

Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанского института географии ДВО РАН
Центр охраны дикой природы

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ

**Доклады
XII–XIII международных
научных конференций,
2011–2012 гг.**

**Conservation of biodiversity of Kamchatka
and coastal waters**

Proceedings of XII and XIII international scientific conferences
Petropavlovsk-Kamchatsky, 2011–2012



**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

Петропавловск-Камчатский
Издательство «Камчатпресс»
2013

УДК 57 (265.53)
ББК 28.688
С54

Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Доклады XII–C54 XIII международных научных конференций. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2013. – 170 с.

ISBN 978-5-9610-0208-9

Сборник включает отдельные доклады состоявшихся 14–15 декабря 2011 г. и 14–15 ноября 2012 г. в Петропавловске-Камчатском XII и XIII международных научных конференций по проблемам сохранения биоразнообразия Камчатки и прилегающих к ней морских акваторий. Рассматривается история изучения и современное биоразнообразие отдельных групп флоры и фауны полуострова и прикамчатских вод. Обсуждаются различные аспекты сохранения биоразнообразия в условиях возрастающего антропогенного воздействия.

УДК 57 (265.53)
ББК 28.688

Редакционная коллегия:

В.Ф. Бугаев, д.б.н., А.М. Токранов, д.б.н. (отв. редактор), О.А. Чернягина

Перевод на английский язык Т.А. Пинчук

Издано по решению Ученого Совета КФ ТИГ ДВО РАН

Книга издана при поддержке Фонда Джона Д. и Кэтрин Т. Макартуров

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА КУЛТУЧНОГО (ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ, КАМЧАТКА)

Т.Л. Введенская, А.В. Улатов, Т.В. Бонк

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский*

В результате проведенного мониторинга в оз. Култучном были получены гидрологические, гидрохимические и гидробиологические сведения и предложены мероприятия по улучшению экологического состояния его экосистемы.

ECOLOGICAL STATE OF KULTUCHNOYE LAKE (EAST KAMCHATKA)

T.L. Vvedenskaya, A.V. Ulatov, T.V. Bonk

Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamhatsky

Data on hydrology, hydrochemistry and hydrobiology have been obtained as a result of complex monitoring of Kultuchnoye Lake, and measures for improvement of the current state of local ecosystem are proposed.

Озеро Култучное, расположенное в центре г. Петропавловска-Камчатского, раньше имело рекреационное и рыбохозяйственное значение, так как, по сообщению старожилов города, в него заходили на нерест нерка, кижуч, голец и малоротая корюшка. По мере расширения городской застройки акватория озера сокращалась, его сток в бухту стал осуществляться по подземному трубопроводу и озерные воды подвергались различным загрязнениям. Эти преобразования способствовали постепенному изменению гидрологического режима и трофического статуса водоема.

Эвтрофикация оз. Култучного в основном происходит за счет притока биогенных элементов извне. В настоящее время, согласно сообщению администрации МУП «Петропавловский водоканал», канализационные стоки не поступают в озеро, и основным источником его загрязнения является поверхностный сток с дорог и прилегающих территорий, особенно интенсивный в период таяния снега, несанкционированные сбросы через трубы, выведенные в акваторию озера. Значительное количество мусора поступает в озеро во время традиционных массовых гуляний населения города.

Экологические проблемы оз. Култучного неоднократно обсуждались в средствах массовой информации и были предприняты безуспешные попытки очистить его с помощью земснаряда. При этом практически не проводились исследования, позволяющие оценить не только современное состояние озерной экосистемы, но и возможность его улучшения.

Цель настоящей работы – дать комплексную гидрологическую, гидрохимическую и гидробиологическую характеристику оз. Култучного.

Материал и методика

Мониторинговые работы в оз. Култучном проведены в период 2008–2011 гг., выполнены эпизодически и фрагментарно.

В 2008 г. были собраны две пробы зообентоса в западном районе озера, в 2009 г. – две пробы в южном районе, в 2010 и 2011 гг. – по семь проб по всей акватории озера, в том числе и в болоте. Кроме того, в 2011 г. сбор проб бентоса проведен по разрезу запад–восток через центр озера на семи станциях. Сбор проб осуществляли ловушкой Леванидова, которая широко используется в практике гидробиологических исследований (Леванидов, 1976).

При сборе ихтиологических проб использовали мальковый невод (длина 10 м, высота 1,5 м, размер ячеи 3–4 мм; мешок с кутовой частью 1,5 м из узловый дели, размер ячеи 5–8 мм) и сачок. На мелководье около берега и на глубине до 3 м с помощью моторной лодки этим неводом было выполнено 10 обловов. Проведен неполный биологический анализ 500 экз. рыб и отобраны желудки 150 экз. для определения состава пищи.

Гидрохимические исследования выполнены 20 июля 2011 г. на пяти станциях по всей акватории озера и в болоте.

При оценке экологического состояния и сапробности озера учитывали структуру и количественные показатели макрозообентоса. Этот метод был использован ранее при оценке состоянии водотоков, протекающих по территории г. Петропавловска-Камчатского и испытывающих антропогенное воздействие (Введенская, 2011).

Авторы выражают искреннюю благодарность В.П. Семернову, доктору биологических наук, профессору кафедры экологии и зоологии факультета биологии и экологии Ярославского государственного

университета, который выполнил видовое определение малощетинковых червей; В.В. Чебановой, доктору биологических наук, главному научному сотруднику ВНИРО – за определение комаров-звонцов и Д.Д. Данилину, научному сотруднику КамчатНИРО – за определение моллюсков.

Краткая физико-географическая характеристика

Озеро Култучное расположено в г. Петропавловске-Камчатском. Длина его равняется 815 м, ширина – 283 м, глубина в озере достигает 6–7 м, толщина ила – 3 м (измерения сделаны С.В. Шубкиным в 2009 г.). С Авачинской губой озеро сообщается протокой длиной 120, шириной 0,5–1,2 м. Вода из него через дорогу протекает по арочному бетонированному кульверту. Ледовый покров на озере устанавливается в ноябре, распаление льда происходит в первых числах мая.

Площадь озера в связи с хозяйственной деятельностью жителей города постепенно сокращалась (рис. 1, 2). В 90-х годах прошлого столетия в западном районе озера соорудили дамбу и отсекли часть озерной акватории (рис. 2). В настоящее время этот отсеченный участок оз. Култучного превратился в болото.



Рис. 1. Озеро Култучное в начале XX в.
(по: Комаров, 1912)



Рис. 2. Современный вид Култучного озера (в правой части расположено болото). Фото из Google

Эвтрофикация озера

За счет притока биогенов извне происходит постоянная эвтрофикация вод оз. Култучного. Сточные воды в озеро, по данным МУП Петропавловского водоканала, в настоящее время не поступают. Из этого следует, что загрязнение озера в основном происходит за счет смыва с дорог и из атмосферы. В структуре выбросов вредных веществ в атмосферу 68 % приходится на стационарные источники, 32 % – на автотранспорт. Камчатский край находится в зоне, потенциально опасной для загрязнения атмосферы из-за климатических условий (высокая повторяемость приземных и приподнятых инверсий, слабые скорости ветра, недостаточное число дней с осадками). Это ощущается на территории Петропавловск-Елизовской агломерации, где довольно высок уровень загрязнения воздуха. Анализ материалов наблюдений за пятилетний период показал, что в атмосфере г. Петропавловска-Камчатского увеличились средние концентрации оксида азота (на 4,3 %), бензопирена (на 12,5 %), диоксида азота (на 18,8 %) и диоксида серы (на 40,0 %). Областной центр, по последним данным, перешел в категорию городов с очень высоким уровнем загрязнения, даже выше, чем в среднем по городам России, по некоторым показателям – бензопирена и оксида азота – более чем в 2 раза (Информация..., 2010). Значительное поступление биогенов привносит при своем разложении водно-прибрежная растительность и водоросли, особенно нитчатые. Расположенные на берегах шашлычные и различные постройки хозяйственного назначения (заправочная станция ГСМ, мойка машин) также являются, по-видимому, источником поступления в акваторию озера загрязненных вод. Дополнительные биогены поступают от птиц, как перелетных, так и оседлых. В мае после распаления льда на озере появляются довольно многочисленные утки. Так, в 2011 г. их численность достигала порядка 100 экз. и более.

