. 80–86.
- Ивановский А.А. Типы сообществ макрозообентоса в пределах одного макрореокрена // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Материалы докладов. 2008. С. 151–153.
- Леванидов В.Я. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 104–122.
- Леванидова И.М., Лукьянченко Т.И., Тесленко В.А., Макаренко М.А., Семенченко А.Ю. Экологические исследования лососевых рек Дальнего Востока СССР // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 74–111.
- Чертопруд М.В. Продольная изменчивость макрозообентоса водотоков центра Европейской части России // Журнал общей биологии. 2005. Т. 66, № 6. С. 491–502.
- Чертопруд М.В. Анализ жизненных форм реофильного макрозообентоса: новый подход к классификации сообществ // Журнал общей биологии. 2006. Т. 67, № 3. С. 190–197.
- Чертопруд М.В., Удалов А.А. Экологические группировки пресноводных Gastropoda Европейской части России: влияние типа водоема и субстрата // Зоологический журнал. 1996. Т. 75. № 5. С. 664–676.
- Botosaneanu L. (ed.): Studies in Crenobiology. The Biology of Springs and Springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden 1998. 261 pp.
- Thienemann A. Hydrobiologische Untersuchungen an den kalten Quellen und Bächen der Halbinsel Jasmund auf Rügen/Sonderabdruck aus d. Archiv für Hydrobiologie, Bd. XVII, 1926. S. 221–336.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЛАКОЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЁР ПО ЗООПЛАНКТОНУ

Л.И. Шарапова

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Республика Казахстан, 050016 г. Алматы, пр. Суюнбая 89 «А», kazniirh@mail.ru

Алакольская озёрная система (Балхаш-Алакольский бассейн) включает пресноводные верховые озёра Сасыкколь, Кошкарколь и солонатоводный Алаколь, соединённые между собой. На озёрах системы, имеющих статус рыбохозяйственных, проводится ежегодный мониторинг состояния биоценозов, в том числе, зоопланктона.

Целью настоящей работы является комплексная оценка экологического состояния отдельных районов озёр по зоопланктону в 2008 г., в условиях резко выраженной маловодности и нарастания минерализации воды.

В 2008 г. наблюдался резкий спад уровня воды в водоёмах системы, относительно предшествующих трёх лет. Падение уровня с начала лета было в пределах 0.6–1 м в озёрах Алаколь и Сасыкколь, при отсутствии притока воды в оз. Кошкарколь из Сасыкколя. Соответственно, почти вдвое повысилась минерализация воды по всем озёрам, хотя и оставалась в пределах класса пресных вод в озёрах Сасыкколь и Кошкарколь. Наиболее значительное превышение концентрации солей в оз. Алаколь относительно 2006 г., отмечалось в июне 2008 г., при максимальном показателе 9525 мг/дм³ (Отчёт о НИР, 2008). Ситуация была обусловлена низкой водностью впадающих рек.

Всего в пелагиали озёр Алакольской системы в мае, июне 2008 г. выявлено 43 таксона организмов (коловратки – 21, ветвистоусые рачки – 9, веслоногие – 9, факультативные – 4). В оз. Сасыкколь распространены весной (89% встречаемости) были только веслоногие рачки – *Mesocyclops leuckarti* (Claus) и *Arctodiaptomus salinus* (Daday). Коловратки *Brachionus calyciflorus amphicerus* (Ehr.) и *Asplanchna brightwelli* (Gosse), ветвистоусые рачки *Diaphanosoma lacustris* Korinek и *Daphnia galeata* Sars, веслоногие *Cyclops vicinus* Uljanin и *Thermocyclops crassus* (Fischer) относились к категории редких в весеннем планктоне (11–22%). Летом в числе повсеместно встречаемых были выше указанные распространённые виды, а также более теплолюбивые ветвистоусые *D. lacustris* и *D. mongolianum* Ueno, *D. galeata*, коловратка *B. quadridentatus melheni* Barr. et Dad., циклоп *Th. crassus*. Редким присутствием отличались коловратки *B. plicatilis plicatilis* Müller и *Keratella quadrata* Müller, диаптомус *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeb.) и дафния *D. longispina* Müller.

Постоянными обитателями пелагического зоопланктона оз. Кошкарколь в оба сезона были, как и в оз. Сасыкколь, веслоногие рачки *M. leuckarti*, *A. salinus*, *Th. crassus*. В весеннем планктоне отсутствовали коловратки мезопланктона, единичными особями отмечалась *D. lacustris*, видимо, в виду позднего прогрева воды в мае 2008 г. (от 8.5 до 19 °С). Летом указанный вид пополнил доминирующий комплекс ценоза. В категорию «редкие» входили коловратки рода *Euchlanis*, рачки *D. mongolianum*, *E. graciloides*, *C. vicinus* и *Ergasilidae* gen. sp.

В оз. Алаколь весной лидерство по разнообразию принадлежало коловраткам – 49% общего состава. Распространён был значительный набор видов группы в предустьевом пространстве впадающих рек. В ядро планктона входили коловратки *B. calyciflorus calyciflorus* Pallas с подвидами *B. c. dorcas* Gosse, *B. c. amphicerus*, *B. c. spinosus* Gosse, *B. c. anuraeiformis* Brehm, *B. q. melheni*, *Synchaeta* sp., *Keratella testudo irregularis* (Jakubski), *K. cochlearis* (Gosse), *A. girodi* Guerne и *Hexarthra fennica* (Levaner) (46–69% встречаемости). Из веслоногих рачков в Алаколе распространены весной были только *M. leuckarti* и *A. salinus* (100 и 77%). Рачки *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine), *Moina brachiata* (Jurine), *Bosmina longirostris* (Müller), *E. graciloides*, *C. vicinus*, придонные Harpacticoida и гидры встречались весной не часто.

Летом, в условиях маловодности и повышенной минерализации, увеличилось распространение планктёров галобионтов из весеннего состава – *B. q. melheni*, *B. plicatilis longicornis*, *H. fennica*, *A. salinus*, *C. reticulata*, *M. brachiata* (58–100% встречаемости). В категории субдоминирующих появились кладоцера *C. quadrangula*, коловратка *A. sieboldi* (Leydig). При этом уменьшилось присутствие циклопа *M. leuckarti* (42%), постоянного доминанта ценозов пресноводной части системы и весеннего планктона оз. Алаколь. В числе редких отмечены коловратка *Filinia longiseta* (Ehr.), рачки *B. longirostris*, *Eucyclops macruroides* var. *denticulatus* (Graet.), *Ergasilidae* gen. sp., *C. vicinus* (8%). Фаунистический состав планктона (34 таксона) шире, чем в предыдущих озёрах (20), за счёт разнообразия биотопов по периметру большей акватории.

Сходный состав ядра планктона по озёрам присутствовал в них ранее, в частности, в 1996–2007 гг. (Шарапова и др., 2002; Отчёт о НИР, 2007). В 2008 г. отмечен лишь обмен видов по категориям доминирующих и субдоминирующих в ядре сообществ. Общим для всех озёр был набор коловраток указанных выше видов родов *Brachionus*, *Asplanchna*, *Keratella*, ракообразных родов *Diaphanosoma*, *Ceriodaphnia*. Повсеместным присутствием, как и в многолетнем плане, отличались веслоногие *A. salinus*, *Th. crassus*, *M. leuckarti*. Несмотря на разницу минерализации вод, наличие связи между озёрами способствует значительному сходству планктофауны (52% по Сёренсену) между солоноватоводной и пресноводной частями системы.

В количественном отношении основу зоопланктона оз. Сасыкколь (98% численности и массы) весной создавали веслоногие рачки по всей акватории озера (табл. 1). Наибольшая величина биомассы присутствовала в западном районе при концентрации крупных особей арктодиаптомуса (89.8%). По остальной акватории лидировал меньший по размерам мезоциклопс (до 49% массы) и молодь диаптомид (48%). В июне, в период маловодья, концентрация планктона в оз. Сасыкколь увеличилась незначительно, в 1.7 раз, масса – в 1.4, в результате развития летней группы, ветвистоусых рачков. Кладоцеры формировали 48 и 63% средней численности и массы по озеру. Концентрация планктёров нарастала по акватории к западному и северо-восточному районам. Более высокой, близкой к значениям класса умеренной трофности, была биомасса планктона в западном районе, где доминировали диафаносомы. В результате разнокачественности состава ценоза западный район Сасыкколя оценивался по биомассе как мезотрофный или близкий к нему, другие районы – как олиготрофные (Китаев, 1986).

В оз. Кошкарколь планктон формировали в мае также только веслоногие рачки. Основу биомассы весной создавали неполовозрелые диаптомусы (75%), в июне – диафаносомы (67%). Летом произошло резкое, почти вдвое, падение количественных показателей сообщества, что является результатом ухудшения условий водной среды и более интенсивного потребления корма рыбой при сокращении акватории. Биомасса зоопланктона оз. Кошкарколь в оба сезона маловодного 2008 г. характеризовала водоём как олиготрофный.

В оз. Алаколь минимальные значения плотности и массы зоопланктона присутствовали весной и летом 2008 г. в западном районе (табл. 1).

Таблица 1. Сезонная динамика численности (Ч, тыс. экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) зоопланктона по районам Алакольской системы озёр, май и июнь 2008 г.

Озёра, районы	Коловратки		Ветвистоусые		Веслоногие		Всего	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Сасыкколь								
Запад	0-0.3	0-1.1	0.60-14.6	26-607	13.0-7.1	1260-324	14-22	1286-932
Северо-восток	0-0.2	0-1.7	0.04-13.5	2-385	11.3-10.1	77-229	11-24	78-616
Юго-восток	0.06- 0	1.0-0	0-6.7	0-292	11.6-9.4	94-202	12-16	95-493
Среднее	0.02-0.1	0.3-0.9	0.21-5.8	9-428	11.9-4.4	326-252	12-21	486-680
Кошкарколь	0- 0.02	0-3.8	0-3.8	0-67	9.9-2.0	176- 31	10-6	176-98
Алаколь								
Запад	0,01-1.5	0.01-5	0-0.1	0-2	0.7-0.3	20-1	0.7-2	20-8
Север	12.1-1.6	104-9	0.3-0.7	6-15	5.6-1.2	39-4	18-4	149-28
Восток	30.8-2.1	795-31	0-4.1	0-39	4.7-2.1	30-18	36-8	825-87
Юг*	0-1.6	0- 8	0-0,01	0-0.2	0-0.3	0-2	0-2	0-11
Среднее	14.3-1.7	300-13	0.1-1.2	2.0-14.2	3.6-1.0	30-6	18-4	331-34

Примечание. * весной исследования по району не проводились.

В мае планктон здесь был полностью копеподный за счёт галофильного диаптомуса (76 и 89% показателей), в июне – ротиферный (78 и 61%), при лидерстве *B. quadridentatus melheni*. Концентрация беспозвоночных весной была максимальной в восточной части озера и заметной в северной. В обоих районах преобладали коловратки (87–67% численности; 96–70% массы), в первом – *A. henrietta* Langh, во втором – *B. calyciflorus*. Показатели зоопланктона по озеру в июне были почти в 5 и 10 раз меньше, чем в мае. Указанная динамика показателей, как и в оз. Кошкарколь, не типична для озёрного планктона и вызвана маловодностью и увеличением минерализации воды летом 2008 г.

По параметрам биомассы зоопланктона основной акватории озёр в 2008 г. характеризовалась олиготрофностью и только западный район оз. Сасыкколь оценивался на уровне мезотрофии. В среднем для оз. Сасыкколь биомасса летнего сообщества снижалась от уровня повышенной, умеренной или средней в наиболее полноводные годы, 2005–2007 гг. (Крупа, 2007; Отчёт о НИР, 2007) до низкой – в маловодье 2008 г. Соответственно, менялся его статус от эвтрофного к мезотрофному различного типа и олиготрофному. Озеро Кошкарколь было мезотрофным (2005, 2006 гг.), затем – олиготрофным (2007, 2008 гг.). В маловодный период показатели планктона были минимальны в оба сезона, без увеличения

летом. Аналогичная межсезонная динамика присутствовала в 2008 г. и в ротиформном ценозе оз. Алаколь. Более благоприятное состояние этого озера, мезотрофное, было только в многоводном 2005 г., на востоке и севере, в районах речного стока, при дальнейшем понижении данного статуса в последующие годы.

В период наблюдений 2008 г. среди видов пелагического зоопланктона выявлено 30 индикаторов органического загрязнения водной толщи (Унифицированные методы исследования качества вод, 1975). Большинство организмов β мезосапробы – 11 видов, при значительной доле олигосапробов – 7, и малом количестве O - β и β - O -мезотрофов, соответственно 4 и 2 таксона. Группа β - α индикаторов, их 6, характерна для прибрежной зоны Алаколя. К ним относятся коловратка *B. calyciflorus* с подвидами и кладоцера *M. brachiata*. Качество вод по акватории оценено индексами сапробности (S) по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека (табл. 2).

В соответствии со значениями указанных индексов пелагиаль западной и юго-восточной акватории оз. Сасыкколь оценивалась как умеренно-загрязнённая (III класс вод), северо-восточной – как чистая (II класс). К классу чистых вод отнесена и открытая, более глубоководная часть оз. Кошкарколь. В оз. Алаколь в эту категорию вошли южный и восточный районы. Воды северной и западной частей озера классифицируются как умеренно-загрязнённые, при различной степени градации индекса сапробности (табл. 2).

Таблица 2. Базовые параметры и комплексная оценка экологического состояния Алакольской системы озёр по зоопланктону, июнь 2008 г.

Озёра, районы	Количество таксонов	Численность, тыс. экз./м ³	Биомасса, мг/м ³	Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	S	ИБС, баллы
Сасыкколь						
Запад	7	22	932	1.72	1.6	1.8
Северо-восток	6	24	616	1.65	1.2	1.8
Юго-восток	7	16	493	2.09	1.6	2.0
Кошкарколь	6	6	98	2.15	1.2	2.0
Алаколь						
Запад	9	2	8	2.53	1.9	2.0
Север	12	4	28	2.74	1.7	2.2
Восток	12	8	87	2.71	1.5	2.4
Юг	13	2	11	1.98	1.4	2.2

По величине информационного индекса Шеннона-Уивера, структура зоопланктоценоза оз. Алаколь была наиболее оптимальна и сходна на севере, востоке и западе, относительно юга, при величинах, свойственных ненарушенным сообществам (Иванова, 1976). В западном и северо-восточном районах оз. Сасыкколь ценоз был упрощён, что характерно для загрязнённой среды обитания разной степени. В то же время нормальным состоянием по индексу видового разнообразия оценивался юго-восточный участок этого озера и акватория оз. Кошкарколь. Ещё одна классификация водоёмов, по параметру биомассы, уже приведена выше.

Полученные результаты оценок по одному из использованных показателей сообщества зачастую разнонаправлены, затрудняя интегральную характеристику его состояния.

В последние годы разрабатываются способы комплексирования набора сходных, традиционных показателей ценозов в обобщённые индексы. В частности, одним из базовых, предложен интегральный индекс экологического состояния водоёмов по биологическим составляющим макрозообентоса (ИБС), с применением безразмерного показателя – баллов (Биоиндикация экологического..., 2007). Помимо обычных структурных параметров ценоза, при его расчёте использовались индексы Вудивисса и Пареле для оценки качества вод по донным организмам.

Данный подход модифицирован и использован нами при анализе зоопланктона озёрной системы. Для интегральной оценки этого сообщества в набор стандартных характеристик введён вышеуказанный индекс сапробности S, а индекс видового разнообразия H' рассчитывался по биомассе (Андроникова, 2007), более полно, относительно численности, отражающий функциональную роль ценоза в экосистеме. При ранжировании массива информации по пяти параметрам ценоза озёрной системы за период различной водности (2005–2008 гг.), разработана соответствующая их градация в баллах (табл. 3).

На основе полученной матрицы, характерной для данных водоёмов, результаты наблюдений в летний период 2008 г. оценены величиной ИБС (табл. 2).

В условиях маловодья озёрной системы максимальные величины индекса по зоопланктону получены для восточного, северного и южного районов оз. Алаколь, как наиболее удовлетворительных по своему экологическому состоянию. Показатели ИБС для данной акватории формируются сравнительно опти-

мальной структурой ценоза (H'), при низкой концентрации животных, слабом или умеренном отклике сапробионтов на условия водной среды (табл. 2).

Таблица 3. Градации биологических показателей летнего зоопланктона Алакольской системы озер по данным 2005–2008 гг.