При детальном обследовании берегов озера были выявлены выходящие в озеро трубы, из которых вытекала загрязненная вода (рис. 3).



Рис. 3. Поступление загрязненных вод в акваторию озера. Фото сделаны 20 июля 2011 г.: первые два снимка выполнены в северном районе, последний – в юго-западном. Фото Т.Л. Введенской

Исследования пелагиали и бентали

Гидрохимические и микробиологические исследования. Ранее были проведены исследования по содержанию биогенных, органических веществ и определению роли микроорганизмов в процессах окисления органических соединений (Кузякина, Хурина, 2007; Хурина и др., 2010). Авторы пришли к выводу, что в воде идет интенсивное разложение азотсодержащих органических веществ аммонифицирующими и нитрифицирующими бактериями.

В 2011 г. гидрохимический анализ поверхностных вод был проведен в третьей декаде июля и полученные результаты отражают состояние вод в этот период (Введенская, Уколова, 2011). Минимальные величины как абсолютного, так и относительного содержания растворенного в воде кислорода наблюдали в восточной части акватории. Это обусловлено, возможно, его потреблением на разложение органического вещества, количество которого в связи с большим притоком аллохтонных веществ (исходя из величины перманганатной окисляемости) на этой станции было значительно выше, чем на остальной акватории озера. На ст. Болото несмотря на высокое содержание кислорода в верхнем слое воды отмечен запах сероводорода, возникающий обычно в придонных слоях озер при разложении белковых веществ и при восстановлении сернокислых соединений в отсутствии кислорода.

Концентрация водородных ионов незначительно меняется по акватории озера: на большинстве станций она слабощелочная, в северном районе близка к нейтральной; исключение – сильно щелочная реакция воды на ст. Болото.

Содержание минерального фосфора в воде высокое и неоднородно по акватории: минимальная величина в болоте почти на порядок ниже, чем в северном районе озера, где отмечена максимальная его величина. Высокое содержание фосфатов в воде свойственно водоемам, загрязненным сточными водами. Источником высокого содержания фосфатов в условиях значительного прогрева водоема могут быть также донные отложения.

Высокое содержание аммония в прибрежной части акватории озера также свидетельствует о его загрязнении сточными водами. Наличие максимума его концентрации, отмеченное в восточной части, где наиболее сказывается влияние поверхностного стока наряду со значительным содержанием нитритов и низкой величиной растворенного в воде кислорода указывают на неблагоприятный для развития гидробионтов режим и позволяют предположить в этом районе наличие дополнительного (скрытого) источника загрязнения. Другие авторы (Хурина, 2009) также выделяют этот район как наиболее загрязненный.

Повышенное содержание определяемых гидрохимических показателей, а в отдельных районах озера по некоторым ингредиентам высокое, является показателем интенсивного поступления загрязненных вод в этот водоем (табл. 1).

Зоопланктон. В работах И.И. Куренкова (2005) для оз. Култучного было указано два вида: солонотоводная каланида *Acartia clausi* и веслоногий рачок *Cyclops kolensis*.

В настоящее время в оз. Култучном известно 16 планктонных видов беспозвоночных, в том числе Rotifera – 10, Cyclopoida – 4, Cladocera – 2. Для определения коловраток использовали определители Л.А. Кутиковой (1970, 1994), ракообразных – определители В.М. Рылова, (1948) и В.Р. Алексеева и С.М. Глаголевой (1995). Правда, следует отметить, что список видов зоопланктона основан на однократно взятых пробах в разных районах озера в июле 2008, сентябре-октябре 2010 и мае 2011 г. (табл. 2).

Просмотр собранного материала показал, что качественный состав зоопланктона достаточно разнообразен. Виды, отмеченные в озере, эвритермны и эвригалинны, относятся преимущественно

к β -мезосопробам. Надо отметить и прокомментировать, что в таксономическом составе ракообразных оз. Култучного произошли некоторые изменения в отношении ранее исследованных видов. *D. longispina* была определена в июльской пробе 2008 г. как *D. galeata*, что, к сожалению, было не верно (Введенская и др., 2010). Оба вида относятся к одной группе *D. (D.) longispina*, представители которой подвержены значительной сезонной и локальной изменчивости. В осенний период 2010–2011 гг. при высокой численности популяции дафний, которая была представлена половозрелыми особями, эфиппийными самками и самцами, что выявило неточность первого определения. Как видно из таблицы 1, зоопланктон на ст. Центр выделяется по видовому богатству. Доминирующим видом в различных районах водоема является *C. vicinus* (у И.И. Куренкова определен как *Cyclops kolensis*). В наших сборах этого рачка отличают: крупные размеры (1,8 мм) предпоследнего торакального сегмента, удлинённые и малорасходящиеся фуркальные ветви. Возможно присутствие в озере двух видов. Численность его в озере изменялась в зависимости от сезона – от максимума (199,5 тыс. экз./м³) в мае до минимума (7,5 тыс. экз./м³) в сентябре. В мае основу численности (99 %) составляли науплиусы циклопов, в июне популяция была представлена всеми возрастными стадиями. Наибольшая (64 %) численность (41,7 тыс. экз./м³) приходилась на молодь, а в сентябре отмечены самки в количестве 1,3 тыс. экз./м³. *Diacyclops bicuspidatus* присутствовал в мае только при тотальном просмотре пробы, а в сентябре в небольшом количестве (6,25 тыс. экз./м³) присутствовали молодь и рачки V копепоидитной стадии. Другие два вида веслоногих раков: *Eucyclops serrulatus*, *Macrocyclus albidus* являются представителями литоральной зоны, обитают в зарослях микро- и макрофитов, где они и обнаружены в Култучном озере (табл. 2).

Ветвистоусые раки в оз. Култучном характеризуются небольшим видовым составом. Эти рачки встречаются в самых разнообразных водоемах, в том числе слабокислых, слабощелочных и солоноватых озерах (Мануйлова, 1964). Нахождение в пробах эфиппиумов дафний и босмин указывает на двуполое размножения рачков. Среди кладоцер преобладала *D. longispina*, наибольшее обилие было отмечено в сентябре, когда численность их достигала 30 тыс. экз./м³. Максимальный размер рачков в этот период составлял 1,5 мм.

Наибольшее видовое разнообразие коловраток было отмечено в июне 2011 г. в пелагиали озера. Общая численность коловраток составила 45 тыс. экз./м³, 67 % численности определяли коловратки рода *Brachionus*. Эти крупные коловратки (до 570 мкм) являются эвритермными и эвригалинными видами, обитающими в пресных водоемах различных типов (Кутикова, 1970). Коловраток родов *Polyarthra* и *Synchaeta* не удалось определить из-за небольшого количества экземпляров в пробе. Также в майских сборах были обнаружены глохидии *Beringiana* sp. (размером 250–275 мкм) в количестве 500 экз./м³.

Исследуемый водоем испытывает достаточно сильное антропогенное влияние, и это сказывается на видовом составе планктонной фауны, представители которой могут обитать при заметном загрязнении.

Зообентос. Бенталь водоемов заселена беспозвоночными организмами, состав и обилие которых обычно зависит от многих составляющих – абиотических, биотических и антропогенных. В течение ряда лет (2008–2011 гг.) при исследовании донных биотопов озера был определен состав беспозвоночных, представители которых относятся к различным типам – тип Cnidaria (книдарии) представлен гидрами (*Hydra*), тип Nematelminthes (круглые черви) – круглыми червями (Nematoda), тип Annelides (кольчатые черви) – малощетинковыми червями (Oligochaeta), пиявками (Hirudinea), тип Mollusca (моллюски) – двустворчатыми (*Bivalvia*) и брюхоногими (*Gastropoda*) моллюсками, тип Arthropoda (членистоногие) – ракообразными (Crustacea), клещами (*Hydracarina*) и насекомыми (*Insecta*). Состав бентосных беспозвоночных, численность и биомасса, а также структура зообентосных сообществ в разных районах озера различна.

Северный район граничит с территорией стадиона «Спартак», где ранее находилось «Родниковое поле» и озеро пополнялось за счет родников чистой и прозрачной водой. В настоящее время левая, несколько возвышенная, половина берега забетонирована стенкой, высотой около двух метров. В стене вмонтированы две трубы диаметром около одного метра, из которых вытекает загрязненная вода (рис. 3). В этом месте поверхность озера подступает к стене до высоты примерно одного метра и на дне пышно произрастает водная растительность, в основном рдест пронзеннолистный *Potamogeton perfoliatus*. Грунт здесь сильно заилен и на дне скопилось много бытового мусора. Примерно в шести метрах от стены с глубины 1,5–2 м был исследован грунт в сентябре 2010 г. – бентосные беспозвоночные не обнаружены, кроме того, в этих пробах отсутствовали и планктонные организмы.

В правом углу берега пологие, и здесь в озеро периодически поступает вода из трубы диаметром около одного метра (рис. 3). Вытекающая небольшой струйкой вода 20 июля 2011 г. была чистая, прозрачная и без запаха, но, судя по имеющемуся и сформированному руслу, поток, по-видимому, бывает более полноводным, и качество ее сильно различается. Грунт в этом месте вязкий, состоит из песка, покрытого черным илом. В некоторых местах при его шевелении выходят пузырьки газа и ощущается запах сероводорода. В грунте содержится много растительных остатков, в том числе семян растений. Организмы, обитающие здесь, в основном представлены малощетинковыми червями, среди которых встречаются

Таблица 1. Биогенный режим оз. Култучного

Станция	T, °C	pH	O ₂	Окисля- емость	Ингредиенты, мг/л						
			мг/л	%	мг/л	P-PO ₄	ПДК р/х	крат- ность превы- шения	N-NH ₄	ПДК р/х	крат- ность превы- шения
Юг	16,8	7,9	9,7	97	2,2	0,09	0,05	1,8	0,29	0,4	<1
Север	7,5	7,3	10,0	82	1,6	0,16	0,05	3,2	0,27	0,4	<1
Запад	16,0	7,8	8,1	80	1,5	0,09	0,05	<1	0,02	0,4	<1
Восток	17,5	7,7	7,8	79	6,3	0,11	0,05	2,2	1,93	0,4	4,8
Болото	19,6	9,4	14,7	155	3,9	0,02	0,05	<1	0,19	0,4	<1

отдельные экземпляры длиной до 2,5 см и массой 2,0 мг. На долю червей приходится 87,0–92,2 % всех обнаруженных гидробионтов по численности и 28,6–85,4 % по биомассе (табл. 3). Среди других представителей донной фауны больше всего встречалось комаров-звонцов (Chironomidae) (6,0 % от общей численности, 14,4 % от общей биомассы). В единичных экземплярах попадали мокрецы (Ceratopogonidae), круглые черви (Nematoda) и двусторчатые моллюски. Общая численность и биомасса беспозвоночных в мае равнялась, соответственно, 67,6 тыс. экз./м² и 89,2 г/м², в июле – 26,0 тыс. экз./м² и 5,4 г/м².

Таблица 2. Видовой состав зоопланктона в оз. Култучном в 2008–2011 гг.

Вид	Западный район, из бентосной пробы	Центр, из планктонной пробы	Центр, из бентосной пробы	Болото, из бентосной пробы
Rotifera				
<i>Asplanchna priodonta</i>	+	+	–	–
<i>Brachionus angularis</i>	–	+	–	–
<i>B. calyciflorus</i>	–	+	–	–
<i>Keratella cochlearis</i>	–	+	–	–
<i>K. quadrata quadrata</i>	–	+	–	–
<i>Synchaeta oblonga</i>	–	+	–	–
<i>Notholca acuminata extensa</i>	–	+	–	–
<i>Polyarthra</i> sp.	–	+	–	–
<i>Conochilus unicornis</i>	–	+	–	–
<i>Bdelloidea</i> spp.	–	+	–	–
Copepoda				
<i>Cyclops vicinus</i>	+	+	–	–
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	+	+	–	–
<i>Eucyclops serrulatus</i>	+	–	–	–
<i>Macrocyclus albidus</i>	+	–	–	+
Cladocera				–
<i>Daphnia longispina</i>	+	+	–	+
<i>Bosmina longirostris</i>	–	+	–	+

В южном районе берега забетонированы. Глубина около бетонной стены достигает 0,4–0,5 м. Грунт состоит из песка и довольно толстого слоя ила. Высшая водная растительность не произрастает, но обильны поселения нитчатых водорослей. В зообентосном сообществе доминируют малощетинковые черви, причем численно преобладают трубочники *Tubifex tubifex*, которые даже визуально отличаются от других червей своим ярко красным цветом. Пробы бентоса отбирали на двух станциях с глубины около 50 см: от бетонной стены ст. 1 расположена на удалении одного метра, ст. 2 – трех метров. При взятии проб бентоса из грунта выделяются пузырьки газа, представляющие по запаху сероводород. Одновременно на поверхности появляются радужные нефтяные пятна. В толще воды и на поверхности присутствует измельченная пластмасса. Отрицательная роль пластмассы заключается в том, что постепенно пластик встраивается в пищевые цепи различных гидробионтов, в результате чего происходит их гибель (Takada, 2009).

(поверхностный слой), 20 июля 2011 г.

Ингредиенты, мг/л											
N-NO ₂	ПДК р/х	крат- ность превы- шения	N-NO ₃	ПДК р/х	крат- ность превы- шения	Fe	ПДК р/х	крат- ность превы- шения	Si	ПДК р/х	крат- ность превы- шения
0,02	0,02	1,0	0,16	9	<1	0,09	0,1	<1	4,7	0,4–0,6	9,4
0,01	0,02	<1	0,19	9	<1	0,18	0,1	1,8	11,0	0,4–0,6	22,0
0,02	0,02	1,0	0,16	9	<1	0,08	0,1	<1	2,9	0,4–0,6	5,8
0,02	0,02	1,0	0,14	9	<1	0,07	0,1	<1	3,1	0,4–0,6	6,2
0,00	0,02	–	0,06	9	<1	0,05	0,1	<1	0,7	0,4–0,6	1,4

Самыми массовыми представителями мелководной бентали являются малощетинковые черви (табл. 3). На ст. 1 в июле 2009 г. их численность и биомасса достигали максимальных показателей, соответственно 828,8 тыс. экз./м² и 721,0 г/м². Довольно высокую численность (2,1 тыс. экз./м²) в это время образовывали круглые черви, но биомасса их была невысокой. В сентябре 2010 г. и в мае 2011 г. малощетинковые черви по-прежнему преобладали по численности, но доля их от общей биомассы была значительно ниже по сравнению с 2009 г., соответственно увеличивалась доля других организмов – пиявок и комаров-звонцов. Общая численность и биомасса зообентоса изменялась в широком диапазоне, численность – от 93,5 до 1 068,0 тыс. экз. м², биомасса – от 57,2 до 771,8 г/м². Следует отметить, что даже наименьшие показатели обилия беспозвоночных являлись очень высокими для мелководных водоемов.