Показатель, размерность	Баллы			
	1	2	3	4
Численность, тыс. экз./м ³	1–79	80–159	160–239	240–320
Биомасса, мг/м ³	1–1520	1530–3050	3060–4600	4610–6200
Количество таксонов	1–6	7–13	14–20	21–30
Индекс Шеннона-Уивера, H' , бит/мг	0.50–1.10	1.11–1.80	1.81–2.50	2.51–3.50
Индекс сапробности, S	2.4–2.2	2.1–1.9	1.8–1.6	1.5–1.1

Пониженные значения относительно показателей первой группы и тождественные между собой, свойственны планктоценозам взаимосвязанных участков разных озёр. Это западная часть оз. Алаколь, всё оз. Кошкарколь и юго-восточная акватория оз. Сасыкколь. Более упрощена здесь структура пелагических сообществ, с меньшим разнообразием, изменчивыми количественными показателями и способностью адаптации к различным биотопам. Западный и северо-восточный районы оз. Сасыкколь, верховые в системе, имели минимальные оценки индекса экологического состояния. Данная акватория характеризовалась высокими для года показателями численности и биомассы зоопланктона, также его обеднённым составом, но выраженной монодоминантностью ценоза, при низких величинах показателя сапробности.

Величины интегрального индекса ИБС пелагического планктона озёрной системы в период исследований 2008 г. находились, в основном, в пределах двух нижних классов значимости показателя, незначительно различаясь по районам. Видимо, такая невысокая оценка экологического состояния акватории по зоопланктону характерна для озёр региона в неблагоприятный для ценоза, маловодный период.

Данный комплексный подход при исследовании отклика зоопланктона на условия среды обитания представляется более обоснованным расширенной базовой информацией относительно дифференцированного анализа по каждому из параметров сообщества.

Список литературы

- Андроникова И.Н. Оценка информативности показателей зоопланктона как индикатора в мониторинге озёрных экосистем // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. СПб, 2007. С. 212–216.
- Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. М.: Наука, 2007. 403 с.
- Иванова М.Б. Влияние загрязнения на планктонных ракообразных и возможности их использования для определения степени загрязнения реки // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 68–80.
- Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озёр разных природных зон // Тез. докл. V съезда ВГБО. Ч. 2. Куйбышев, 1986. С. 254–255.
- Крупа Е.Г. Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнения (на примере водоёмов Казахстана) // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. СПб, 2007, С. 231–236.
- Совершенствование принципов управления рыбными ресурсами Казахстана. Раздел: Алакольская система озер: Отчет о НИР / ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства». Алматы, 2007. 57 с.
- Совершенствование принципов управления рыбными ресурсами водоёмов Казахстана. Раздел: Алакольская система озер: Отчет о НИР / ТОО «НПЦ РХ». Алматы, 2008. 170 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ. 1975. 176 с.
- Шарапова Л.И., Эпова Ю.В., Рахматуллина Л.Т. Структура и продуктивность ценозов низших гидробионтов Алакольской системы озёр в конце XX столетия // Tethys Aqua Zoological Research., Almaty, 2002. V. 1. С. 155–164.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ *CYCLOPS KOLENSIS* LILLJEBORG, 1901 И *EPISCHURA BAICALENSIS* SARS, 1900 В ЮЖНОМ БАЙКАЛЕ И ПРОЛИВЕ МАЛОЕ МОРЕ (1997–2007 гг.)

Н.Г. Шевелева, К.Н. Кипрушина

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, 664033 Улан-Баторская, 3, Shevn@lin.irk.ru

Публикации по многолетней динамике численности и биомассы зоопланктона в основном касались Южного Байкала, станции Б. Коты и п. Листвянка (Помазкова, 1971; Кожов, Помазкова, 1973; Афанасьева, 1977; Шимараев, Афанасьева, 1977; Пислегина, 2005; Пислегина, Павлов, Зилов, 2004; Кипрушина, Измestьева, 2009; Hampton et al., 2008). Так же имеются публикации обобщенных ежегодных данных по численности зоопланктона всей акватории открытого Байкала. Период этих исследований заканчивается 1995 г. (Афанасьева, Шимараев, 2006). Многолетние наблюдения зоопланктона в проливе Малое Море

касались только численности коловраток (Шевелева, Пенькова, 2005) и общего зоопланктона (Шевелева и др., 2009). В статье в сравнительном аспекте обобщены наблюдения численности доминирующих видов веслоногих ракообразных планктона пролива Малое Море и Южного Байкала за 12 лет. Для работы использованы многолетние материалы (1997–2007 гг.) по зоопланктону открытой пелагиали пролива Малое Море и Южного Байкала (п. Б. Коты). Пробы зоопланктона в проливе Малое Море отбирали еженедельно в период открытой воды и 1–2 раза в период ледостава. На станции Б. Коты пробы были собраны еженедельно (за исключением времени становления и вскрытия ото льда), облавливали слой 0–25 м по фракциям: 0–10; 10–15; 15–25 м. Одновременно измеряли температуру воды ртутным термометром по горизонтам. Орудие лова – сеть Джели с диаметром входного отверстия 37.5 см, размер ячеей 100 мкм.

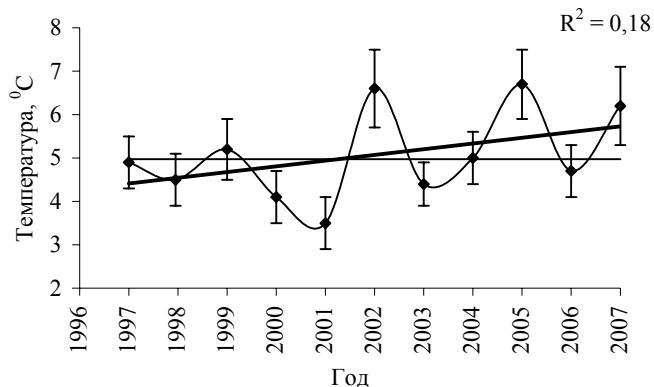


Рис. 1. Среднегодовая средневзвешенная температура воды в слое 0–25 м в пелагиали Южного Байкала (против пос. Б. Коты).

2007 гг. в Южном Байкале был представлен 18 видами, из них 4 вида из подкласса Copepoda. Это 2 вида из отряда Calanoida: *Epischura baicalensis*, *Eudiaptomus graciloides* и 2 из отряда Cyclopoida: *Cyclops kolensis*, *Eucyclops serrulatus*. В проливе Малое Море за этот период по разнообразию видов зоопланктон почти в 3 раза богаче (51 вид). Calanoida представлены 3 видами (*Epischura baicalensis*, *Eudiaptomus graciloides*, *Heterocope appendiculata*). Наиболее богат видовой состав у циклопов: *Cyclops kolensis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Dia-cyclops bicuspidatus*, *Megacyclops viridis*, *Thermocyclops crassus*, *Eucyclops serrulatus*. Основу численности сообщества (более 80%) зоопланктона в течение года в исследуемых участках озера составляют *Epischura baicalensis* и *Cyclops kolensis*. Так, в Южном Байкале на долю *Epischura baicalensis* приходится 74%, а на *Cyclops kolensis* – 10% от общей численности всего зоопланктона. В проливе Малое Море значимость *Epischura baicalensis* в сообществе фауны планктона намного меньше – всего 42%, зато увеличивается роль *Cyclops kolensis* – 31%.

В Южном Байкале общая численность *E. baicalensis* – изменялась от 8.10 до 1611.90 тыс. экз./м², со средним значением для всей выборки 453.98±54.37 тыс. экз./м². В проливе Малое Море – от 0.40 до 4636.50 тыс. экз./м², со средним значением для всей выборки 312.55±105.95 тыс. экз./м². При большем разбросе значений численности эпишуры, среднее ее значение в Малом Море меньше, чем в Южном Байкале. В Южном Байкале многолетняя динамика эпишуры имеет один хорошо выраженный максимум численности в 2000 г. (рис. 2 А), когда температура воды была сравнительно низкой, 4.1±0.6 °С (рис. 1). В проливе Малое Море многолетняя динамика эпишуры имеет также один хорошо выраженный максимум численности (рис. 2 Б), но этот максимум зарегистрирован, в отличие от Южного Байкала, в самом теплом 2002 г. (6.6±0.9 °С).

В Южном Байкале с повышением среднегодовой температуры воды в слое 0–25 м среднегодовая численность эпишуры уменьшается. Доля объясненной вариации зависимости логарифма численности эпишуры от температуры воды составляет 35%, коэффициент корреляции отрицателен и значимо отличается от нуля ($p < 0.05$). В проливе Малое Море зависимость численности эпишуры от температуры воды практически не выражена ($R^2=0.20$), коэффициент корреляции незначимо отличается от нуля.

C. kolensis – консумент II-го порядка, связан с эпишурой отношениями «хищник-жертва». В Южном Байкале общая численность *C. kolensis* изменялась от 0.45 до 1785.38 тыс. экз./м² со средним значением 169.39±62.47 тыс. экз./м². В Малом Море – от 0.75 до 3195.00 тыс. экз./м² со средним значением 254.91±87.62 тыс. экз./м², т.е. была выше, чем в Южном Байкале. В Южном Байкале многолетняя динамика численности циклопа имеет два хорошо выраженных пика численности в 1999 и 2002 гг. (рис. 3 А), при самой высокой температуре воды (5.2±0.7 °С и 6.6±0.9 °С). В проливе Малое Море многолетняя динамика численности циклопа (рис. 3 Б), имеет один хорошо выраженный максимум численности – в самом теплом 2002 г.

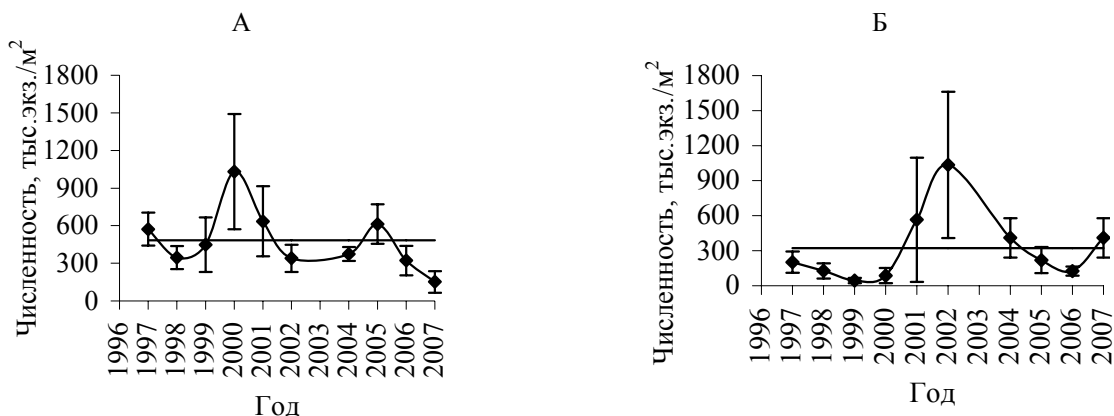


Рис. 2. Многолетняя (среднегодовая) динамика общей численности *E. baicalensis* под м² в слое 0–25 м. А – Южный Байкал; Б – пролив Малое Море.

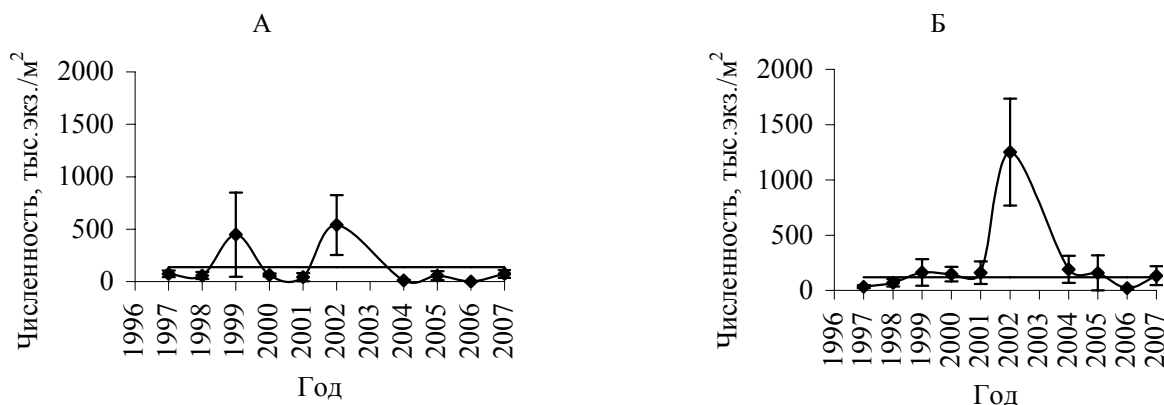


Рис. 3. Многолетняя (среднегодовая) динамика общей численности *C. kolensis* под м² в слое 0–25 м. А – Южный Байкал; Б – пролив Малое Море.

В Южном Байкале логарифм численности циклопа в слое 0–25 м связан с температурой воды положительно ($R^2=0.40$, значимо отличается от нуля при $p < 0.05$). В Малом Море зависимость численности циклопа от температуры воды также носит положительный характер, $R^2=0.34$ и значимо отличается от нуля при $p < 0.05$. Более тесная зависимость обнаружена между годовыми градиентами среднегодовой средневзвешенной температуры воды и годовыми градиентами численности циклопа ($R^2 = 0.72$ в Южном Байкале, в Малом Море $R^2=0.69$, значимо отличаясь от нуля при $p < 0.001$). Таким образом, межгодовые изменения численности циклопа регулируются и абсолютными значениями температуры воды, и ее межгодовыми изменениями.

Работа выполнена при частичной поддержке Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН 37 «Молекулярные механизмы образования избыточной ДНК в специфических доменах хромосом»

Список литературы

- Афанасьева Э.Л. Состав, численность и продукция зоопланктона (1961–1974 гг.) // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Тр. ЛИН СО СССР. Новосибирск: Наука, 1977. Т. 19 (39). С. 39–61.
- Афанасьева Э.Л., Шимараев М.Н. Многолетние изменения зоопланктона пелагиали озера Байкал в период глобального потепления // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 253–264.
- Кипрушина К.Н., Измутьева Л.Р. Многолетняя и сезонная динамика зоопланктона открытой части Южного Байкала // Вестник Томского государственного университета. Томск, 2009. № 328. С. 191–195.
- Кожов М.М., Помазкова Г.И. Озеро Байкал // Многолетние показатели развития зоопланктона озер. М.: Наука, 1973. С. 133–178.
- Пислегина Е.В. Зависимость пелагического зоопланктона от температуры воды в Южном Байкале. Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов. Иркутск, 2005. С. 426–428.
- Пислегина Е.В., Павлов Б.К., Зилов Е.А. Временная изменчивость численности и биомассы вида эдификатора байкальского зоопланктона *EPISCHURA BAICALENSIS* SARS.
- Помазкова Г.И. Сезонная и годовая динамика численности и биомассы зоопланктона в озере Байкал (район Больших Котов, 1956–1966 гг.) // Исследования гидробиологического режима водоемов Восточной Сибири. Иркутск, 1971. С. 17–26.
- Шимараев М.Н., Афанасьева Э.Л. Влияние температурных условий на межгодовые изменения летнего зоопланктона пелагиали // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск: Наука, 1977. С. 61–76.

- Шевелева Н.Г., Пенькова О.Г. Зоопланктон южной части пролива Малое Море (оз. Байкал) // Биология внутр. вод. 2005. № 4. С. 42–49.
- Шевелева Н.Г., Пенькова О.Г. Особенности развития коловраток пролива Малое Море (оз. Байкал) // Коловратки (таксономия, биология и экология). Тезисы и материалы IV Международной конференции по коловраткам. Борок, 2005. С. 320–330.
- Шевелева Н.Г., Пенькова О.Г., Кипрушина К.Н. Многолетняя динамика численности зоопланктона открытой части пролива Малое Море (оз. Байкал) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т.114, вып.3, 2009. Приложение 1, ч. 2. С. 505–510.
- Hampton S.E., Izmesteva L.R., Moore M.V., Katz S.L., Dennis B., Silov E.A. Sixty years of environmental change in the world's largest freshwater lake- lake Baikal, Siberia. *Global Change Biology*, 2008, 14. P. 1–12.