Западный район озера из-за значительной изрезанности береговой линии имеет наибольшую протяженность. В этом районе находится протока, соединяющая озеро с Авачинской губой. Высшая водная растительность встречается небольшими поселениями, но обильны на дне заросли нитчатых водорослей, особенно в районе протоки – длинные нити нитчатки покрывают сплошным ковром этот участок бентали. Состав грунта по всему побережью западного берега различается: грунт в юго-западной части состоит из различных, преимущественно крупных камней с песчаным заполнителем; в центральной части размеры камней меньше и отмечено появление ила; в северо-западной части грунт образован мелкими камнями и галькой, а заполнителем является песок и толстый слой ила. В протоке грунт образован крупными камнями, расположенными на песчаной подстилке.

В соответствии с различным составом грунта сообщества зообентоса также имеют различную структуру и состав. Так в юго-западном районе оз. Култучного на камнях обнаружены поселения двустворчатых моллюсков *Beringiana beringiana*. Это широко распространенный берингийский вид, обитающий в крупных озерах и слабопроточных водоемах, известный на Аляске, п-ве Камчатка (юг и восток), побережьях северного Охотоморья и северных Курильских островов (о-в Парамушир) (Богатов, Затравкин, 1987). Длина моллюсков достигает 10,0–11,0 см (средняя – 10,6 см), а масса – 76,8–111,0 г (средняя – 83,7 г). Они сплошным ковром покрывают камни в этом месте и их численность достигает 50 экз./м² (рис. 4). Обитателями камней являются также многочисленные пиявки. В озере пиявки (Hirudinea) представлены одним видом из подкласса Щетинконосные (*Acanthobdelliones*) *Batrachobdella paludosa* Viguier, 1879 (Определитель..., 1994).

В центральной и северной частях мелководья по-прежнему многочисленными были моллюски, но представленные классом брюхоногих – прудовиками, широко распространенным пластичным полиморфным видом *Lymnaea auricularia* L. (подрод *Radix*).

В зависимости от мест сбора проб состав беспозвоночных имел существенные различия (табл. 3). Помимо прудовиков многочисленными были малощетинковые черви и комары-звонцы. Общая численность и биомасса гидробионтов характеризовалась значительными колебаниями – численность изменялась в пределах 25,6–506,7 тыс. экз./м², биомасса – 15,1–785,3 г/м². Максимальную численность формировали малощетинковые черви и комары-звонцы, биомассу – моллюски.

При качественном методе исследования состава зообентоса на живом материале в конце сентября в северо-западном районе оз. Култучного наряду с типичными представителями зообентоса (личинки амфибиотических насекомых, рачки, пиявки, моллюски, малощетинковые черви) были обнаружены гидры и личинки трематод.

Гидры принадлежат к типу кишечнополостных (Coelenterata). Это единственное семейство в типе кишечнополостных, которое включает обитателей исключительно пресных вод, тогда как все остальные представители, за редкими исключениями, живут в море. Обитают гидры в стоячей или медленно текущей воде – в прудах, озерах и заводях рек, богатых водной растительностью, но больше всего их в небольших озерах и прудах. Поселяются они обычно на водных растениях, можно их обнаружить и на

Таксон	2008 г.		2009 г.		2010 г.						2011 г.							
	30.05.	Запад, центральная часть (ЦЧ)	Юг		Запад	Запад (ЦЧ)	Юг	Восток	Север	Центр	Болото	Запад	Восток	Юг	Север	Центр	Болото	Север
			17.07. Ст. 1	17.07. Ст. 2														
Molluska	0,0	23.07.	0,0	0,0	0,0	92,6	3,3	0,0	0,0	0,0	4,3	74,9		10,2	10,5	0,0	0,0	0,1
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	14,3	28,4	2,7	1,1	0,1	3,7	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	15,9	55,1	59,3	0,0	27,2	14,5
Chironomidae p.	10,3	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	21,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	8,7	0,0
Empididae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ceratopogonidae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1
Psychodidae l.	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tipulidae l.	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Odonata l.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0
Биомасса, г/м²	23,1	142,8	57,2	771,8	15,1	50,8	70,6	0,6	0,0	0,0	1,9	785,3	44,5	115,3	89,2	0,9	16,0	5,4

Примечание: * – трубочник *Tubifex tubifex*, l. – личинка, p. – куколка, в 2010 и 2011 гг. пробы бентоса на станции Запад были взяты в северо-западной части



Рис. 4. Поселения двустворчатых моллюсков *B. beringiana* в юго-западной части озера. Фото Т.Л. Введенской

любых других подводных предметах вплоть до раковин моллюсков и домиков ручейников. В озерах гидр можно встретить с начала июня до конца сентября. Обнаружить их в пробах весьма сложно, так как при фиксации они съеживаются, принимая вид коричневого комочка, и поэтому в фиксированных пробах не обнаруживаются. На расправившихся гидрах мы можем различить тело гидры и ее щупальца, окружающие ротовое отверстие. Почти все просмотренные гидры в сентябрьской пробе активно размножались – на их теле развивались молодые особи от одного до четырех экземпляров. Обнаруженные гидры относятся к виду *Hydra baicalensis* (Определитель... 1994).

Класс трематод или сосальщики (Trematoda) относятся к типу плоских червей (Plathelminthes). Все представители этого класса ведут паразитический образ жизни: во взрослой стадии они поселяются в теле позвоночных животных (рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих и приспособились к обитанию почти во всех органах и тканях их тела) и человека, в личиночной – преимущественно в беспозвоночных, главным образом в моллюсках (Догель, 1981; Жизнь животных, 1968). В просмотренной нами пробе бентоса были обнаружены личинки трематод (церкарии), встречаемость которых, даже в площади просмотра под биноклем, была крайне высокой. Личинки отличались от других представителей зообентоса повышенной подвижностью. Следует обратить внимание на тот факт, что церкарии, находясь в пробе в холодильной камере без фиксации в течение двух недель, сохраняли свою жизнеспособность и повышенную активность. Обитание трематод в оз. Култучном может быть следствием нахождения в зоне водосбора животных, в том числе лошадей и лягушек, присутствие которых ранее не отмечалось. Лошади используются для рекреационных мероприятий во время проведения городских праздников, а лягушки, являясь в настоящее время постоянными обитателями, очень многочисленны, особенно в болоте и в расположенном рядом небольшом прудике. Одним из источников попадания трематод в озеро являются яйца из экскрементов лошадей. Яйца попадают с поверхностными стоками и проходят в водоеме все стадии развития. Большинство сосальщиков известны как возбудители многих болезней человека и животных, таких как трематодоз, шистозомоз, эндометриоз и других.

Восточный район характеризуется высокими берегами и отсутствием мелководной литоральной зоны. Глубина около берега достигает 1,2–1,5 м. Высшая водная растительность в некоторых местах сплошным ковром покрывает дно. Грунт состоит из песка, покрытого толстым слоем ила. Берег только в юго-восточной части укреплен бетонной стеной. В других местах берега крутые, в нижней части поросшие ивой, ольхой, шиповником и разнотравьем, в верхней – березами и тополями.

Обитателями бентали являлись в основном малощетинковые черви и различные амфибиотические насекомые (комары-звонцы, толкунчики, мокрецы, поденки). Наибольшая численность принадлежала

малощетинковым червям, а среди насекомых – комарам-звонцам и поденкам. В формировании биомассы также наибольшее значение имели малощетинковые черви, далее следовали поденки и третье место занимали комары-звонцы.

В пробе, отобранной в сентябре 2010 г., единственным представителем зообентоса были малощетинковые черви, популяция которых состояла только из трубочников *Tubifex tubifex*, причем численность и биомасса их была крайне низкой (1,2 тыс. экз./м², 0,6 г/м²). Состав зообентоса в мае 2011 г. существенно отличался по разнообразию и обилию гидробионтов. По-прежнему доминировали малощетинковые черви (83,4 % по численности, 42,3 % по биомассе), среди которых трубочников было относительно мало. Общая численность и биомасса соответствовала значениям 110,0 тыс. экз./м² и 44,4 г/м². Из полученных результатов следует, что степень загрязнения в этом районе озера неодинакова – встречаются участки с очень высоким загрязнением, где донная фауна практически отсутствует и единственными представителями являются трубочники – виды-индикаторы очень загрязненных вод и менее загрязненные биотопы, где обитают малощетинковые черви и амфибиотические насекомые.

Центр озера. В центральном районе озера грунт образован илами черного цвета с небольшим содержанием песка. Периодические исследования донной бентали имели разные результаты. Бывали случаи, когда в грунте зообентос отсутствовал (15 сентября 2010 г.) или встречались только малощетинковые черви, но численность их сильно колебалась – от 1,8 (27 мая 2011 г.) до 65,3 тыс. экз./м² (27 июня 2011 г.) при биомассе, соответственно, от 0,9 до 29,4 г/м², и среди червей преобладали трубочники.

Глубоководная бентофауна. В 2011 г. были проведены исследования зообентоса по разрезу с запада на восток, через центр озера. Установленные семь станций располагались примерно на одинаковом расстоянии и в 1,5 м от берегов. Пробы отбирали с глубин от 2,0 до 4,5 м:

- Запад (станция З₁) – с глубины 2 м;
- Запад (станция З₂) – с глубины 3,5 м;
- Запад (станция З₃) – с глубины 5 м;
- Центр озера (станция Ц₄) – с глубины 4,5 м;
- Восток (станция В₅) – с глубины 4,5 м;
- Восток (станция В₆) – с глубины 3,5 м;
- Восток (станция В₇) – с глубины 4,5 м.

Грунт на исследованных станциях состоял из ила черного цвета с запахом сероводорода. Обитателями на разных глубинах по всему разрезу преимущественно были малощетинковые черви, а в центре озера и на ст. Восток₅ они являлись единственными представителями зообентоса (табл. 4).

Наибольшее видовое разнообразие червей отмечено на ст. Запад₁, далее количество видов сокращалось вдвое, а со ст. Запад₃ в толще ила обитали только толерантные к загрязнению и, соответственно, к минимальному содержанию кислорода *T. tubifex* (табл. 5).

Как видно из таблицы 4, менее загрязненной является бенталь в западном районе озера, так как разнообразный состав малощетинковых червей дополняется и другими представителями беспозвоночных – нематодами, моллюсками и двумя видами комаров-звонцов (табл. 6). Кроме того, здесь очень высокая общая плотность и биомасса зообентоса.

Таблица 4. Состав, структура и обилие зообентоса в оз. Култучном по разрезу запад–центр озера–восток 27 июня 2011 г.

Таксон	З ₁	З ₂	З ₃	Ц ₄	В ₅	В ₆	В ₇
	численность, %						
Nematoda	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	73,2	90,4	81,8	100,0	100,0	92,0	98,7
Mollusca	22,3	5,8	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0
Chironomidae larvae	4,2	3,8	18,2	0,0	0,0	2,0	1,3
Численность, тыс. экз./м ²	197,6	30,6	6,5	65,3	0,6	29,4	45,3
биомасса, %							
Nematoda	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	41,8	71,6	66,7	100,0	100,0	55,1	98,7
Mollusca	54,5	22,6	0,0	0,0	0,0	43,3	0,0
Chironomidae larvae	3,6	5,8	33,3	0,0	0,0	1,6	1,3
Биомасса, г/м ²	161,8	7,8	2,6	29,4	0,1	29,9	27,1

Примечание: + – менее 0,1 %.

Таблица 5. Видовое разнообразие малощетинковых червей в оз. Култучном по разрезу запад–центр озера–восток 27 июня 2011 г.

Станция	Вид
Запад ₁	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> , <i>Tubifex tubifex</i> , <i>Propappus arhynchotus</i> , <i>Mesenchytraeus</i> sp.
Запад ₂	<i>T. tubifex</i> , <i>Bothrioneurum vejdoskyanum</i>
Запад ₃	<i>T. tubifex</i>
Центр озера ₄	<i>T. tubifex</i>
Восток ₅	<i>T. tubifex</i>
Восток ₆	<i>T. tubifex</i>
Восток ₇	<i>T. tubifex</i>

Таблица 6. Состав, масса и возраст личинок комаров-звонцов в оз. Култучном по разрезу запад–центр озера–восток 27 июня 2011 г.

Станция/вид	Доля, %	Средняя масса личинки, мг	Возраст
Запад ₁			
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mendax</i>	92,3	2,20	IV
<i>Chironomus</i> juv.	7,7	0,20	–
Запад ₂			
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mendax</i>	100,0	0,40	IV
Запад ₃			
<i>Chironomus</i> juv.	50,0	0,30	–
<i>Procladius</i> (H.) <i>choreus</i>	50,0	1,10	IV
Восток ₆			
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mendax</i>	100,0	0,19	IV
Восток ₆			
<i>Tanytarsus</i> juv.	100,0	0,03	–

Комары-звонцы *Tanytarsus* gr. *mendax* и *Procladius* (H.) *choreus* – типичные обитатели илистых грунтов в озерах и медленнотекущих водотоках, а представители рода *Chironomus* живут в иле различных водных объектов, в том числе и сильно загрязненных, с низким содержанием кислорода в воде. У этих личинок нет потребности в атмосферном воздухе: поглощение кислорода, растворенного в воде, и выделение углекислого газа происходит у них через трахейные жабры и частично через покровы тела. В их гемолимфе растворен дыхательный пигмент гемоглобин – универсальное приспособление к жизни в условиях недостатка кислорода. Эти личинки интенсивно питаются микроорганизмами, заселяющими ил, прячась в паутинных трубочках от своих многочисленных врагов.

Бентосная съемка 27 мая 2011 г. С целью общего представления о составе зообентоса были отобраны единовременно пробы бентоса по всей акватории озера и в болоте, результаты анализа которых представлены в таблице 7.

Таблица 7. Состав и количественные показатели зообентоса в озере и болоте 27 мая 2011 г.

Таксон	Восток	Запад	Север	Юг	Болото
численность, %					
Nematoda	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	83,4	26,3	87,0	88,0	18,8
Hirudinea	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5
Ephemeroptera larvae	7,5	0,0	0,0	0,0	0,5
Chironomidae larvae	4,8	1,1	5,2	6,9	76,8
Chironomidae pupae	0,0	0,0	0,9	0,0	1,4
Empididae larvae	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Таксон	Восток	Запад	Север	Юг	Болото
Ceratopogonidae larvae	2,1	0,0	0,0	0,0	0,5
Odonata larvae	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
Mollusca	0,0	72,1	7,0	5,0	0,0
Численность, тыс. экз./м ²	110,0	326,5	67,6	93,5	13,8
биомасса, %					
Nematoda	0,0	+	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	42,3	18,6	29,5	34,7	52,4
Hirudinea	0,0	3,0	0,0	0,0	1,7
Ephemeroptera larvae	39,9	0,0	0,0	0,0	0,8
Chironomidae larvae	15,9	3,5	59,3	55,1	27,2
Chironomidae pupae	0,0	0,0	0,7	0,0	8,7
Empididae larvae	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Ceratopogonidae larvae	0,9	0,0	0,0	0,0	0,4
Odonata larvae	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7
Mollusca	0,0	74,9	10,5	10,2	0,0
Биомасса, г/м ²	44,5	785,3	89,2	115,3	16,0

Примечание: как в таблице 4.