ПОКАЗАТЕЛИ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА УСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ОКИ И ОЦЕНКА ЕГО СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Г.В. Шурганова, Г.О. Маслова

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Национальный исследовательский университет, 603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, shurganova@bio.unn.ru, shurganova@sandy.ru

Один из крупнейших промышленно-транспортных центров России, столица Приволжского Федерального Округа г. Нижний Новгород расположен на берегах речной части Чебоксарского водохранилища и самого крупного его притока – реки Оки. Правобережный речной участок водохранилища, расположенный ниже впадения р. Оки является одним из наиболее загрязненных и эвтрофированных не только в пределах Чебоксарского водохранилища, но и в пределах всего Волжского каскада. К устьевому участку р. Оки транзитно поступают сбросы промышленных, коммунально-бытовых и других сточных вод с территорий Московской, Калужской, Тульской, Рязанской, Владимирской областей, а также сточные воды предприятий Нижегородской области. Кроме организованного сброса сточных вод значительное влияние оказывает поверхностный сток дождевых и талых вод, поставляющих в р. Оку взвешенные вещества, нефтепродукты, органические вещества, соединения тяжелых металлов (Адрианова и др., 2002). Окские воды, впадая в водохранилище, существенно меняют его солевой состав в сторону увеличения минерализации и содержания ионов сильных кислот (преимущественно, сульфатов) при относительном снижении гидрокарбонатной составляющей (Бикбулатов и др., 2002). Загрязненная Ока дает значительную биогенную нагрузку (в основном, азотную) на средний речной участок водохранилища. На правобережных станциях содержание нитратного азота в окском потоке в 3–5 раз выше, чем на соответствующих левобережных станциях, характеризующих волжский поток (Бикбулатов, Степанова, Бикбулатова, 2002). Качество воды устьевого участка р. Оки, оцененное по комплексу гидрохимических показателей, соответствует IV классу – «грязная» (Кочеткова, 2006). Известно угнетающее влияние загрязнителей на зоопланктон, состав, структура и сезонная динамика, которого во многом определяется характером загрязнения водоемов. С другой стороны, сообщества зоопланктона являются хорошими индикаторами условий существования.

Целью работы была оценка современного экологического состояния устьевого участка р. Оки и качества его воды на основе численности индикаторных организмов зоопланктона методом Пантле и Букк (Унифицированные методы ..., 1976).

Видовой состав изучаемого участка р. Оки представлен типичными, широко распространенными в пресноводных водоемах умеренных широт видами, большинство из которых имеют значительную экологическую пластичность, широкое распространение, однако некоторые из них (например, преобладающий среди коловраток *Brachionus calyciflorus* Pallas) считаются типичными представителями текущих вод. Наибольшее число видов зоопланктона принадлежит коловраткам, преимущественно представителям рода *Brachionus* (*B. calyciflorus* Pallas, имеющего несколько морфологических форм: *B. c. calyciflorus* Pallas, *B. c. dorcas* Gosse, *B. c. anuraeiformis* Brehm, *B. c. amphicerus* Ehrenberg, *B. c. spinosus* Wierzejski), *B. angularis* Gosse, *B. diversicornis* (Daday), *B. quadridentatus* Hermann, *B. urceus* (L.), *B. leydigi* Cohn., *B. budapestiensis* Daday). Кроме брахионид в р. Оке присутствуют коловратки: *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (O.F. Müller), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Polyarthra minor* Voigt, *Asplancha priodonta* Gosse и др.

Достаточно большое видовое богатство отмечено у ветвистоусых ракообразных: *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Daphnia cucullata* Sars, *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Alona rectangula* Sars, *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller) и др.

Самой бедной видами группой планктонных животных оказались веслоногие рачки: *Cyclops strenuus* Fisher, *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Thermocyclops oithonoides* (Sars), *Eudiaptomus gracilis* (Sars), *E. graciloides* (Liljeborg) и др.

Всего в нижнем течении и устьевом участке р. Оки было обнаружено более 60 видов зоопланктона, большинство из которых являются эупелагическими. Наряду с ними присутствуют обитатели прибрежья и фитофильные формы *Platyas quadricornis* (Ehrenberg), *Graptoleberis testudinaria* (Fisher), *Chydorus ovalis* Kurz, *Pleuroxus aduncus* (Jurine), *Alona quarangularis* (O.F. Müller), и придонных слоев (*Oxiurella tenuicaudis* (Sars) и др.).

Существенные изменения видового состава зоопланктона устьевом участке р. Оки стали отчетливо проявляться в последние годы: наряду с сокращением числа видов брахионид в нем стали появляться ранее не встречавшиеся представители лимнофильной фауны: *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Bosmina coregoni* Baird, *Leptodora kindtii* (Focke), *Heterocope appendiculata* Sars. Эти изменения обусловлены периодическим поступлением вод Горьковского водохранилища в устьевой участок р.Оки при интенсивном сбросе воды.

Исследования показали, что на протяжении периода наблюдений 2009 г.(май–сентябрь) количественные показатели развития зоопланктона устьевом участке р. Оки претерпевали существенные сезонные изменения, ход которых характеризовался одним максимумом численности в первой декаде июня и был обусловлен развитием коловраток (*Brachionus calyciflorus* Pallas, *Keratella quadrata* и др.) (табл. 1).

Таблица 1. Численность (тыс.экз./м³) и процентное соотношение таксономических групп зоопланктоценоза устьевом участке р. Оки в 2009 г.

Даты отбора проб	Численность	Соотношение численностей Rot:Clad:Cop
27.05	5.46	71.9:13.7:14.4
08.06	240.68	93.1 :2.1: 4.8
17.06	29.17	75.1:14.2:10.7
29.06	10.62	73.0: 5.9: 21.7
06.07	21.35	23.9:66.1:10.0
16.07	24.22	90.6 :3.4: 6.0
27.07	24.18	77.7 :15.9:6.4
09.08	8.14	59.9:23.2:16.9
18.08	8.49	80.9:11.6:15.7
01.09	4.09	87.4 :2.0: 10.6
07.09	7.67	71.3 :7.2:21.5
17.09	2.08	69.8:11.3:18.9
30.09	0.55	85.7 :14.3: 0.0

В середине июня наблюдалось снижение общей численности зоопланктона, продолжавшееся до конца месяца. Доминантами оставались коловратки р. *Brachionus*. К концу июня началось снижение численности коловраток при одновременном возрастании численности веслоногих ракообразных. В начале июля наблюдался рост численности ветвистоусых рачков, преимущественно, *Daphnia longispina* O.F. Müller и *Bosmina longirostris* (O.F. Müller). В середине и конце июля вновь наблюдалось возрастание численности коловраток р. *Brachionus*. Веслоногие рачки были представлены их науплиальными и копеподитными стадиями, ветвистоусые – *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) и *Bosmina longirostris*. В начале августа начался период снижения количества зоопланктона, продолжавшийся до начала сентября. В конце сентября численность зоопланктона была минимальной.

Таким образом, сезонная динамика численности зоопланктона устьевом участке р. Оки определялась, преимущественно, динамикой численности *Brachionus calyciflorus*. Сравнение результатов исследований с аналогичными данными прошлых лет позволяют сделать вывод об относительном постоянстве характера сезонной динамики зоопланктона устьевом участке р. Оки (Шурганова и др., 2005).

На протяжении периода наблюдений 2009 г. большинство идентифицированных видов зоопланктона являлись индикаторными (до 85–95% от общего числа видов). Наибольшее число видов являлись представителями β-мезосапробной зоны. В течение сезона исследований значения индекса сапробности претерпевали несущественные изменения (табл. 2).

Значения индексов сапробности на протяжении всего периода наблюдений, как в сезонном, так и многолетнем аспектах, характеризовали зону сапробности устьевом участке р. Оки как β-мезосапробную (среднее значение $S_p = 1.99 \pm 0.02$). Вода оценивалась III классом качества (умеренно загрязненная).

Следовательно, класс качества воды, оцененный по гидрохимическим параметрам, оказался выше (вода более загрязненная), чем по показателям зоопланктона. Аналогичная ситуация отмечена и для ряда других водотоков и водоемов (Шурганова, 2007). В предыдущие годы исследований значения индексов сапробности устьевом участке р.Оки позволяют характеризовать зону сапробности как граничную между α- и β-мезосапробной.

Таким образом, современное экологическое состояние устьевом участке р. Оки, оцененное по показателям видовой структуры зоопланктона характеризуется как относительно удовлетворительное. Зоопланктон, как и в предыдущие годы, носит реофильный характер. Сезонная динамика численности зоо-

планктонного сообщества характеризуется четко выраженной одновершинной кривой количественных показателей, обусловленной размножением реофильных коловраток.

Таблица 2. Динамика индекса сапробности, рассчитанного по численности индикаторных видов зоопланктона устьевого участка р. Оки в 2009 г.

Дата отбора проб	Sn	Класс качества воды по ГОСТ 17. 1. 3.17-82	Sb	Класс качества воды по ГОСТ 17. 1. 3. 17-82
8.06.09	1.89	III, умеренно загрязненная	1.78	III, умеренно загрязненная
17.06.09	1.73	III, умеренно загрязненная	1.61	III, умеренно загрязненная
29.06.09	1.71	III, умеренно загрязненная	1.69	III, умеренно загрязненная
6.07.09	1.84	III, умеренно загрязненная	2.08	III, умеренно загрязненная
16.07.09	1.98	III, умеренно загрязненная	1.60	III, умеренно загрязненная
27.07.09	1.88	III, умеренно загрязненная	1.79	III, умеренно загрязненная
9.08.09	1.96	III, умеренно загрязненная	1.91	III, умеренно загрязненная
18.08.09	1.71	III, умеренно загрязненная	1.86	III, умеренно загрязненная
1.09.09	1.88	III, умеренно загрязненная	1.71	III, умеренно загрязненная
7.09.09	1.58	III, умеренно загрязненная	1.43	II, Чистая
17.09.09	1.45	II, Чистая	1.61	III, умеренно загрязненная
30.09.09	1.5	II, Чистая	1.66	III, умеренно загрязненная
Среднесезонные показатели	1.76±0.05	III, умеренно загрязненная	1.73±0.05	III, умеренно загрязненная

При планируемом подъеме уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68.0 м НПУ (нормального подпорного уровня) можно ожидать значительные негативные изменения экологической ситуации: существенное снижение численности реофильных коловраток в связи со значительным замедлением течения, снижения способности водоема к самоочищению, ухудшению кормовой базы рыб.

Список литературы

- Адрианова Н.В., Кропачева М.В., Кучерова Л.В., Телясова Н.В. Экологическое состояние р. Оки на участке от г. Муром до г. Н. Новгорода // Тез. докл. Международного научно-промышленного форума «Великие реки 2001». Н.Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2002. С. 126–127.
- Бикбулатов Э.С., Литвинов А.С., Степанова И.Э., Цельмович О.Л., Кочеткова М.Ю. Минерализация и солевой состав водных масс Чебоксарского водохранилища в летнюю межень 2001 г. // Актуальные проблемы водохранилищ. Тез. докл. Всерос. конф. с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. Ярославль: Изд-во Яросл. гос. техн. ун-та, 2002. С. 33–34.
- Бикбулатов Э.С., Степанова И.Э., Бикбулатова Е.М. Биогенные элементы и органическое вещество в Чебоксарском водохранилище в летнюю межень 2001г. // Актуальные проблемы водохранилищ. Тез. докл. Всерос. конф. с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. Ярославль: Изд-во Яросл. гос. техн. ун-та, 2002. С. 34–35.
- Кочеткова М.Ю. Гидрохимическая характеристика реки Оки в 2001–2002 гг. на территории Нижегородской области // Актуальные проблемы гидроэкологии. Сборник научных трудов. Казань: «Отечество», 2006. С. 120–126.
- Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. Т. 3. М.: СЭВ, 1976. 185 с.
- Шурганова Г.В. Динамика видовой структуры зоопланктоценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ Средней Волги: Горьковского и Чебоксарского). Автореферат диссертация доктора биологических наук. Н. Новгород, 2007. 48 с.
- Шурганова Г.В., Валькова О.В., Артельный Е.В. Сезонная динамика популяций доминирующих видов зоопланктона устьевого участка реки Оки // Популяции в пространстве и времени. Сб. материалов VIII Всерос. Популяционного семинара (11–15 апреля 2005). Н. Новгород: ННГУ, 2005. С. 485–487.

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА Р. КЕРЖЕНЕЦ И КЕРЖЕНЕЦКОГО ОТРОГА ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

¹Г.В. Шурганова, ²М.Л.Тарбеев

¹Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, shurganova@sandy.ru

²Нижегородская лаборатория ФГНУ ГосНИОРХ, 603116, Нижний Новгород, Московское шоссе, 31, tarbeevm@mail.ru

Исследования зоопланктона р. Керженец – крупного левого притока Чебоксарского водохранилища – довольно эпизодические и не носят системного характера. Первые сведения о зоопланктоне р. Керженец известны из работы С.Д. Муравейского (1924), проведенной в июле 1914 г. После работ С.Д. Муравейского гидробиологические исследования на р. Керженец были возобновлены лишь в июле 1976 г. (Шахматова и др., 1978), а также проводились на протяжении 1999–2000 гг. в его верхнем тече-

нии и притоках (Шурганова, Худякова, 2004). Наиболее подробно изучен зоопланктон устьевого участка реки и Керженецкого отрога Чебоксарского водохранилища (Шурганова, 2007).

Целями настоящего исследования были характеристика современного состояния зоопланктона р. Керженец (2008 г.) и анализ многолетней динамики видовой структуры зоопланктона Керженецкого отрога Чебоксарского водохранилища.

Материалом для работы послужили сборы зоопланктона на всем протяжении реки в июле–августе 2008 г., а также многолетние данные по его видовой структуре в Керженецком отроге Чебоксарского водохранилища. Сбор и обработка проб зоопланктона осуществлялись согласно стандартным методикам (Методические рекомендации..., 1982). Определение видового состава зоопланктона проводилось с использованием распространенных руководств (Кутикова, 1970; Определитель..., 1994, 1995; Рылов, 1930, 1948; Dussart, 1967, 1969). Для оценки разнообразия зоопланктонных сообществ рассчитывались индексы Шеннона (Мэгаран, 1992). Качество среды оценивалось с помощью индекса сапробности Пантле и Букк в модификации Сладечека с применением списков индикаторных организмов зоопланктона Сладечека (Унифицированные методы..., 1976; Wegl, 1983). Класс качества воды устанавливался по «Правилам контроля качества воды в водоемах и водотоках» (Гост..., 1982).

Длина р. Керженец составляет 290 км, ширина в среднем течении 20–30 км (Панфилов, 1974). Средний годовой расход воды составляет 18 м³/с. Максимальные значения годового расхода воды наблюдаются в весенний период многоводных лет (228 м³/с), минимальные – в августе отдельных засушливых лет (2.9 м³/с) (Шахматова и др., 1978).

Керженец протекает по северу Нижегородской области: берет начало в Ковернинском районе, протекает по Семеновскому, Борскому и Лысковскому районам Нижегородской области и впадает в Чебоксарское водохранилище у п. Макарьево.

Керженец является типичной болотно-лесной рекой, характерной для севера Нижегородской области. В его питании значительная роль принадлежит почвенным водам, которые вместе с многочисленными мелкими ручьями и речками-притоками обеспечивают поддержание постоянного минимального уровня реки. На большей части протяженности Керженца пойма узкая, а уклон весьма значительный. Крутые, высокие песчаные берега легко подмываются водой, в связи с чем русло реки завалено обрушившимися деревьями, которые вместе с многочисленными «топляками» – остатками прекращенного в 1969 г. молевого сплава древесины, сильно захламляют реку. Значительная извилистость русла, изобилующего мелководными перекатами, и сильная его захламленность делают Керженец практически недоступным для маломерного моторного флота, что спасает реку от загрязнения нефтепродуктами. Загрязнения промышленного характера на реке практически отсутствуют, а хозяйственные загрязнения имеют место ниже отдельных населенных пунктов.

Вода р. Керженец является маломинерализованной. Сумма ионов в летнюю межень составляет 150–190 мг/л. В засушливые годы уровень минерализации возрастает. Воды р. Керженец относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, I типу. При продвижении вод от верховьев к устью наблюдается некоторое увеличение общей минерализации.

Река Керженец в связи с питанием лесными и болотными водами несет много органического вещества. Перманганатная окисляемость составляет 15.4–17.5 мгО/л, бихроматная – 24.6–47.5 мгО/л. Воды притоков р. Керженец еще более богаты органическими веществами и имеют высокую цветность воды, достигающую до 330°, что свидетельствует о болотном питании притоков и обогащении гуминовыми веществами р. Керженец. Содержание минерального азота и фосфатов в р. Керженец и его притоках невелико. Содержание же общего железа значительно, что также свидетельствует об их болотном происхождении. Растворенный кислород в период открытой воды содержится в значительных количествах при этом насыщенность воды кислородом составляет 70–90%.