В разных районах озера состав, структура и обилие зообентоса имело свои характерные особенности. Так в восточном районе озера численно преобладали малощетинковые черви (83,4 %), а наибольшую и практически одинаковую биомассу образовывали две группы организмов – черви (42,3 %) и поденки (39,9 %). В западном районе в сообществе бентосных беспозвоночных исключительное значение принадлежало моллюскам (72,1 и 74,9 %, соответственно по численности и биомассе). В северном и южном районах численно преобладали малощетинковые черви, а наибольшую биомассу образовывали комары-звонцы. В болоте по численности доминировали комары-звонцы, а по биомассе – малощетинковые черви. Обилие беспозвоночных в исследованных участках было высоким и варьировало в широком диапазоне – численность – от 13,8 до 326,5 тыс. экз./м², биомасса – от 16,0 до 785,3 г/м². Максимальные значения отмечены в западном районе озера, минимальные – в болоте.

Видовой состав насекомых в озере характеризовался крайней бедностью – для западного района отмечено 6 видов комаров-звонцов, далее следует южный – 4 вида комаров-звонцов, восточный – 3 вида (комар-звонец, мокрец и поденка) и северный – 2 вида комаров-звонцов. Более разнообразно населены насекомыми донные биотопы в болоте, общее количество видов составило 13, из них комаров-звонцов – 10 и по одному виду мокрецов, поденок и стрекоз (табл. 8).

Большинство комаров-звонцов – типичные обитатели илистых грунтов в озерах и медленно текущих водотоках, некоторые из них предпочитают заросли растительности в мелководных участках водного объекта. Мокрецы и поденки из представленного списка также предпочитают илистые, заросшие или заболоченные биотопы в небольших озерах.

Болото. Этот участок бывшего бассейна озера в длину достигает около 198 м, в ширину – 120 м. Ледовый покров держится примерно такое же время, как и на озере. В летнее время оно практически все зарастает растительностью, а на поверхности в изобилии появляется ряска *Lemna trisulca*. Грунт в болоте образован илом с небольшой примесью песка, в нем содержится много отмершей растительности. Организмы, обитающие в бентали, разнообразны по составу и месту обитания. Как уже было отмечено ранее, в мае 2011 г. в болоте в массе встречались малощетинковые черви и комары-звонцы (табл. 8). Исследования, проведенные 14 октября 2010 г. в другой части болота, показали меньшее разнообразие зообентоса и их обилие. Самыми многочисленными обитателями были по-прежнему малощетинковые черви (75,4 %) и комары-звонцы (16,8 %), и они же образовывали наибольшую биомассу (66,5 и 21,4 %, соответственно). Прочие беспозвоночные – нематоды, пиявки и моллюски – встречались в единичных экземплярах. Численность и биомасса была на порядок ниже по сравнению с майской пробой 2011 г., и показатели обилия организмов соответствовали значениям 1,5 тыс. экз./м² и 1,9 г/м².

Ихтиоценоз. О рыбохозяйственном значении озера каких-либо официальных сведений не обнаружено. Имеются косвенные данные, по которым можно предположить о былом составе рыб в оз. Култучном. В очерке К. Дитмара, во время его пребывания на Камчатке в 1851–1855 гг., есть некоторые сведения касающиеся ихтиофауны озера (Дитмар, 1901). «Из глубины океана в бухту и во впадающие в нее реки тянется армия несметного количества рыбы. Это стаи лососей и сельдей, с невероятной правильностью и пунктуальностью посещающих все реки и бухты Камчатки. Теперь, поздней осенью, шел еще последний и вместе с тем, пожалуй, важнейший для камчадала вид. Этот вид важнейший – потому что время

его хода продолжительно и распространяется на осень – кижуч (*Salmo sanguinolentus*), в это время года принимающий ярко-красный цвет, часто встречается даже в самых небольших и неглубоких ручьях: нередко можно видеть, как он пробирается по каменистому дну, лишь наполовину покрытый водою, стараясь подняться еще дальше вверх по реке» (Дитмар, 1901, с. 96).

Таблица 8. Видовой состав насекомых в оз. Култучном 27 мая 2011 г.

Биотоп/вид	Доля, %	Средняя масса личинки, мг	Стадии развития, возраст
Север			
Chironomidae			
<i>Chironomus</i> . f.l. <i>semireductus</i>	16,7	55,2	IV
<i>Procladius</i> (H.) <i>choreus</i>	83,3	15,7	4 пр/кук., IV
Юг			
Chironomidae			
<i>Chironomus</i> . f.l. <i>semireductus</i>	9,1	33,1	IV
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i>	45,4	57,8	3 пр/кук., IV
<i>Procladius</i> (H.) <i>choreus</i>	27,3	8,2	2 пр/кук., III
<i>Cricotopus</i> (I.) gr. <i>sylvestris</i>	18,2	2,3	пр/кук
Запад			
Chironomidae			
<i>Tanytarsus</i> .gr. <i>mendax</i>	14,3	0,2	IV
<i>Chironomus</i> . f.l. <i>semireductus</i>	14,3	24,6	пр/кук.
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i>	14,3	10,9	IV
<i>Procladius</i> (H.) <i>choreus</i>	42,8	4,9	2 пр/кук., IV
<i>Cricotopus</i> (I.) gr. <i>intersectus</i>	14,3	0,6	IV
Восток			
Chironomidae			
<i>Chironomus</i> . f.l. <i>semireductus</i>	100,0	69,1	IV
Ephemeroptera			
<i>Baetis vernus</i>	100,0		личинка
Ceratopogonidae			
<i>Bezzia</i> (H.) <i>japonica</i>	100,		личинка
Болото			
Chironomidae			
<i>Paratanytarsus</i> gr. <i>tenuis</i>	49,3	17,2	58- IV, III
<i>Chironomus</i> . f.l. <i>plumosus</i>	18,0	24,1	21-IV, III
<i>Cricotopus</i> (I.) gr. <i>sylvestris</i>	18,7	7,9	9-IV, III
<i>Polypedilum</i> (s .str.) <i>nubeculosum</i>	4,0	1,1	III, II
<i>Ablabesmyia</i> <i>monilis</i>	2,7	0,6	III
<i>Psectrocladius</i> (s.str.) <i>sordidellus</i>	2,0	1,5	1-IV, III
<i>Procladius</i> (H.) <i>choreus</i>	1,3	1,8	пр/кук., II
<i>Acricotopus</i> <i>lucens</i>	1,3	1,2	IV
<i>Corynoneura</i> <i>arctica</i>	0,7	*	III
Chironomini.	2,0	11,7	куколки
Ceratopogonidae			
<i>Bezzia</i> (H.) <i>japonica</i>		100,0	личинка
Ephemeroptera			
<i>Caenis horaria</i>	1	100,0	личинка, 4 мм
Odonata			
<i>Enallagma cyathigerum</i>	3	100,0	личинка

Примечание: пр/кук. – предкуколка.

В районе оз. Култучного с сопок протекали 9 ручьев. «Девять маленьких ключевых ручьев текут по небольшим ущельям и рвам с горы и протекают через городок, доставляя обывателям прекрасную ключевую воду для питья. Из этих ручьев семь впадают в бухточку, два – в озеро» (Дитмар, 1901, с. 133).

В.Л. Комаров так описывает оз. Култучное в начале XX в.: «За Никольской горой, по направлению к мысу Меженной горы, тянется выровненная по прямой линии низкая песчаная коса, отделяющая от моря глубокую часть бухточки, превращенной, таким образом, в озеро. <...> Коса прорезана небольшой речонкой, по которой стекает излишек вод из озера. В отлив она имеет быстрое течение, но во время прилива морская волна идет вверх по ней и проникает в озеро. Последнее очень мелко, соленое, сильно заросшее водяными травами (особенно *Ruppia maritima* L.); в широкой протоке валяются по берегам много выброшенных приливом водорослей (*Fucus evanescens* и др.), указывающие на границу отдельных приливных волн. <...> Соленое озеро, находящееся у северного конца города, которое Дитмар называет в своей книге „Верхним“, а жители зовут теперь Култучным. <...> В сильные шторма валы перекачиваются в озеро, и оно становится снова частью залива» (Комаров, 1912, с. 13–14).