В составе зоопланктона р. Керженец летом 2008 г. (июль–август) было обнаружено 33 вида. В группе коловраток были идентифицированы следующие виды: *Asplanchna* sp. Gosse, *Bipalpus hudsoni* (Imhof, 1891), *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883), *B. quadridentatus* (Hermann, 1783), *Cephalodella gibba* (Ehrenberg, 1832), *Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *E. dilatata lucksiana* (Hauer, 1930), *E. lyra* (Hudson, 1886), *Keratella quadrata* (O.F. Müller, 1786), *Mytilina mucronata* (Müller, 1773), *Pompholyx sulcata* (Hudson, 1885), *Stephanoceros fimbriatus* (Goldfuss). Среди ветвистоусых ракообразных выявлены *Acroperus harpae* (Baird), *Alona affinis* (Leydig, 1860), *A. quadrangularis* (Müller, 1785), *A. rectangularis* (Sars, 1862), *Alonella nana* (Baird, 1850), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1786), *B. longispina* (Leydig, 1860), *Ceriodaphnia* sp. (Dana, 1855), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785), *Daphnia hyalina* (Leydig, 1860), *Eurycercus lamellatus* (O.F. Müller, 1785), *Graptoleberis testudinaria* (Fisher, 1848), *Pleuroxus adunatus* (Jurine, 1820), *P. truncata* (Müller, 1785), *P. uncinatus* (Baird, 1850), *Polyphemus pediculus* (L., 1778), *Scapholeberis mucronata* (Müller, 1785). К веслоногим рако-

образным относились: Cyclopoida – *Acanthocyclops americanus* (Marsch., 1893), *Eucyclops serrulatus* (Fisher, 1851), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857); Calanoida – *Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853).

В верхнем течении р. Керженец в составе зоопланктона выявлено 22 вида (5 видов коловраток, 14 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих ракообразных). Доминирующими видами зоопланктона являлись *E. dilatata*, *A. harpae*, *A. affinis*, *E. serrulatus*, *M. leuckarti*. Здесь преобладали зарослевые и приуроченные к придонным слоям воды формы (*A. nana*, *G. testudinaria*, *S. mucronata*, *Eucyclops serrulatus* и др.). Наряду с ними встречались пелагические (*B. diversicornis*, *K. quadrata*, *B. longispina*, *P. pediculus*) и эвритопные (*E. dilatata*, *B. longirostris*, *Ch. sphaericus*, *M. leuckarti*) виды.

Общая численность зоопланктона колебалась от 0.42 до 0.55 тыс. экз./м³, биомасса – от 0.006 до 0.014 г/м³. Преобладающей по численности и биомассе группой зоопланктона являлись ракообразные. Доля коловраток уменьшалась при продвижении с верхнего течения к среднему течению от 35.0 до 17.0% от суммарной численности зоопланктона. Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе видов зоопланктона колебался в небольших пределах: $H_N=2.5-3.2$, $H_B=2.1-2.6$. Результаты сапробиологического анализа показали, что р. Керженец в верхнем течении можно охарактеризовать как олигосапробный водоток. Индексы сапробности, рассчитанные по численности и биомассе идентифицированных индикаторных видов зоопланктона составляли соответственно 1.45–1.5 и 1.17–1.41. Класс качества воды – II (вода чистая).

В среднем течении р. Керженец в составе зоопланктона идентифицировано 13 видов (5 видов коловраток, 7 видов ветвистоусых и 1 вид веслоногих ракообразных). Доминирующими видами зоопланктона являлись *A. affinis*, *A. rectangula*, *B. longispina*, *M. leuckarti*. Зарослевые, приуроченные к придонным слоям воды, эвритопные и пелагические формы были представлены практически равномерно (по числу видов соотношение 3:3:3:4).

Общая численность зоопланктона колебалась от 0.42 до 1.71 тыс. экз./м³, биомасса – от 0.008 до 0.032 г/м³. Преобладающей по численности и биомассе группой зоопланктона по-прежнему являлись ракообразные, в основном за счет ветвистоусых рачков. Доля коловраток в суммарной численности зоопланктона снизилась до 9.0–8.0%, а в суммарной биомассе сначала увеличилась до 11.0% (у н.п. Взвоз) и снова сократилась до 0.4% (у н.п. Огибное). Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе видов зоопланктона колебался в пределах: $H_N=2.5-2.7$, $H_B=1.6-2.4$. Результаты сапробиологического анализа показали, что Керженец в среднем течении также характеризовался как олигосапробный водоток. Индексы сапробности, рассчитанные по численности и биомассе идентифицированных индикаторных видов зоопланктона составляли соответственно 1.36–1.38 и 1.31. Класс качества воды – II (вода чистая).

В нижнем течении р. Керженец в составе зоопланктона выявлено 22 вида (3 вида коловраток, 8 видов ветвистоусых и 1 вид веслоногих ракообразных). Доминирующими видами зоопланктона являлись *Asplanchna* sp., *Ac. harpae*, *Al. affinis*, *Al. quadrangularis*. Здесь, так же как и в среднем течении, практически равномерно отмечены все экологические группы, при небольшом уменьшении числа пелагических форм (*Asplanchna* sp., *B. quadridentatus*).

Общая численность зоопланктона колебалась от 0.32 до 1.36 тыс. экз./м³, биомасса от 0.005 до 0.026 г/м³. Преобладающей по численности и биомассе группой зоопланктона являлись ракообразные. Доля коловраток в суммарной численности зоопланктона (38.0%) снижалась по направлению к устью, у н.п. Валки (8.0%). Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе видов зоопланктона колебался в следующих пределах: $H_N=2.2-3.2$, $H_B=0.8-1.2$. Снижение последнего индекса было обусловлено существенным уменьшением выравненности биомасс видов зоопланктона за счет усиления доминирования *Al. quadrangularis*. Результаты сапробиологического анализа показали, что р. Керженец в нижнем течении можно охарактеризовать как олигосапробно-мезосапробный водоток. Индексы сапробности, рассчитанные по численности и биомассе идентифицированных индикаторных видов зоопланктона составляли соответственно 1.34–1.56 и 1.18–1.58. Класс качества воды – II–III (вода чистая-умеренно загрязненная).

В целом при продвижении от верхнего к нижнему течению наблюдалось расширение диапазона изменений общих количественных показателей развития зоопланктона, уменьшение доли зарослевых форм, при одновременном возрастании доли пелагических и эвритопных. Обычный в верхнем течении *Eu. dilatata* ближе к нижнему сменился видами коловраток, характерными для крупных рек и водохранилищ *A. priodonta* и *B. quadridentatus*. Суммарная доля ветвистоусых ракообразных в общей численности и биомассе зоопланктона имела тенденцию к увеличению, при этом доля веслоногих уменьшалась. Отмеченная в свое время С.Д. Муравейским (1924) картина перехода зоопланктона от «болотного» к «прудовому» типу водотока сохранялась.

В целом зоопланктон р. Керженец можно соотнести с зоопланктоном участков быстротекущих рек и участков с зарослями макрофитов малых равнинных рек (Крылов, 2005).

После зарегулирования р. Волги у г. Новочебоксарска и создания Чебоксарского водохранилища устьевой участок р. Керженец превратился в лиманообразный водоем, заполненный водами р. Керженец и характеризующийся замедленным течением и аккумуляцией органических веществ и биогенов. Анализ многолетней динамики видовой структуры зоопланктоценоза Керженского отрога Чебоксарского водохранилища приведены в работах (Шурганова, 1984, 2007).

Уже летом первого года существования водохранилища (1981) в Керженецком отроге произошло резкое увеличение численности и биомассы зоопланктона до 1551 тыс. экз./м³ и 4.42 г/м³ соответственно. Объясняется это увеличение тем, что на этапе «молодости» водохранилища в воду поступает большое количество биогенов и органики из затопленных почв и разлагающейся растительности, что приводит к «вспышке» численности гидробионтов всех трофических уровней. Наблюдается так называемый «биопродукционный эффект подпора» (Пирожников, 1971). Преобладающей группой зоопланктона Керженского отрога в первый год существования водохранилища были коловратки (97.3 и 77.4% от суммарной численности и биомассы зоопланктона соответственно). Доминирующими видами коловраток являлись *Eu. dilatata* и *Con. hippocrepis* (Shrank, 1803).

Через двадцать пять лет существования водохранилища видовая структура зоопланктона Керженского отрога водохранилища существенно изменилась. В результате так называемой сукцессии лимногенеза, затрагивающей гидробиоценозы всех участков водохранилища, произошло существенное сокращение видового богатства коловраток, преимущественно видов родов *Brachionus* и *Trichocerca*, а также увеличение числа видов ветвистоусых и веслоногих рачков. За исследуемый период произошли большие изменения в соотношении численностей и биомасс основных систематических групп зоопланктона. Наряду с существенным сокращением доли коловраток наблюдалось увеличение доли рачкового планктона в общей численности и, особенно, биомассе. Численность ветвистоусых и веслоногих ракообразных увеличилась до 26.5 и 68.9%; биомасса до 50.5 и 48.9% соответственно. В результате произошло значительное увеличение средней индивидуальной массы зоопланктеров.

Одновременно с изменением количественных характеристик основных систематических групп в Керженском отроге Чебоксарского водохранилища произошла и смена доминирующих видов зоопланктона. Летом 2002 г. доминирующее положение заняли *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) и др.

Следовательно, анализ динамики видовой структуры зоопланктоценоза Керженецкого отрога Чебоксарского водохранилища позволил заключить о существенной трансформации видовой структуры зоопланктона устья р. Керженец в процессе лимногенеза, продолжающегося до настоящего времени.

Таким образом, р. Керженец и его притоки в отдельные периоды исследований являлись чистыми лесными водотоками с характерным для них сравнительно бедным видовым составом и низкими количественными показателями развития зоопланктона. Список идентифицированных видов включал кроме истинно планктонных, представителей зоопланктона, характерных для заболоченных районов и придонных горизонтов воды, а также зарослей макрофитов. Летом 2008 г. имело место увеличение доли ветвистоусых и веслоногих ракообразных (преимущественно форм, характерных для придонных горизонтов воды и зарослей макрофитов) в общих показателях численности и биомассы зоопланктона по сравнению с результатами предыдущих лет исследований.

Зоопланктон Керженецкого отрога Чебоксарского водохранилища претерпел существенные изменения видовой структуры на фоне значительного роста количественных показателей развития в процессе протекающего лимногенеза.

Список литературы

- ГОСТ 17.1.3.07.82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды в водоемах и водотоках. М., 1982.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Л., 1970. 744 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982.
- Муравейский С.Д. Животный планктон реки Керженца (Материалы по планктону придаточных систем р. Волги) // Работы Волжской Биологической Станции. Саратов, 1924. Т. VII, № 4-5. С. 125-141.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 184 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие беспозвоночные. Санкт-Петербург, 1994. 396 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. Санкт-Петербург, 1995. 628 с.
- Панфилов Д.Н. Воды // Природа Горьковской области. Горький, 1974. С. 126-179.

- Пирожников П.А. Биопродукционный эффект подпора крупных рек и его рыбохозяйственное значение // Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов: Материалы I конф. по изучению водоемов бассейна Волги «Волга-1». Куйбышев, 1971. С. 193–208
- Рылов В.М. Cyclopoidea пресных вод // Фауна СССР. Ракообразные. Т. 3, вып. 3. М.-Л., 1948. 318 с.
- Рылов В.М. Пресноводные Calanoida СССР // Определитель организмов пресных вод СССР. Пресноводная фауна. Л., 1930. Вып. 1. 288 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. Т. 3. М., 1976. 185 с.
- Шахматова Р.А., Тухсанова Н.Г., Зимин А.Б., Сухова Е.Н., Шурганова Г.В., Разгулов Ю.Н., Кравченко А.А., Гидробиологическая характеристика реки Керженец // Наземные и водные экосистемы. Горький, 1978. С. 112–119.
- Шурганова Г.В. Многолетняя динамика видовой структуры зоопланктоценозов Керженского, Сурского и Ветлужского отрогов Чебоксарского водохранилища // Зоологические исследования регионов России и сопредельных территорий. Материалы II Международной научной конференции. Нижний Новгород, 15–16 ноября 2007 г. Нижний Новгород, 2007. С. 90–94.
- Шурганова Г.В. Состояние зоопланктона основных притоков р. Волги в зоне затопления Чебоксарского водохранилища // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. М., 1984. С. 183–184.
- Шурганова Г.В., Худякова Т.В. Видовая структура зоопланктоценозов р. Керженец и некоторых ее притоков // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, биология, охрана. Тез. докл. Всеросс. конф. (16–19 ноября 2004. Борок, Россия). Борок, 2004. С. 101–102.
- Dussart V. Les copepods des eaux continentales. Edition I. Boumbee a cie. T. 1. Calanoides et Harpacticoides / V. Dussart. Paris, 1967. 500 p.
- Dussart V. Les copepods des eaux continentales. Edition II. Boumbee a cie. T. 2. Cyclopoidea et Biologie / V. Dussart. Paris, 1969. 292 p.
- Wegl R. Index fur die Limnosaprobitat // Wasser und Abwasser. 1983. T. 26. 175 p.

ВЛИЯНИЕ ТЕТРАДЕЦИЛТРИМЕТИЛАММОНИЙ БРОМИДА (ТДТМА) НА БЕЛКОВЫЙ БИОСИНТЕЗ ТКАНЕЙ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

С.А. Щербань

*Институт биологии южных морей НАН Украины,
99011, г. Севастополь, просп. Нахимова, 2, Украина, ShcherbanSA@mail.ru*

Тетрадецилтриметиламмоний бромид (ТДТМА) относится к группе катионных ионогенных детергентов, распространенных и опасных химических загрязнителей водной среды (Остроумов, 2003; Паршикова, 1988). Повреждающее действие на живые объекты обусловлено, главным образом, выраженным перфорирующим действием его на биологические мембраны клеток (Паршикова, 1988; Rosen et al., 2001; Ying, 2006). В результате происходит развитие окислительного стресса, повреждаются молекулы белков, нуклеиновых кислот и других клеточных структур. Выявлено негативное влияние подобных ТДТМА поверхностно-активных веществ на скорость роста и выживаемость морских водорослей (Паршикова, 1988), скорость питания брюхоногих моллюсков (Остроумов, 2003), фильтрационную активность ряда других моллюсков (Остроумов, 2003), а также на систему антиоксидантной защиты мидий (Гостюхина и др., 2007). Однако воздействие катионных детергентов в целом, и ТДТМА в частности, на процессы обмена и особенности протекания физиологических процессов у двустворок, изучено еще недостаточно. И одним из таких аспектов являются процессы биосинтеза и тканевого роста. В этой связи, целью данной работы была оценка направленности и тканевой специфики белкового синтеза у массового черноморского двустворчатого моллюска мидии в условиях токсического действия ТДТМА.

Объект был выбран не столько из соображений его доминирования в биоценозах Черного моря, сколько из-за его высокой толерантности ко многим факторам среды, высокой фильтрационной активности и тканевой аккумуляции токсических веществ (Остроумов, 2003; Солдатов и др., 2005). В работе использовали половозрелых мидий с длиной раковины 40–45 мм, черной цветовой морфы. Материал собирали с коллекторных установок, расположенных в бухте Стрелецкая (р-н Севастополя, Черное море). Экспериментальную группу (10 экз.) подвергали воздействию ТДТМА в концентрации 0.6 мг/л в течении 6 суток. Выбранная концентрация наиболее приемлема для оценки протекающих в тканях процессов, так как, с одной стороны, не являлась пороговой (гибель свыше 50% особей в популяции мидий наступает при более высокой концентрации, свыше 1 мг/л), с другой – оставалась достаточно высокой и наиболее часто встречаемой концентрацией в пробах морской воды.

Ткани (жабры, гепатопанкреас и ногу) препарировали и фиксировали ацетоном. В данных образцах определяли содержание свободных нуклеотидов (СН), суммарных рибонуклеиновых кислот (сум. РНК) и ДНК. Показатели измерены спектрофотометрически и определены по методу Спирина (1958). Результаты выражены в мкг/мг сухих тканей. Статистическая обработка и графическое оформление данных выполнены с применением стандартного пакета Excel 97.

Оценка тканевой специфики белкового синтеза в условиях токсического действия ТДТМА показала различную чувствительность тканей. Данная концентрация детергента способствовала угнетению биосинтетических процессов в жабрах и ноге. Обе ткани относятся к периферическим, с большей, по сравнению с другими органами, площадью соприкосновения со средой, что может усиливать прямое воздействие находящихся в ней химических реагентов.

Воздействие токсиканта на изучаемые параметры представлено на рис. 1, 2 и 3. Наиболее показательным является рис. 2, поскольку процессы биосинтеза и ретенции тканевых структур протекают при непосредственном участии всех видов РНК.

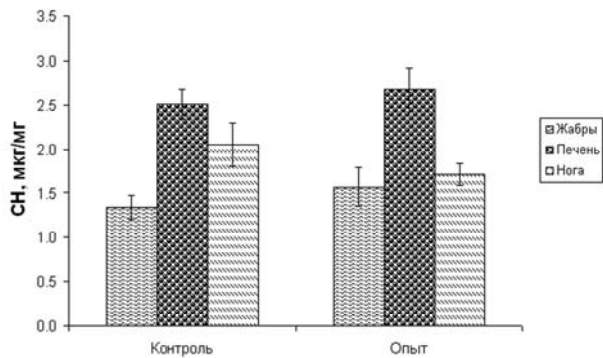


Рис. 1.

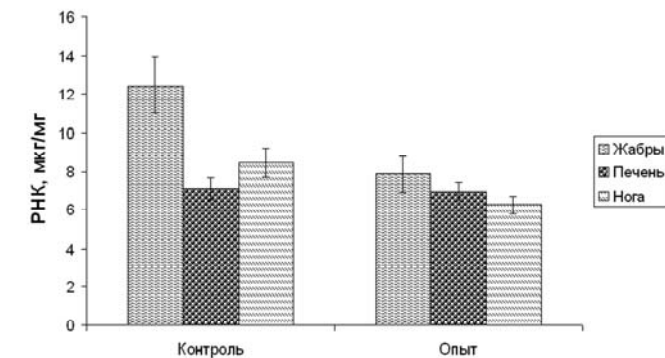


Рис. 2.

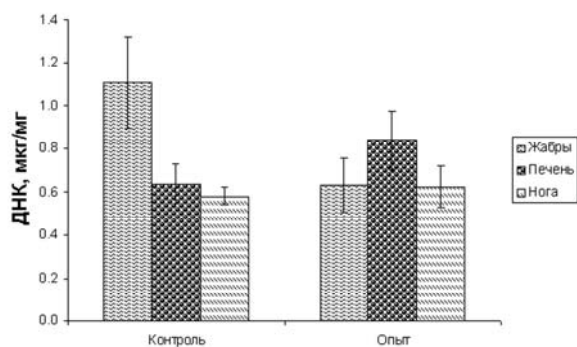


Рис. 3.

Введение в среду ТДТМА вызывало снижение уровня содержания сум. РНК в жабрах в 1.5 раза. Пул свободных нуклеотидов незначительно возрастал, без статистически значимых различий. Данный факт мог свидетельствовать о наличии адаптивных механизмов на уровне синтеза СН. Уровень сум.РНК в структурах ноги моллюска снижался в 1.4 раза; пул СН – в 1.2 раза.

Высокая чувствительность жабр объяснялась, скорее всего, прямым контактом со средой и такими структурно-функциональными особенностями, как незначительная толщина жаберного эпителия и способность к быстрой его регенерации. Данные, полученные авторами (Гостюхина и др., 2007) свидетельствовали о наличии высокого уровня окислительных процессов и росте активности ферментов антиоксидантной защиты в жабрах и ноге мидий при этих же концентрациях ТДТМА. Так, в сравнении с гепатопанкреасом, уровень окислительных процессов в жабрах, обусловленный их структурно-функциональными особенностями, был выше в 1.5 раза, а содержание ТБК-активных продуктов – в 1.6. Указанные показатели являются биохимическими маркерами, характеризующими адаптивные возможности организмов. Биохимический комплекс показателей антиоксидантной защиты в гепатопанкреасе мидий не изменялся при данных концентрациях, что свидетельствовало об отсутствии прессинга этого вещества на ткань (Гостюхина и др., 2007).

Гепатопанкреас, относящийся к группе внутренних органов, сохранял прежний уровень содержания СН и сум.РНК. Величины этих показателей в контроле и опыте не имели статистически значимых различий ($p > 0.05$) (рис. 1, 2).

Содержание ДНК в гепатопанкреасе и ноге моллюска при действии ТДТМА сохранялось на одном уровне ($p > 0.05$); в жабрах наблюдалось незначительное понижение (на 38%), что могло свидетельствовало о слабом повреждающем клеточном эффекте (рис. 3).

Необходимо отметить, что при оценке скоростей процессов биосинтеза белка и регенерации тканей при воздействии неблагоприятных и экстремальных факторов, часто используется расчетный индекс РНК/ДНК (Солдатов и др., 2005; Bowen at all, 2005; Rooker, 1996). Высокие его значения характеризуют высокую интенсивность процессов белкового анаболизма, более низкие – низкую. В нашем случае для

ткани ноги в контрольной серии его значение составляло 14.8; в опыте – 10.0. Для гепатопанкреаса сохранялся прежний уровень значений: 9.4 в контроле и 8.3 в опыте.

Таким образом, основной эффект катионного детергента ТДТМА оказан на периферические ткани моллюска, каковыми являются жабры и нога. Реакция этих тканевых структур на его воздействие совпала. Наблюдалось прямое повреждающее действие (снижение уровня содержания сум. РНК, а в ноге также и уровня СН и расчетной величины индекса РНК/ДНК в 1.4 раза, что свидетельствовало о замедлении процессов белкового анаболизма. Уровень белкового синтеза в гепатопанкреасе мидий не менялся.

Ярковыраженного негативного влияния на количественный состав ДНК изучаемых тканей не обнаружено.

Список литературы

- Гостюхина О.Л., Солдатов А.А., Головина И.В. Влияние тетрадецилтриметиламмоний бромида на состояние ферментной системы антиоксидантной защиты тканей черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Доп. НАН Украины. 2007. N 11. С.147–151.
- Остроумов С.А., Колесников М.П. Моллюски в биогеохимических потоках (С, N, P, Si, Al) и самоочищение воды: воздействие ПАВ // Вестн. Московского ун-та. Сер. 16. Биология. 2003. С. 15–24.
- Паршикова Т.В., Негрузкий С.Ф. Влияние поверхностно-активных веществ на водоросли (Обзор) // Гидро-биол. журн. 1988. Т. 24, N 6. С. 46–58.
- Солдатов А.А., Бочко О.Ю., Головина И.В., Щербань С.А. Биохимические эффекты полихлорированных бифенилов на организм черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Мор. экол. журн. 2005. Отд. Вып. N 1. С. 105–112.
- Спирин А.С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот // Биохимия. 1958. Т. 23, N 5. С. 656–662.
- Bowen K.L., Johannsson O.E., Smith R., Schlechtriem C. RNA/DNA and protein Indices in Evaluating Growth and Condition of Aquatic Organisms: A Review // Ann. Conf. Great Lakes Res. 2005. Vol. 48. P.34–39.
- Rooker J.R., Holt G.J. Application of RNA/DNA ratios to evaluate the condition and growth of larval and juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) // Mar. Freshwat. Res. 1996. Vol. 47, N 2. P. 12–18.
- Rosen M.J., Li F., Morall S.W., Versteeg D.J. The relationship between the interfacial properties of surfactants and their toxicity to aquatic organisms // Environ. Sci. and Technol. 2001. 35, No 5. P. 954–959.
- Ying G.G. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment // Environ.Int. 2006. V. 32, No 3. P. 417–431.

ИЗМЕНЕНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ОЗЕРА КАМЫШОВОГО ПОСЛЕ ЛИКВИДАЦИИ УТИНОЙ ФЕРМЫ

Г.Х. Щербина

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская область, Некоузский р-н, Борок, gregory@ibiw.yaroslavl.ru

С середины 1970-х гг. было признано, что основным биогенным элементом, лимитирующим эвтрофирование водоемов, является фосфор (Dillon, Rigler, 1974; Vollenweider, 1976). В настоящее время общеизвестно, что главный источник эвтрофирования водоемов и водотоков – хозяйственная деятельность человека на водосборной площади: использование минеральных удобрений, развитие животноводства, сбросы отходов промышленных предприятий и сточные воды населенных пунктов и рекреационных зон (Бульон, 2007). В период функционирования на берегу оз. Камышового утиной фермы основным источником поступления в водоем фосфора являлись продукты метаболизма уток. После ликвидации в 1975 г. утиной фермы содержание фосфора в воде озера упало с 1.18–0.98 P_{общ.}, мгР/л в марте 1976 г. до 0.05–0.20 P_{общ.}, мгР/л в аналогичный период 1978 г.

Опубликованных данных по влиянию продуктов метаболизма уток на структуру донных сообществ озер и других водоемов и водотоков в доступной нам литературе не обнаружено. Имеются лишь сведения о воздействии продуктов метаболизма выращиваемой птицы на фитопланктон степных прудов Украины (Едушченко, 1959). Было установлено, что в таких водоемах развивается эвгленово-протококковый фитопланктон, а развитие синезеленых не достигает стадии цветения. Имеются в литературе немногочисленные данные о влиянии околотовных птиц в повышении содержания биогенных и органических веществ и трансформации зоопланктонных сообществ (Чуйков, 1982, 1995; Крылов, Касьянов, 2008).

Ранее макрозообентос озера не изучался. За период исследований с 1976 по 1979 гг. в составе бентофауны водоема обнаружено 37 видов. Более 80% от общего видового списка составили личинки и куколки хирономид. Не смотря на то, что оз. Камышовое – эвтрофный водоем, в составе его макрозообентоса обнаружено всего 2 вида олигохет (*Potamothrix hammoniensis* и *Limnodrilus hoffmeisteri*), которые предпочитают водоемы такого типа. Около трети обнаруженных видов (12 видов) встречались в массе в различных зонах озера. В заросшем прибрежье наиболее многочисленными и постоянно встречающи-

мися были β -мезосапробные личинки и куколки хирономид *Cryptochironomus* gr. *defectus*, *Dicrotendipes nervosus*, *Einfeldia carbonaria*, *E. pagana*, *Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes glaucus*, *Polypedilum convictum*. Все вышеперечисленные виды составляли основу пищи молоди наиболее массовых бентосоядных рыб озера – плотвы и окуня. В открытой части озера в массе обитали два вида α -мезосапробных макробеспозвоночных – олигохета *Potamothrix hammoniensis* и личинка хирономид *Chironomus plumosus*, у которых отмечена максимальная частота встречаемости – 100%. Среди других макробеспозвоночных часто встречались (75–95%) личинки и куколки хирономид *Tanytus punctipennis*, представитель мокрецов *Mallochohelea inermis* и хаоборида *Chaoborus crystallinus*. Причем, по мере самоочищения водоема их роль в составе макрозообентоса возрастала, и максимальная их частота встречаемости отмечена в 1979 г. (таблица).

Таблица. Частота встречаемости массовых видов макрозообентоса открытой части оз. Камышового в 1977–1979 гг.

Вид	Частота встречаемости, %		
	1977 г.	1978 г.	1979 г.
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	9.1	33.3	33.3
<i>Potamothrix hammoniensis</i>	100	100	100
<i>Chaoborus crystallinus</i>	66.7	78.4	86.7
<i>Mallochohelea inermis</i>	90.9	100	100
<i>Tanytus punctipennis</i>	69.7	92.2	93.3
<i>Chironomus plumosus</i>	100	100	100

Сезонная динамика структуры макрозообентоса оз. Камышового исследовалась в течение вегетационного периода (с мая по ноябрь) в 1977–1979 гг. (рис. 1). Максимальная средняя за вегетационный сезон биомасса макрозообентоса (65.33 г/м^2) в озере была отмечена на второй год после ликвидации утиной фермы, в дальнейшем количественные показатели и продукция макробеспозвоночных ежегодно снижались примерно в 1.4 раза. В 1977 г. биомасса хирономид в течение вегетационного периода изменялась незначительно (от 31.6 до 57.8 г/м^2) и составила в среднем 42.3 г/м^2 , а максимальное ее значение было отмечено в августе. Динамика биомассы олигохет в течение сезона варьировала более существенно – от 10 до 32 г/м^2 . В целом, средняя за сезон биомасса олигохет в 1977 г. была в 2 раза меньше чем таковая у хирономид. Максимальная общая биомасса макрозообентоса (85.6 г/м^2) наблюдалась в августе, минимальная (51.3 г/м^2) – в октябре (рис. 1).

В 1978 г. биомасса хирономид снизилась > чем в 2 раза и составила в среднем $\sim 21 \text{ г/м}^2$, в то время как средняя биомасса олигохет возросла до 25 г/м^2 . Наибольшая в 1978 г. биомасса хирономид в оз. Камышовом (38.2 г/м^2) зарегистрирована в мае, олигохет (41.2 г/м^2) – в ноябре. С мая по июль по биомассе доминировали личинки хирономид, в остальной период преобладали олигохеты, биомасса которых достигла максимума в ноябре, перед ледоставом. Минимальная общая биомасса макрозообентоса ($\sim 30 \text{ г/м}^2$) в озере отмечена в июле–октябре, максимальная (71.5 г/м^2) – в мае (рис. 1).

В 1979 г. минимальная для года общая биомасса макрозообентоса (21.2 г/м^2) была отмечена в июне, максимальная (54.7 г/м^2) – в ноябре. Доля хирономид в макрозообентосе еще больше снизилась, и они доминировали только в июне и августе, в остальной период по биомассе преобладали олигохеты. Наименьшая величина биомассы олигохет отмечена в июне ($\sim 8 \text{ г/м}^2$), в последующие месяцы наблюдался рост их биомассы с максимумом (33.3 г/м^2) в ноябре. В то же время биомасса хирономид с августа по ноябрь изменялась незначительно – от 12 до 17 г/м^2 .

Таким образом, основу биомассы макрозообентоса оз. Камышового в течение всех трех лет составляли олигохеты и хирономиды, из которых более 95% численности и биомассы всего макрозообентоса приходилось на два вида – олигохету *Potamothrix hammoniensis* и личинку хирономид *Chironomus plumosus*. Именно они во много определяли сезонный ход биомассы и численности макрозообентоса оз. Камышовое и играли наибольшую роль в самоочищении водоема. Особенно велика роль в самоочищении озера олигохеты *P. hammoniensis*, так как по литературным данным (Побегайло, 1959; Цветкова, 1969) олигохеты ежесуточно пропускают через пищеварительный тракт количество грунта, в 7–9 раз превышающее их собственную массу. В связи с этим, рассмотрим, как изменялась в течение вегетационного периода биомасса двух доминирующих в составе макрозообентоса оз. Камышовое видов в различные годы. В 1977 г. на протяжении всего года *Ch. plumosus* значительно преобладал над *P. hammoniensis* и, только в августе биомасса двух видов не различалась. В 1978 г. до августа по биомассе преобладал мотыль, а в последующие месяцы – олигохета *P. hammoniensis*. На четвертый год после ликвидации утиной фермы только в августе биомасса личинок и куколок *Ch. plumosus* была выше, чем у олигохеты, в остальной период преобладала последняя. Причем, если средняя за вегетационный период биомасса хирономид ежегодно уменьшалась почти в 2 раза, то у *P. hammoniensis* аналогичный показатель колебался незначительно от 19 г/м^2 в 1979 г. до 25 г/м^2 – в 1978 г. (рис. 1). Интересным, на наш взгляд является и то, что на второй год после ликвидации утиной фермы превышение максимальной над мини-

мальной общей биомассой макрозообентоса оз. Камышовое составляло 1.7 раза, в 1978 г. аналогичный показатель равнялся 2.4 раза, в 1979 г. – 2.6 раз. Полученные нами результаты не подтверждают ранее сделанный вывод о том, что при эвтрофировании водоемов амплитуда сезонных флюктуаций возрастает (Яковлев, 1999).