Из приведенных исторических материалов можно заключить, что в озере обитала сельдь, а в ручьи, транзитом через озеро, заходили на нерест многочисленные производители кижуча. Кроме того, в соленоватоводных водоемах лагунного или лиманного типа всегда обитают звездчатая камбала, мальма и трехиглая колюшка (*trachurus*). И поэтому с уверенностью можно заключить, что ихтиоценоз в оз. Култучном ранее состоял из перечисленных видов рыб.

В настоящее время состав ихтиофауны представлен трехиглой колюшкой *Gasterosteus aculeatus* проходной морфы (*trachurus*), девятииглой колюшкой *Pungitius pungitius* жилой формы и интродуцированным видом – карасем *Carassius auratus gibelio*. Вселение в озеро карасей было осуществлено сотрудниками КамчатНИРО по личной инициативе: в 2002 г. И.С. Куренковым и С.В. Шубкиным были выпущены половозрелые особи в количестве 30 экз. из Ушковского озера, и в том же году Н.П. Лошнин выпустила в озеро 7 экз. также половозрелых рыб длиной 24–25 см.

Трехиглая колюшка. Из литературных источников (Зюганов, 1991) известно, что трехиглая колюшка обитает в прибрежных участках морей и заливов, откуда входит в реки и проникает до их верховьев, где приспособилась к жизни в пресной воде. Продолжительность жизни трехиглой колюшки составляет не более 3–4 лет, половая зрелость наступает в возрасте одного года. Трехиглая колюшка ведет стайный образ жизни и может образовывать большие скопления. Нерестится колюшка порционно, с апреля по июль, в зависимости от температурного и светового режима. Перед нерестом самец строит гнездо, в котором несколько самок откладывают икру. В конце июля появляются мальки, в августе они держатся стайками в зарослях травы у берегов. Молодь быстро растет, и к концу июля – началу августа достигает длины 4–6 см, но встречаются некоторые быстрорастущие особи размером 11–12 см. На корм колюшкам идут разные мелкие организмы: беспозвоночные животные, диатомовые водоросли, личинки насекомых, черви, моллюски, воздушные насекомые, икра и молодь рыб. Спектр питания в каждом конкретном водоеме зависит от наличия доступной пищи в течение разных сезонов (Жизнь животных, 1971). Появление колюшки в оз. Култучном отмечено в июне. В это время половозрелые особи сплошной «лентой» заходят по протоке в озеро и распространяются по всей акватории. Уже в июле в озере повсеместно встречаются погибшие после нереста рыбы. Выклев личинок происходит в конце июля, и в это время они образуют плотные скопления около берегов. Численность трехиглой колюшки подвержена значительной флуктуации. В 2009 г. неводные обловы были проведены в южном районе озера, и попались только мальки колюшек в количестве около 3 тыс. экземпляров (рис. 5). В 2010 г. неводные обловы проводили в этом же месте и практически в то же время (27 июля), но улов состоял из нескольких половозрелых особей трехиглой и девятииглой колюшек и одного экземпляра молоди трехиглой колюшки. В 2011 г. отлов рыб осуществляли сачком. Всего было выловлено 46 колюшек – 24 экз. трехиглой и 22 экз. девятииглой. При визуальном обследовании озера в 2010 и 2011 гг. скопления молоди колюшек отмечены в августе, при этом в это же время встречались половозрелые колюшки в брачном наряде и погибшие после нереста рыбы.

Характеристику размерно-весовых показателей молоди трехиглой колюшки представляем из улова 15 июля 2009 г. по результатам биоанализа от 302 экз. (рис. 6). Длина их варьировала в широком диапазоне (16,0–32 мм), средняя величина составила 25,1 мм.

Весовые показатели исследованной молоди изменялись от 25 до 272 мг, средняя масса составила 149,6 мг.

Проанализирован спектр питания этой молоди, и результаты представлены в таблице 9. Содержимое желудков проанализировано у разноразмерных особей, которых объединили в две группы – одна длиной до 20 мм, вторая – более 20 мм.

В питании молоди длиной до 20 мм основными пищевыми организмами были личинки комаров-звонцов, которые встречались почти в каждом втором желудке, и доля их в пищевом комке составляла 40,7 %. Малошестинковые черви встречались несколько реже (21 %) комаров, но доля (39,6 %) в пищевом



Рис. 5. Невождение в южном районе озера 15 июля 2009 г. (улов за один замет составил около 3 тыс. экз. молоди трехиглой колюшки). Фото Т.Л. Введенской

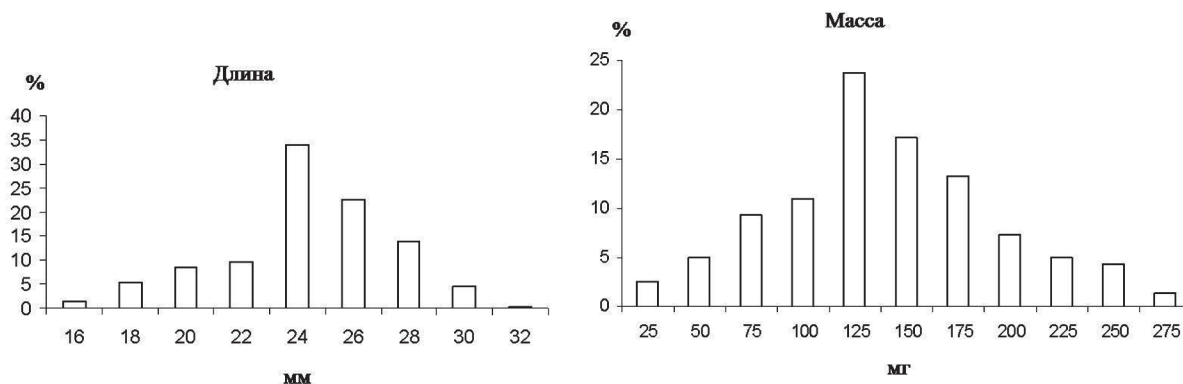


Рис. 6. Размерно-весовой ряд молоди трехиглой колюшки 15 июля 2009 г.

комке не отличалась от первого компонента. У более крупной колюшки состав пищи был несколько шире. Помимо основного корма – малощетинковых червей и куколок комаров-звонцов, молодь потребляла дафний, водоросли и личинок комаров-звонцов. Интенсивность потребления пищи была выше у колюшек меньших размеров, при этом количество рыб с пустыми желудками было одинаковым (по 11 % для каждой размерной группы).

В 2008 г. у молоди трехиглой колюшки длиной 7–14 мм, случайно попавшей в ловушку при сборе бентоса, исследовали содержимое желудков, и пища состояла из очень мелких беспозвоночных – рачков (босмин, циклопов, хидорусов) и мелких по размерам личинок комаров-звонцов I–II возраста (табл. 9). Чаще в желудках встречались босмины и циклопы, которые составляли практически всю массу пищевого комка. Из всех просмотренных желудков два оказались пустыми (22 %).

Таблица 9. Состав пищи и интенсивность питания молоди трехиглой колюшки в литорали озера

Компонент	15 июля 2009 г.						7 июля 2008 г.		
	длина < 20 мм			длина > 20 мм			7–14 мм		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Личинки комаров-звонцов	47	2,2	40,7	20	0,3	7,5	22	0,2	2,0
Куколки комаров-звонцов	11	0,1	9,7	25	0,7	29,4	0	0,0	0,0
Имаго комаров-звонцов	0	0,0	0,0	5	0,1	1,6	0	0,0	0,0
Малощетинковые черви	21	0,5	39,6	15	0,5	31,5	0	0,0	0,0
Босмины	11	0,4	0,2	25	5,7	1,9	56	16,8	49,3
Циклопы	11	0,2	0,4	25	1,8	3,1	56	4,1	48,3
Дафнии	0	0,0	0,0	30	5,2	10,6	0	0,0	0,0
Водоросли	16	0,0	1,9	20	0,0	12,8	0	0,0	0,0
Хидорусы	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	11	0,1	0,5
Детрит	16	0,0	3,4	5	0,0	1,6	0	0,0	0,0
Яйца рачков	11	0,0	4,1	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Максимальный индекс наполнения желудка, ‰	690,0			430,1			265,0		
Средний индекс наполнения желудка, ‰	192,0			126,5			113,4		

Примечание: 1 – частота встречаемости организмов, %; 2; – кол-во организмов в одном желудке, экз.; 3 – масса, %.