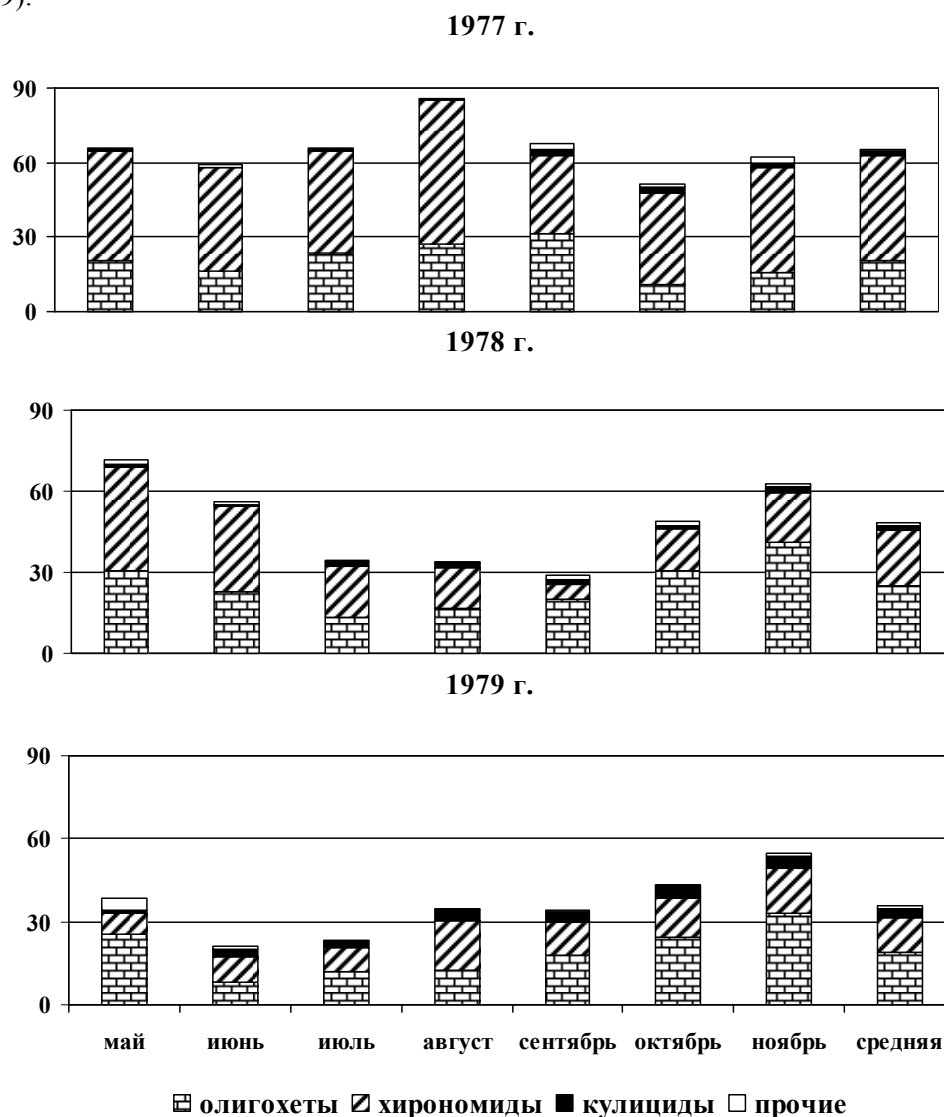


Рис. 1. Динамика биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) основных групп макрозообентоса оз. Камышовое в течение вегетационных периодов 1977–1979 гг.

Анализ среднегодовой структуры общей биомассы макрозообентоса оз. Камышовое показал, что минимальное ее значение отмечено в первый год после ликвидации утиной фермы, максимальное – на второй год. Основу биомассы в первые годы составляли личинки и куколки хирономид, в то время как среднегодовая биомасса олигохет была в 2 раза меньше (рис. 2).

На третий и четвертый годы после ликвидации утиной фермы доля хирономид снизилась и возросла доля олигохет. Аналогичный рост биомассы и доли в составе макрозообентоса озера наблюдался у кулицид, максимальная показатели которых отмечены в 1979 г. Увеличение в период с 1976 по 1979 гг. частоты встречаемости (табл.) и доли хищников и всеядных в составе макрозообентоса озера (рис. 1, 2) свидетельствовало о возрастании стабильности среды в результате самоочищения водоема (Thieri, 1982; Алимов, 1989).

Постепенное замещение мотыля олигохетой на наш взгляд вполне закономерно и вызвано несколькими причинами. Во-первых, личинки и куколки мотыля излюбленный корм многих бентосоядных рыб, каковыми в оз. Камышовом являлись плотва и окунь, доля которых составляла более 90% общей численности всей ихтиофауны озера (Тылик, 1987). Как было показано ранее (Тылик, Щербина, 1988), у обоих видов в возрасте до 6 лет на личинок и куколок хирономид (95% которых составлял мотыль) приходилось от 40 до 70% от общего индекса потребления. В то же время олигохеты практически отсутствовали в желудочно-кишечных трактах рыб, исключение составляли только их коконы. У линя, на личинок и куколок мотыля приходилось 95–97% от общего индекса потребления. Во-вторых, по мере самоочищения озера, мотыль, имеющий более высокое значение индекса сапробности (3.0), замещался

олигохетой, с более низким (2.7) аналогичным значением (Uzunov et al., 1988; Щербина, 2010). В-третьих, во время отложения кладок гетеротопами, они становились легкой добычей для многих рыб-планктофагов, каковыми в оз. Камышовом является укляя, у которой пищевой комок на 90% состоял из имаго насекомых (Тылик, Щербина, 1988). Кроме того, на урожайность хирономид, кроме потребления их имаго, существенно влияли погодные условия во время массового вылета хирономид и отложения самками кладок (Шилова, 1976).

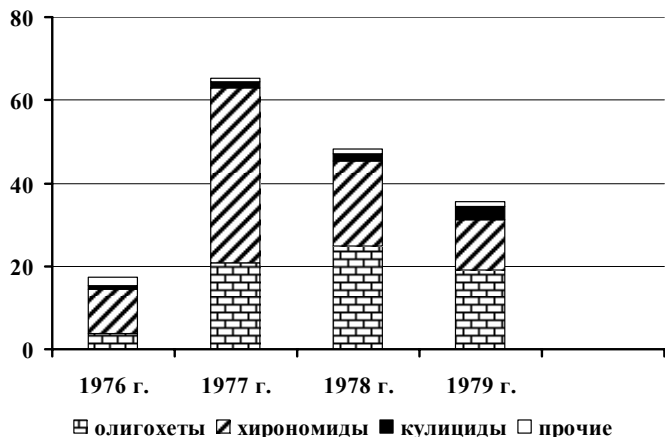


Рис. 2. Структура среднегодовой биомассы (г/м²) макрозообентоса оз. Камышовое в различные годы.

Таким образом, основу биомассы макрозообентоса оз. Камышовое в течение четырех лет исследований составляли олигохеты и хирономиды, из которых более 95% численности и биомассы всего макрозообентоса приходилось на два вида – *P. hammoniensis* и *Ch. plumosus*. Именно они во много определяли сезонную динамику макрозообентоса оз. Камышовое и играли наибольшую роль в самоочищении водоема. Ежегодное уменьшение среднегодовой биомассы макрозообентоса в 1.4 раза и увеличение его видового разнообразия свидетельствует о быстром самоочищении донных осадков оз. Камышовое и как следствие – возрастание стабильности среды водоема.

Список литературы

- Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
- Бульон В.В. Эвтрофикация и деэвтрофикация озер как следствие изменения на водосборной площади // Тезисы Научно-практической конференции «Теория и практика восстановления внутренних водоемов» 15–18 октября 2007 г. Санкт-Петербург. СПб, 2007. С. 7.
- Едущенко А.В. Удобрения степных прудов Украины посредством выращивания водоплавающей птицы и развитие фитопланктона // Тр. VI совещ. По проблемам биологии внутр. вод. М. –Д.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 81–85.
- Крылов А.В., Касьянов Н.А. Влияние колониальных поселений речной крачки на зоопланктон мелководий Рыбинского водохранилища // Биология внутр. вод, 2008. № 2. С. 40–48.
- Побегайло П.И. Роль донных организмов в процессах самоочищения водоемов, загрязненных сточными водами // Очистка промышленных сточных вод. М.: Госстроймиздат, 1959. С. 77–103.
- Тылик К.В. Питание и пищевые взаимоотношения рыб малых озер (на примере Калининградской области): Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 1987. 21с.
- Тылик К.В., Щербина Г.Х. Роль хирономид в питании рыб оз. Камышового // Биология внутренних вод: Информ. бюлл. Л., 1988. № 80. С. 39–43.
- Цветкова Л.И. О роли сапробных олигохет в кислородном балансе водоемов: Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 1969. 21 с.
- Чуйков Ю.С. Экология массовых видов планктонных беспозвоночных в водоемах, находящихся под влиянием колониальных поселений птиц: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1982, 21 с.
- Чуйков Ю.С. Зоопланктон Северного Прикаспия и Северного Каспия в условиях изменения уровня моря и антропогенных воздействий: Дис. докт. биол. наук в форме научного доклада. СПб, 1995. 73 с.
- Шилова А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л.: Наука, 1976. 253 с.
- Щербина Г.Х. Таксономический состав и сапробиологическая значимость донных макробеспозвоночных различных пресноводных экосистем Северо-Запада России // Экология и морфология беспозвоночных континентальных вод. Махачкала: Издательство «Наука ДНЦ», 2010. С. 426–466.
- Яковлев В.А. Изменение структуры зообентоса Северо-Восточной Фенноскандии под влиянием природных и антропогенных факторов: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Санкт-Петербург, 1999. 49 с.
- Dillon P.J., Rigler F.H. The phosphorous-chlorophyll relationship in lakes // Limnol. Oceanogr. 1974. V. 19. № 5. P. 767–773.
- Thiery B.C. Environmental instability and community diversity // Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc. 1982. № 4. P. 691–710.
- Uzunov J., Kosel V., Sladeček V. Indicator value of Fresh water Oligochaeta // Acta hydrobiol. 1988. V. 16. №. 2. P. 173–186.
- Vollenweider R.A. Advances in defining critical loading levels for phosphorous in lake eutrophication // Mem. Inst. Hydrobiol. 1976. V. 33. P. 53–83.

ФАУНА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ МОЛЛЮСКОВ РОДОВ PSEUDANODONTA И ANODONTA (MOLLUSCA: BIVALVIA: UNIONIDAE) В БАССЕЙНЕ ДНЕПРА УКРАИНЫ

Л.Н. Янович, М.М. Пампура

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко,
Украина, 10008, Житомир, Большая Бердичевская, 40, yanovichzt@ukr.net, pampura_maria@ukr.net

Днепр – главная водная артерия Украины. Это третья (после Волги и Дуная) по площади бассейна река в Европе. На территории Украины длина её составляет 981 км. Река протекает с севера на юг и вместе с притоками обводит почти половину территории. Днепр принимает множество притоков, наибольшие из них – Припять, Сула, Псел, Ворскла, Тетерев, Ирпень, Рось, Базавлук, Ингулец. В связи с сооружением гидроэлектростанций на Днепре возник ряд больших водохранилищ (Киевское, Кременчугское, Каневское, Днепродзержинское, Днепровское, Каховское).

Первые сведения о пресноводной малакофауне Украины, в том числе и бассейна Днепра, датируются первой половиной XIX-го столетия. Малакоценозы Лесостепной зоны Украины исследовал Г. Бельке (Belke, 1853, 1866). Ряд исследований (Ельский, 1862; Степанов, 1865; Радкевич, 1878; Кесслер, 1882; Рябинин, 1889) посвящено малакофауне бассейна среднего Днепра. Недостаточно изученными оставались пресноводные моллюски Степной зоны, впрочем и этот вопрос не остался без внимания (Clessin, 1883; Retowski, 1883). В 30–40-х гг. XX-го века значительно расширились малакологические исследования, которые характеризовали не только видовой состав, но и распространение, экологию мягкотелых Полесья, Лесостепи (Полянський, 1932; Белінг та ін., 1936; Жадин, 1938 и др.). Активизировались такие исследования в 60–80-х гг. того же столетия (Путь, 1954, 1957; Оливари, 1967; Иванцов, 1975; Стадниченко, 1984 и др.), которые охватили все природно-географические зоны Украины, через которые протекают Днепр и его притоки. При этом обращалось внимание на качественное и количественное изменение малакоценозов в сравнении с довоенными годами, обусловленное все возрастающим антропогенным влиянием на них. На сегодня из-за общей деградации водных экосистем Украины изучение видового состава, распространения, экологии перловицевых приобрело особенную потребность и актуальность.

Материал и методика исследований

Нами исследовано свыше 80 пунктов в бассейне Днепра. Сборы проводили в мае–октябре 2008–2009 гг. Моллюсков добывали вручную, проводили их видовую идентификацию (Glöer, Meier-Brook, 1998; Корнюшин, 2002). Плотность населения популяций определяли методом площадок (Жадин, 1952). Биомассу устанавливали взвешиванием обсохших особей. Рассчитывали встречаемость видов. Оценивали гидрологические особенности (температуру, скорость течения, глубина, прозрачность, характер донных отложений, наличие водной растительности) мест обитания перловицевых. В 37 пунктах сбора взяты пробы воды. Анализы воды проводились по общепринятым методикам (Алёкин, 1948). Градация абиотических факторов водной среды принята по В.И. Жадину (1938).

Результаты исследований и их обсуждение

В бассейне Днепра нами обнаружено три вида перловицевых родов *Pseudanodonta*, *Anodonta*: *Pseudanodonta complanata* Rossmassler, 1835, *Anodonta cygnea* Linnaeus, 1758 и *A. anatina* (= *piscinalis*) Nilsson, 1822.

P. complanata выявлен ранее (Слободяник, 1957; Александров, 1965; Иванцов, 1975; Стадниченко, 1984) не только в реках бассейна Днепра, а и в озерах, в Кременчугском и Каховском водохранилищах (рис. 1). Данные по экологии этого вида крайне бедны. Фиксировался при олиготипе фактора течения, однако отмечен и при мезотипе и политипе этого фактора. А.П. Стадниченко (1984) находила его на песчаных, песчано-илистых, песчано-щебнистых, гравийно-детритных донных отложениях. Отмечен (Гринбарт, 1953) и на ракушечнике. Отдавал предпочтение глубине около 1 м.

Нами зарегистрирована самая низкая среди беззубок (13.58%) встречаемость этого вида в бассейне Днепра. Обнаружен только на правом берегу Верхнего Днепра и в бассейне Среднего Днепра. Выявлен в реках с песчано-илистым дном при среднем течении (0.1–1.0 м/с) на глубине 0.7–1.5 м. Активная реакция среды составляет 7.10–7.82, перманганатная окисляемость – 12 мг/л. Плотность поселения моллюсков невысока (до 4 экз./м²), хотя преимущественно обнаружены единичные экземпляры. В 54.54% случаев найден совместно с *A. anatina*.

A. cygnea отмечен в XX-м столетии (Цееб та ін., 1964; Лубянов, Фатовенко, 1967; Стадниченко, 1984) не только в Днепре, но и в Кременчугском, Днепродзержинском, Каховском водохранилищах, озерах, прудах (рис. 2).

Обычная глубина его поселения – 0.5–2.0 м. Был обычен как в стоячих, так и в проточных водоемах. Отдавал предпочтение прозрачной воде и благоприятному кислородному режиму (77.6–113.8% насыщения). Обнаружен при рН среды – 6.40–8.82 (Коненко та ін., 1961; Григорьев, 1965; Гонтя, 1971 и др.). Пеллофил. Максимальная плотность поселения – до 150 экз./м² (Шнаревич, Иванчик, 1963).



Рис. 1. Распространение *P. complanata* в бассейне Днепра Украины: ▲ – литературные данные; ○ – собственные данные (черные – обнаружен, серые – не найден).



Рис. 2. Распространение *A. sugnea* в бассейне Днепра Украины: ▲ – литературные данные; ○ – собственные данные (черные – обнаружен, серые – не найден).

По нашим данным, сейчас в бассейне Днепра редок (частота встречаемости – 19.75%). Обнаружен, как и предыдущий вид, только в пределах правобережной части верхнего и среднего Днепра. Отмечен в рипали (глубина 0.5–1.5 м) рек, в озерах и прудах. Отдает предпочтение среднему, иногда медленному течению, однако, обнаружен и в стоячей воде (оз. Каменное, Радомышль Житомирской обл.; пруды, Романов, Ружин, Забриддя Житомирской обл.). Сосредоточен на песчано-илистых, песчано-каменистых с наилеием донных отложений, на участках без ила, или с его значительным количеством, не встречается. Отмечен в пределах рН 7.37–8.65. Как и предыдущий вид, в 90% случаев найден при мезотипе окисляемости (12 мг/л). Ни в одном из случаев плотность населения его популяций не превышала 4 экз./м², в преобладающем большинстве попадалось всего лишь 1–2 особи. В 81.25% пунктов сбора выявлен совместно с *A. anatina*.

A. anatina (=piscinalis) – эвритопный вид. Выявлен в Днепре, его водохранилищах и притоках (рис. 3) (Стадниченко, 1984). Преобладал на глубинах 0.5–1.5 м, иногда до 8.5 м (Конкина и др., 1928). Чаше всего поселялся в водоемах, скорость течения которых не превышает 0.1 м/с. Эвриадафичный вид,

отмечен при рН среды 7.65–8.90, концентрации O_2 в воде 0–10.24 мг/л (Жадин, 1940; Иванцев, 1975). Плотность поселения его популяций была до 35 экз./м².



Рис. 3. Распространение *A. anatina* в бассейне Днепра Украины: ▲ – литературные данные; ○ – собственные данные (черные – обнаружен, серые – не найден).

Результаты наших исследований подтвердили широкую экологическую пластичность *A. anatina* и наивысшую частоту встречаемости среди беззубок – 60.49%. Это единственный вид среди моллюсков родов *Pseudanodonta*, *Anodonta*, отмеченный нами в бассейне всего Днепра, выявленный в реках, озерах и водохранилищах (Маккортовское, Днепроовское). Часто поселяется на участках со стоячей водой или с медленным течением, однако, не избегает и политипа (до 1.5 м/с) этого фактора. В последнем случае почти полностью зарывается в донные отложения. Отмечен на разных, часто сильно заиленных донных отложениях. Может встречаться на мелководье (глубина 10–15 см), что не отмечалось ранее, и на глубинах до 2 м.

Преобладал на глубинах 0.5–1.5 м, иногда до 8.5 м (Конкина и др., 1928). Чаще всего поселялся в водоемах, скорость течения которых не превышает 0.1 м/с. Эвриэдафичный вид, отмечен при рН среды 7.65–8.90, концентрации O_2 в воде 0–10.24 мг/л (Жадин, 1940; Иванцев, 1975). Плотность поселения его популяций была до 35 экз./м².

Результаты наших исследований подтвердили широкую экологическую пластичность *A. anatina* и наивысшую частоту встречаемости среди беззубок – 60.49%. Это единственный вид среди моллюсков родов *Pseudanodonta*, *Anodonta*, отмеченный нами в бассейне всего Днепра, выявленный в реках, озерах и водохранилищах (Маккортовское, Днепроовское). Часто поселяется на участках со стоячей водой или с медленным течением, однако, не избегает и политипа (до 1.5 м/с) этого фактора. В последнем случае почти полностью зарывается в донные отложения. Отмечен на разных, часто сильно заиленных донных отложениях. Может встречаться на мелководье (глубина 10–15 см), что не отмечалось ранее, и на глубинах до 2 м.

Нами отмечен при рН от 7.07 (р. Уж, Коростень Житомирской обл.) до 8.65 (р. Сула, Лубны Полтавской обл.), то есть выдерживает больший, чем указывается в литературе, диапазон этого показателя. Это единственный среди беззубок вид, который может обитать при максимальной окисляемости. В 25% пунктов зарегистрировано значение этого показателя 16 мг/л, в около 40% – 12 мг/л. Именно такая выносливость моллюска объясняет тот факт, что он может жить там, где другие близкие ему виды не встречаются.

По экологической пластичности близок к *U. tumidus* Philipsson, 1788 и *U. pictorum* Linnaeus, 1758, поэтому наиболее часто совместно с этими видами и поселяется. Правда, плотность его поселения почти всегда им уступает, не превышая 10–12 экз./м². Средние значения этого показателя – 5 экз./м².

Заключение. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что в бассейне Днепра сократился ареал *P. complanata* и *A. cygnea*. Их не обнаружено в бассейне нижнего Днепра и в левобережной части верхнего Днепра. Вероятной причиной является неспособность этих видов моллюсков обитать в антропогенно измененных условиях. Они наиболее стагнофильны, их экологические спектры

относительно рН среды, перманганатной окисляемости, степени заиленности донных отложений, глубины и скорости течения с изменением условий среды остались практически прежними. Наименее устойчивым к колебаниям значений вышеназванных экологических факторов является вид *P. complanata*. Для *A. anatina* характерна значительная экологическая пластичность, что дает возможность этому виду существовать в измененных условиях обитания. Этот вид найден в Днепровском водохранилище, а в Каховском и Кременчугском – выявлены только обломки раковин этого же вида.

Максимальная плотность поселения среди беззубок отмечена для *A. anatina* (10–15 экз./м²). Средняя плотность для каждого вида редко превышает 5 экз./м². *A. cygnea* и *P. complanata* в большинстве случаев выявлены единичными экземплярами.

Список литературы

- Александров Б.М. Двустворчатые моллюски озер Карелии // Фауна озер Карелии (Беспозвоночные). М.-Л.: Наука, 1965. С. 96–100.
- Алёкин О.А. Гидрохимия рек СССР. Л.: Гидрометеорол. изд-во, 1948. 184 с.
- Ельский К.М. О малакологической фауне окрестностей г. Киева // Изв. ун-та Св. Владимира. 1862. № 8. С. 187–194.
- Гонтя Ф.А. Моллюски Кучурганского лимана // Моллюски. Пути, методы и итоги их изучения. Л.: Наука, 1971. С. 82–83.
- Григорьев Б.Ф. О составе и количественном распределении моллюсков в низовьях Южного Буга // Моллюски. Вопр. теор. и прикл. малакологии. М.-Л.: Наука, 1965. С. 86–89.
- Гринбарт С.Б. Бентос Днестровского лимана и низовьев Днестра, его кормовая оценка // Материалы по гидробиологии и рыболовству лиманов северо-западного Причерноморья. Одесса: Изд-во Одес. ун-та, 1953. С. 7–17.
- Жадин В.И. Фауна СССР. Моллюски. Сем. Unionidae. Т. IV. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 172 с.
- Жадин В.И. Фауна рек и водохранилищ. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 991 с.
- Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 376 с.
- Иванцев В.В. Особенности распространения моллюсков семейства Unionidae в Кременчугском водохранилище // Вестн. зоологии. 1975. № 6. С. 82–84.
- Кесслер К.Ф. Отчет о путешествии по Днепру в 1844 г. // Тр. о-ва естествоиспытателей при СПб. ун-те. 1882. 13, вып. 1. С. 55–73.
- Конкина С.А., Милославская Н.М., Паули В.Л. Список моллюсков и высших ракообразных северо-западного бассейна Черного моря // Тр. гос. ихтиол. опыт. ст. 1928. 3, вып. 2. С. 27–47.
- Корнюшин А.В. О видовом составе пресноводных двустворчатых моллюсков Украины и стратегии их охраны // Вестн. зоологии. 2002. № 36. С. 9–23.
- Лубянов И.П., Фатовенко М.А. Первые этапы формирования донной фауны Днепродзержинского водохранилища // Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. 1967. С. 147–158.
- Оливари Г.А. Закономерности изменения бентоса Днепра в связи с зарегулированием его стока // Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. 1967. С. 291–311.
- Радкевич Г. Список водных мягкотелых и пиявок, собранных в Харьковской и Полтавской губерниях // Тр. о-ва испытателей природы при Харьк. ун-те. 1878. 12. С. 1–2.
- Рябинин И.В. Влияние текучей воды на форму Unionid (Моллюски Большого Банного озера). Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1889. 31с.
- Степанов П.Т. История развития пластинчато-жаберных мягкотелых. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1865. 75 с.
- Белінг Д., Ролл Я., Марковский Ю. та ін. Гідробіологічна характеристика заплавної водойми середньої течії р. Десни // Тр. гідробіол. ст. АН УРСР. 1936, № 11. С. 19–139.
- Коненко Г.Д., Підгайко М.Л., Радзимовський Д.О. Ставки Полісся України. К.: Вид-во АН УРСР, 1961. 139с.
- Полянський Ю. Матеріали до пізнання малякофауни Західного Полісся // Зб. фізіографіч. комісії Т-ва ім. Т.Г. Шевченка у Львові. 1933. Вип. 4/5. С. 83–100.
- Путь А.Л. Порівняльна колекція сучасних моллюсків відділу палеозоології Інституту зоології АН УРСР // Зб. праць зоол. музею АН УРСР. 1954. №26. С. 97–118.
- Путь А.Л. До пізнання фауни прісноводних моллюсків Української РСР // Тр. ін-ту зоології АН УРСР, 1957. 14. С. 97–118.
- Слободяник А.Я. Матеріали до вивчення моллюсків Нижнього Дністра і Дністровського лиману // Праці Одес. ун-ту. Сер. біол. наук, 1957. 147, № 8. С. 181–185.
- Стадниченко А.П. Фауна України. Перлівницеві. Кулькові. Т. 29. К.: Наук. думка, 1984. 384с.
- Цееб Я.Я., Олівари Г.А., Гурвич В.В. Систематико-екологічний огляд безхребетних Каховського водоймища // Каховське водоймище. К.: Наук. думка, 1964. С. 290–295.
- Шнарович І.Д., Іванчик Г.С. Розподіл і промислові запаси двостулкових моллюсків у водоймах Прикарпаття та можливості їх використання у форелівництві // Матеріали до вивчення природних ресурсів Поділля. Тернопіль–Кременець: Вид-во Кременецьк. пед. ін-ту, 1963. С. 187–188.
- Belke G. Quelques mots sur le slimak et la faune de Kamienetz-Podolski // Bull. Soc. Imp. de Mosc. 1853. 26. P. 410–437.
- Belke G. Notice sur l'Histoire Naturelle du district de Radomysl (Gouvernement de Kief) // Bul. Soc. Imp. Nat de Mosc. 1866. 39. P. 491–526.
- Clessin S. Anhang zur Molluskenfauna der Krim // Malakozoologische Blätter. 1883. 6. S. 37–52.
- Glöer P., Meier-Brook C. Susswassermollusken. Hamburg : DJN, 1998. 136 S.
- Retowski O. Die Molluskenfauna der Krim // Malakozool. Blät. 1883. 8. S. 1–34.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
ВОСПОМИНАНИЯ О Ф. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОМ (ПОРТРЕТ БОЛЬШОГО УЧЁНОГО И ДРУГА) Б.В. Сапунов	4
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА РАЗДАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА А.О. Айрапетян	5
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ СРЕДНЕКАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ М.С. Алексеевнина, А.М. Истомина	6
ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ОЗ. ИЛЬМЕНЬ Е.А. Андреева	11
СТРЕКОЗЫ (INSECTA, ODONATA) ДОЛИН МАЛЫХ РЕК САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В.В. Аникин, Е.В. Угольникова	16
ОПУХОЛЕПОДОБНЫЕ АНОМАЛИИ (TUMOR LIKE ANOMALIES) АССОЦИИРОВАННЫЕ С КАЛЯНИДАМИ <i>ARCTODIARTOMUS SALINUS</i> (DADAY) В МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОЗЕРАХ ХАКАСИИ Т.Н. Ануфриева	17
ВЛИЯНИЕ ТРЕМАТОДНОЙ ИНВАЗИИ НА КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГЕМОЛИМФЫ МОЛЛЮСКОВ <i>PLANORBARIUS CORNEUS</i> (GASTROPODA: PULMONATA) Г.Л. Атаев, Е.Е. Прохорова	19
ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНОЦЕНОЗА СРЕДНИХ ОЗЕР АКМОЛИНСКОГО РАЙОНА СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА Г.А. Аубакирова, Б.С. Майканов, Е.В. Пищенко, И.В. Морузи	20
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА СТЕПНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ Е.Ю. Афонина	22
ПИЩЕВОЙ ФАКТОР И УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛИКУЛЬТУРЫ КОЛОВРАТОК Е.Н. Бакаева	26
СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МАКРОБЕНТОСА В ЗАРОСЛЯХ МАКРОФИТОВ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА М.А. Барбашова, Е.А. Курашов	30
ВЛИЯНИЕ ОЗЕРНОГО ЗООПЛАНКТОНА НА СТРУКТУРУ И ПРОДУКЦИЮ ЗООБЕНТОСА ПОРОЖИСТОЙ РЕКИ В ЛЕТНЮЮ МЕЖЕНЬ (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. КЕДРОЗЕРА, Р. ЛИЖМА, БАСС. ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА) И.А. Барышев, В.И. Кухарев, А.Н. Круглова	34
РЕВИЗИЯ ПОДРОДА <i>EURYCERCUS</i> (<i>BULLATIFRONS</i>) FREY, 1975 (CLADOCERA: ANOMOPODA) Е.И. Беккер	36
СВОБОДНОЖИВУЩИЕ МОРСКИЕ НЕМАТОДЫ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) Л.С. Белогурова	38
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В.П. Беляков	41
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ В ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЕ МУДЬЮГСКИХ ОЗЕР Ю.В. Беспалая	44
К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ CLADOCERA (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA) О.С. Бойкова	45
ДИНАМИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЗООПЛАНКТОНА ЗОНЫ ВЫКЛИНИВАНИЯ ПОДПОРА МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬДЬ РЫБИНСКИМ ВОДОХРАНИЛИЩЕМ С.Э. Бологов, А.И. Цветков, Н.Н. Жгарева, М.И. Малин, А.В. Крылов	49
ОСОБЕННОСТИ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОНА МЕЛКОВОДИЙ РАЗНОГО ТИПА ВОЛЖСКОГО И ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ПЛЕСОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА М.Г. Борисович, В.А. Яковлев	54
ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОММЕНСАЛОВ БОКОПЛАВОВ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ Е.Г. Бошко	54
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПРИТОКАХ РЕКИ ЦНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ М.Е. Буковский, А.А. Олейников	58
ГАЛОФИЛЬНЫЙ РАЧОК <i>ARTEMIA</i> SP. В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ Л.В. Веснина	61
ПРОДУКЦИЯ ГИПЕРГАЛИННЫХ ОЗЕР АЛТАЙСКОГО КРАЯ Л.В. Веснина, Г.В. Пермякова	63
РОЛЬ БАЙКАЛЬСКОГО БОКОПЛАВА <i>MICRUROPUS POSSOLSKII</i> SOW. В ЭКОСИСТЕМЕ ВЕРХНЕЙ ОБИ А.М. Визер	65
ФАУНА ХИРОНОМИД (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) ПРУДА ШКОЛЬНОГО ГОРОДА КАЛИНИНГРАДА Н.В. Винокурова, Т.А. Червоткина	67
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА В МАЛЫХ ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ М.А. Гвоздев, Д.Р. Баженова	69
КАРДИОАКТИВНОСТЬ И ПОВЕДЕНИЕ МИДИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ А.В. Гудимов	69
ДОННАЯ МЕЙОФАУНА КАРСТОВЫХ ОЗЕР ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТАВ И УРОВЕНЬ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД В.А. Гусаков	70
ВАРИАЦИИ МОРФОЛОГИИ <i>PSEUDOCALANUS MINUTUS</i> В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий	74

ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ СИМБИОТИЧЕСКИХ БОКОПЛАВОВ РОДА <i>ISCHYROCERUS</i> В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ	
А.Г. Дворецкий, В.Г. Дворецкий	75
АМФИПОДЫ ИЗ РАЙОНА НЕФТЕДОБЫЧИ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА (ОХОТСКОЕ МОРЕ)	
Н.Л. Демченко	76
БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗООПЛАНКТОНА УСТЬЯ КУРЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ	
Джалилов Анвар Гойджа оглы	78
К ИЗУЧЕНИЮ ВОДНЫХ АДЕРНАГА (<i>COLEOPTERA</i>) ОЗЕРНО-РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЭНГОЗЕРА (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)	
В.Г. Дядичко	82
ТАКТИКА И СТРАТЕГИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ АДАПТАЦИЙ <i>SALANOIDA</i> (<i>CRUSTACEA</i> , <i>COPEROIDA</i>) К УСЛОВИЯМ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ	
Н.А. Евдокимов	86
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ОЗЕРАХ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ БАРАБИНСКО-КУЛУНДИНСКОЙ ОЗЕРНОЙ ПРОВИНЦИИ (ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)	
Н.И. Ермолаева	90
ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ (<i>ACARIFORMES</i> , <i>HYDRACHTNIDIA</i>) В ПРИБРЕЖЬЕ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ	
О.Д. Жаворонкова	93
ФАУНА И ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОНОГЕНЕЙ РЫБ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА (БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ), РЕК ПРЕГОЛИ И ПРОХЛАДНОЙ	
С.К. Заостровцева, Е.Б. Евдокимова	95
СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ <i>BUCCINUM HYDROPHANUM</i> БАРЕНЦЕВА МОРЯ	
Д.В. Захаров	99
МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ В ЭПИБИОЗЕ РАКОВИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ <i>CRASSOSTREA GIGAS</i> (<i>BIVALVIA</i>) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ	
Л.В. Зверева, О.Г. Борзых	99
КОМПЛЕКСЫ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ – АССОЦИАНТОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА <i>MIZUNOPESTEN YESSOENSIS</i> И ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ <i>MYTILUS TROSSULUS</i> В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ	
Л.В. Зверева, О.Г. Борзых	101
МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ – ОПОРТУНИСТЫ ПРИ ПАТОЛОГИЯХ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ <i>MYTILUS TROSSULUS</i> (<i>BIVALVIA</i>) ИЗ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ	
Л.В. Зверева, Л.Н. Ушева	104
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ (<i>CRUSTACEA</i>) В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (ПЕЧОРСКОЕ МОРЕ)	
О.Л. Зиминая, Н.А. Анисимова, О.С. Любина	106
МАКРОЗООБЕНТОС ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ (ПРИЭЛЬТОНЬЕ)	
Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк	108
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА <i>DAPHNIA</i> O.F. MÜLLER, 1785 (<i>CRUSTACEA: CLADOCERA</i>) ИЗ ГЛУБОКОГО ОЗЕРА И БАССЕЙНА ОЗЕРА ЧАНЫ	
Е.И. Зуйкова, Н.А. Бочкарев, А.В. Катохин	112
РУЧЕЙНИКИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко	115
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРЕСНОВОДНОГО МЕЙОБЕНТОСА НА УКРАИНЕ	
В.В. Иншина	116
СУТОЧНАЯ МИГРАЦИЯ ЗООПЛАНКТОНА МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА ДОРНИНСКОЕ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)	
М.Ц. Итигилова	119
МАКРОЗООФИТОС ШАРКАНСКОГО ЗАЛИВА ВОТКИНСКОГО ПРУДА (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	
И.А. Каргапольцева	122
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОТАЛЬНОГО БАКТЕРИОПЛАНТОНА	
И.Ю. Киреева	126
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ЦНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В КАЧЕСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНДИКАТОРА	
Н.Н. Коломейцева	129
СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТУРБЕЛЛЯРИЙ МАЛЫХ РЕК ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ	
Е.М. Коргина	133
ЧИСЛЕННОСТЬ, БИОМАССА И БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООФИТОСА ВОДОЕМОВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ	
К.А. Корляков	135
К ФАУНЕ АКТИНИЙ МОРСКОГО ОБРАСТАНИЯ	
Е.Е. Костина	138
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ВОЗРАСТА РАПАНЫ (<i>RAPANA VENOSA</i> (<i>VALENCIENNES</i> , 1846)) ПО ДИНАМИКЕ $\delta^{18}O$ В КАРБОНАТАХ РАКОВИНЫ	
А.Р. Косьян, Ж.А. Антипушина	140
ИСКОПАЕМЫЕ МЕЗОЗОЙСКИЕ ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (<i>CRUSTACEA: CLADOCERA</i>): ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ПЯТЬ ЛЕТ	
А.А. Котов	145
ДОННЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ В ПИТАНИИ ЛЕЩА	
Е.В. Кравченко	147

ВОДНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ УСАДЬБЫ ЗНАМЕНСКОЕ-САДКИ: ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	
М.Г. Кривошеина	149
РАЗНООБРАЗИЕ И СОСТАВ ДОМИНАНТНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ КАЗАХСТАНА	
Е.Г. Крупа	151
ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ПЕРИОД С 1946 ПО 2009 ГГ.	
А.В. Кузнецов, И.А. Рыбникова	153
ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОЛОНИЙ ГИДРОФИЛЬНЫХ ПТИЦ НА ЗООПЛАНКТОН ОТКРЫТОГО И ЗАЩИЩЕННОГО ПРИБРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
Д.В. Кулаков, А.В. Крылов, В.Г. Папченков	159
ДЕЭВТРОФИРОВАНИЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА: СВИДЕТЕЛЬСТВО СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ МЕЙОБЕНТОСА	
Е.А. Курашов, Д.С. Дудакова	163
РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО <i>HETEROCOPE SALIENS</i> , В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С РАСТЕНИЯМИ	
С.А. Курбатова, И.Ю. Ершов	167
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗООПЛАНКТОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
В.И. Лазарева	169
МОЛЛЮСКИ МЯГКИХ ГРУНТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО МОРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)	
Е.Б. Лебедев	173
СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ МАКРОЭПИБИОЗА ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ	
И.Р. Левенец, И.И. Овсянникова	177
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАКОВИН ДРЕЙССЕНИД ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
Р.А. Лизогубов	180
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК РАЗНОГО ПОРЯДКА ПО СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. ДНЕПР, РБ)	
Т.П. Липинская	182
БЕНТОФАУНА ВОДОЕМОВ В КАЛЬДЕРЕ ВУЛКАНА УЗОН И ДОЛИНЕ ГЕЙЗЕРОВ (КАМЧАТКА)	
Л.Е. Лобкова, В.В. Чебанова	185
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ ОЗЕР КОНОШСКО-ВЕРХНЕВАЖСКОГО ЛАНДШАФТА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Е.В. Лобуничева	189
МЕТАСООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА ЗАБОЛАЧИВАЮЩИХСЯ ОЗЕР В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	
Т.Г. Стойко, Ю.А. Мазей	192
ВЛИЯНИЕ УРОВЕННОГО РЕЖИМА НА СОСТОЯНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ И ЗАРАСТАЕМОСТЬ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
Ю.А. Малинина, Е.Э. Сониная, Е.И. Филинова	194
ПОРОГОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАТИОНОВ ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА РЕЧНОГО РАКА В ПРЕСНЫХ ВОДОЕМАХ	
В.И. Мартемьянов, А.С. Маврин	195
СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ ОЛИГОХЕТ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
С.Ф. Матчинская, Ю.В. Плигин	198
ПИТАНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ В 2000-Х ГОДАХ	
А.И. Молодцова, А.А. Полянинова	202
ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ КРУПНЫХ ОЗЕР ЗДВИНСКОГО РАЙОНА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	
И.В. Морузи, Е.В. Пищенко, П.В. Белоусов, С.В. Севастеев, А.А. Кропачева	203
ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ЗАРАСТАЮЩЕГО ОЗЕРА (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. БЕЛОЕ, РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)	206
О.В. Мухортова, С.В. Быкова, В.В. Жариков, Н.Г. Тарасова, Е.Н. Унковская	206
ВОДНЫЕ ЖУКИ-ДОЛГОНОСИКИ (INSECTA: COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA) ДНЕПРОВСКИХ ОСТРОВОВ Г. КИЕВА	
В.Ю. Назаренко	210
О РАСПРОСТРАНЕНИИ <i>DREISSENA POLYMORPHA</i> (PALLAS, 1771) В РЕКЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЕ	
Н.В. Неверова, Н.М. Махнович	211
УСОНОГИЕ РАКИ В ЛИТОРАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ КУТОВОЙ ЧАСТИ АМУРСКОГО ЗАЛИВА И О. РУССКИЙ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)	
И.И. Овсянникова	212
МАКРОЗООБЕНТОС Р.МИРОЖКИ (Г. ПСКОВ) В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОТОЧНОСТИ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ РУСЛА	
М.С. Осипова	214
СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИДОННОГО ЗООПЛАНКТОНА В РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОТОПАХ ОЗЕР РАЗНОГО ТИПА	
А.Л. Палаш	217
ГЛУБОКОВОДНАЯ МЕЙОФАУНА ОЗЕР КРИВОЕ И СТАРУШЕЧЬЕ (КАРЕЛИЯ)	
В.А. Петухов	218

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЙ ВИДА-ЭДИФИКАТОРА БАЙКАЛЬСКОГО ЗООПЛАНКТОНА <i>EPISCHURA BAIKALENSIS</i> SARS И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ ТЕРМИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ЕЁ РАЗВИТИИ	
Е.В. Пислегина.....	221
ПОНТО-КАСПИЙСКИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ В ЦЕНОТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ МАКРОЗООБЕНТОСА КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (р. ДНЕПР)	
Ю.В. Плигин.....	224
ЗООПЛАНКТОН ПРЭСНОВОДНЫХ КАРСТОВЫХ ОЗЕР В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	
В.Н. Подшивалина.....	228
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ Е.В. БАЛУШКИНОЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНЫХ ВОДОТОКОВ	
И.В. Поздеев.....	231
АДАПТАЦИИ УСОНОГИХ РАКОВ (CIRRIPIEDIA, THORACICA) К ОБИТАНИЮ В СООБЩЕСТВАХ ОБРАСТАНИЯ	
О.П. Полтаруха.....	234
POLYRHEMOIDEA (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA) САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
А.И. Попов.....	238
АМФИБИОНТНЫЕ НАСЕКОМЫЕ НА ФАКУЛЬТАТИВНО ПЕРЕСЫХАЮЩЕМ ВОДОЕМЕ	
О.Н. Попова.....	240
СООБЩЕСТВА ЧЛЕНИСТОНОГИХ (ARTHROPODA) В ВОДОЕМАХ г. ЯКУТСКА	
Н.К. Потапова.....	243
СООБЩЕСТВА ВОДНЫХ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ В СОСТАВЕ КОНСОРЦИЙ РЯСКОВЫХ (LEMNACEAE) ВОДОЕМОВ УСМАНСКОГО БОРА	
А.А. Прокин, П.Г. Дубов.....	246
МАКРОЗООБЕНТОС МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ В ПРЕДЕЛАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО ДАННЫМ 2008 Г.)	
А.А. Прокин, Ю.К. Петрухин.....	249
РАЗНОВРЕМЕННЫЕ СУКЦЕССИИ В ВОДОЕМЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ АЭС	
А.А. Протасов, А.А. Силаева.....	256
К МЕТОДИКЕ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	
Т.А. Прохода.....	260
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗООБЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ РЕК ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА	
С.И. Решетников, А.Н. Пашков.....	262
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭВТРОФИРОВАНИЯ И НАРУШЕНИЙ КЛИМАТА НА КРИОФИЛЬНЫЙ ЗООПЛАНКТОН ОЗЁР СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ	
И.К. Ривьер.....	265
ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА КАНДРЫКУЛЬ	
Р.З. Сабитова.....	267
ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ <i>CLOEON SIMILE</i> EATON (EPHEMEROPTERA) И <i>COENAGRION HASTULLATUM</i> CHARPENTIER (ODONATA)	
В.М. Садырин.....	269
ЭКОЛОГО-СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ И ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭПИФАУНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ	
Ю.О. Санжак, А.В. Ляшенко.....	273
ДИНАМИКА БИОГЕНОВ, БИОМАССЫ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ХОДЕ ПРОЦЕССА ЭВТРОФИКАЦИИ	
В.Б. Сапунов.....	277
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НОВОГО ДЛЯ ВОДОЕМА ВИДА <i>CYCLOPS KOLENSIS</i> LILLJEBORG, 1901 В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ	
А.С. Семенова.....	282
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ	
А.С. Семенова, Н.Н. Жигалова.....	286
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В ВИСЛИНСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ	
В.С. Семенова, А.С. Семенова, О.А. Дмитриева.....	289
ВЫЖИВАЕМОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ В ОБСЫХАЮЩИХ И ПРОМЕРЗАЮЩИХ ГРУНТАХ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ Р. УЛЕЙМА	
В.П. Семерной, Е.М. Фомичева.....	291
НОВЫЕ ВИДЫ ВЕТВИСТОУСЫХ ИЗ БАССЕЙНА АМУРА	
А.Ю. Синев, А.А. Котов.....	295
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗООПЕРИФИТОННЫХ СООБЩЕСТВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ	
Е.Э. Сониная.....	296
МАКРОЗООБЕНТОС РЕК ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ: СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ	
Д.А. Смирнова.....	298
ЗНАЧЕНИЕ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПИТАНИИ МАССОВОГО ВИДА БЫЧКОВЫХ РЫБ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ – БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА	
Т.Г. Степанова.....	300
ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА ОЗ. ПЛЕЩЕЕВО В ГОДОВОМ ЦИКЛЕ	
В.Н. Столбунова.....	302

СТРУКТУРА РАЗНООБРАЗИЯ ГЕТЕРОТРОФНЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ (PROTISTA) ЗАБОЛОЧЕННЫХ ВОДОЕМОВ Д.В. Тихоненков, Ю.А. Мазей	306
ПИТАНИЕ МОЛОДИ ВОБЛЫ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ Э.Ю. Тихонова.....	308
НОВЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ ВИДЫ ПРЕСНОВОДНОГО БЕНТОСА И РАСЧЕТ ИХ ВИДОВЫХ САПРИБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК Т.А. Трофимова	310
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ <i>ADACNA COLORATA</i> (EICHWALD, 1929) В НИЖНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ Е.И. Филинова	314
ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП НА АКТИВНОСТЬ КАРБОГИДРАЗ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ А.А. Филиппов, А.И. Аминов, И.Л. Голованова	315
БИОЛОГИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НАДСЕМЕЙСТВА PISIDIOIDEA ИЗ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ А.А. Фролов	318
АУТЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА CHYDORIDAE (CLADOCERA: BRANCHIOPODA) АРКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ Л.А. Фролова	321
ВЛИЯНИЕ СОЗДАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВОДОЕМОВ НА ФАУНУ СТРЕКОЗ А.Ю. Харитонов	325
МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИН <i>VIVIPARUS VIVIPARUS</i> L. (КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ) Л.Н. Хлус	328
МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗОНАЛЬНО-БИОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАКРОБЕНТОСА ЛИТОРАЛИ Б. КРАБОВОЙ (О-В ШИКОТАН, КУРИЛЬСКИЕ О-ВА) А.П. Цурпало	329
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАУНЫ ГИДРОИДОВ (CNIDARIA, HYDROIDEA) В РАЙОНЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА С.Ф. Чаплыгина	332
ЗООПЛАНКТОН РАЗНОТИПНЫХ БОЛОТ ПСКОВСКО-ЧУДСКОЙ ПРИОЗЕРНОЙ НИЗМЕННОСТИ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010 Г. А.В. Черевичко	335
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СООБЩЕСТВ МИЗИД С.А. Черкашин	337
НАХОДКИ РЕДКИХ ВИДОВ ГОЛЫХ ЖАБРОНОГОВ (CRUSTACEA, ANOSTRACA) В ОЛИГОГАЛИННЫХ ВОДОЁМАХ ЧЕРНОМОРСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА НАН УКРАИНЫ Д.Д. Чернякова	339
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗНООБРАЗИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СООБЩЕСТВ РЕОФИЛЬНОГО МАКРОЗООБЕНТОСА ПАЛЕАРКТИКИ М.В. Чертопруд	340
АДАПТИВНЫЙ ДИСКРЕТНЫЙ ПОЛИФЕНИЗМ КЛАДОЦЕР: EVO-DEVO И ПОПУЛЯЦИОННАЯ ДИНАМИКА В.К. Чугунов	345
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА РОДНИКОВЫХ РУЧЬЕВ ГОРОДА ЖИГУЛЕВСК Т.А. Чужекова	346
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЛАКОЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЁР ПО ЗООПЛАНКТОНУ Л.И. Шарапова	349
ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ <i>CYCLOPS KOLENSIS</i> LILLJEBORG, 1901 И <i>EPISCHURA BAICALENSIS</i> SARS, 1900 В ЮЖНОМ БАЙКАЛЕ И ПРОЛИВЕ МАЛОЕ МОРЕ (1997–2007 гг.) Н.Г. Шевелева, К.Н. Кипрушина	352
ПОКАЗАТЕЛИ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА УСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ОКИ И ОЦЕНКА ЕГО СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Г.В. Шурганова, Г.О. Маслова	355
ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА Р. КЕРЖЕНЕЦ И КЕРЖЕНЕЦКОГО ОТРОГА ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА Г.В. Шурганова, М.Л. Тарбеев	357
ВЛИЯНИЕ ТЕТРАДЕЦИЛТРИМЕТИЛАММОНИЙ БРОМИДА (ТДТМА) НА БЕЛКОВЫЙ БИОСИНТЕЗ ТКАНЕЙ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> LAM. С.А. Щербань	361
ИЗМЕНЕНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ОЗЕРА КАМЫШОВОГО ПОСЛЕ ЛИКВИДАЦИИ УТИНОЙ ФЕРМЫ Г.Х. Щербина	363
ФАУНА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ МОЛЛЮСКОВ РОДОВ PSEUDANODONTA И ANODONTA (MOLLUSCA: BIVALVIA: UNIONIDAE) В БАССЕЙНЕ ДНЕПРА УКРАИНЫ Л.Н. Янович, М.М. Пампура	367