Сравнительная характеристика питания колюшек. Если сравнивать спектр пищи разноразмерных трехиглых колюшек, то можно отметить следующие особенности. Рыбы длиной 7–14 мм питались мелкими рачками, тогда как более крупные особи – комарами-звонцами на разных стадиях развития и малощетинковыми червями, размеры которых значительно превосходили по этому показателю рачков. У молоди колюшек по мере роста идет смена объектов питания (рис. 7).

Применяя метод А.А. Шорыгина (1952), оценим степень пищевого сходства разноразмерной молоди трехиглой колюшки (табл. 10).

Таблица 10. Пищевое сходство молоди трехиглой колюшки разных размерных групп, % от массы

Размерные группы	7–14 мм	< 20 мм	> 20 мм
17–14 мм	–	2,6	7,0
< 20 мм	2,6	–	52,8

Примечание: 7–14 мм – первая размерная группа, < 20 мм – вторая размерная группа, > 20 мм – третья размерная группа.

Как видно из таблицы 10, степень пищевого сходства у рыб разных размеров существенно различалась. Высокая пищевая конкуренция складывалась между рыбами второй и третьей размерными группами (длиной 16–32 мм) и практически отсутствовала у них с рыбами меньших размеров.

Карась. 15 сентября 2010 г. неводные обловы были проведены по всей акватории озера. Молодь карасей встречалась в уловах только в двух районах озера – восточном и западном. В восточном районе молодь карасей отлавливали около берега в густых зарослях растительности. Их численность за один замет составила около 100 экз. Длина варьировала в широком диапазоне, минимальная составила 1,4 см, максимальная – 3,9 см при, соответственно, биомассе 0,060 и 1,005 г. Пищевой тракт был заполнен пищей, но состав определить не удалось, так как она представляла однообразную темную массу. В западном районе озера растительность не образует таких мощных зарослей, как в восточном, и здесь молодь карасей встречалась в единичных экземплярах. В северном районе из-за высокой воды невождение не провели, а в южном районе караси в уловах не обнаружены.

В болоте ихтиологические съемки проведены 14 октября 2010 г. За два замета были отловлены только караси в количестве 120 экз., их размерно-весовые показатели практически не отличались от таковых в озере.

В 2011 г. 27 мая во время проведения мониторинга в болоте на поверхности обнаружили три мертвых экземпляра половозрелых карасей длиной 34,0, 15,5 и 14,0 см. Причину их гибели установить не удалось.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Загрязнения разного уровня находят свое реальное выражение в прогрессирующей эвтрофикации гидросистем, в накоплении химических токсикантов в разных средах, в снижении продуктивности. Местами наблюдается полная или частичная деградация водных экосистем. Важнейшим элементом системы контроля загрязнения водной среды в экологическом мониторинге являются гидробиологические показатели. Контроль окружающей природной среды по гидробиологическим показателям следует признать высоко приоритетным, он обеспечивает возможность прямой оценки состояния биоты и компонентов водных экосистем, испытывающих вредное влияние антропогенных факторов.

Экологическое состояние оценивали по индексу Гуднайта и Уитлея, где в зависимости от содержания малощетинковых червей различают три состояния: хорошее – до 60 % червей, сомнительное – 60–80 % и тяжелое – более 80 % (Goodnight, Whitley, 1961). Классификацию экологического состояния по Гуднайту и Уитли дополнили характеристикой сапробности (степень загрязнения вод разлагающимися органическими веществами): олигосапробная зона – олигохет примерно 30 %, β -мезосапробная – 30–60 %, β -а-мезосапробная – свыше 60–70 %, а-мезосапробная – свыше 70–80 % и полисапробная – свыше 80 %.



Рис. 7. Пищевые спектры молоди трехиглой колюшки разных размеров

Северный район. Основными обитателями бентали в 2011 г. были малощетинковые черви: численность составляла в мае 58,8, в июле – 24,8 тыс. экз./м², доля от всех обнаруженных гидробионтов, соответственно, равнялась 87,0 и 92,2 %. Очень высокая численность в донных сообществах малощетинковых червей и низкая численность других ее представителей характеризует экологическое состояние как сильно загрязненное, соответствующее полисапробной зоне.

Южный район. Основными обитателями бентали во все годы проведения исследований являлись малощетинковые черви, составляя от всех обитателей от 69,4 до 88,0 %, а численность их изменялась в пределах 82,4–150,0 тыс. экз./м². Следует отметить, что среди червей много (до 80 %) встречалось трубочников, присутствие которых в грунте обусловлено крайне сильным загрязнением, так как они могут обитать при дефиците кислорода. Экологическое состояние среды очень тяжелое и соответствует полисапробной зоне.

Западный район. Как уже отмечали выше, этот район отличается большей протяженностью, и экологическое состояние отдельных его участков неодинаково. В юго-западной части на мелководье основными обитателями являются двустворчатые моллюски *B. beringiana*, которые по типу питания относятся к фильтраторам и способствуют очищению вод. Экологическое состояние в этой части по сапробному показателю соответствует β -мезосапробной зоне. В районе протоки донные биотопы заселены также моллюсками (семейство *Pisidium*), но по составу и размерам они отличаются от моллюсков, населяющих биотопы юго-западного района. Численность малощетинковых червей здесь на 1 м² составляет до 4,7 тыс. экз., что соответствует среднему загрязнению, а по сапробному показателю этот участок относится к олигосапробной зоне. Выше протоки и в северо-западном районе на мелководье экологическое состояние по всем показателям очень тяжелое и относится к полисапробной зоне.

Восточный район. Эта часть озера подвержена интенсивному загрязнению. В составе зообентоса на долю малощетинковых червей приходилось 83,4 %, что составляло 91,7 тыс. экз./м². Такой состав оби-

тателей бентали характеризует экологическое состояние этого района озера как тяжелое, соответствующее полисапробной зоне.

Глубоководная часть озера. Население бентали с глубины двух метров заселено преимущественно малощетинковыми червями (73,2–100,0 %), численность которых изменялась в пределах 0,6–144,6 тыс. экз./м². Кроме того, в глубоководной и в восточной части озера состав червей уменьшался до одного вида – *T. tubifex*, присутствие которого характеризует очень высокую загрязненность. На основании полученных данных можно сделать следующее заключение. Экологическое состояние озера с глубины более двух метров очень тяжелое и соответствует по степени загрязнения полисапробной зоне, а некоторые участки находятся на грани полной деградации.

Болото. Из имеющихся данных о составе и структуре зообентоса следует, что экологическое состояние в разных участках болота довольно сильно различалось. Некоторые участки дна заселены в основном малощетинковыми червями, их доля от всех обнаруженных беспозвоночных составляла 75,4 %, но при этом численность их не превышала 1,1 тыс. экз./м². В других биотопах в донных сообществах преобладали комары-звонцы, а на долю малощетинковых червей приходится всего 18,8 % и при этом численность их достигала 2,6 тыс. экз./м². В целом характеризуя экологическое состояние болота по сапробности можно отнести его к олигосапробному типу загрязнения.

Водно-прибрежная растительность. Естественная водно-прибрежная растительность является важнейшим элементом «здоровья» водного объекта, она должна быть хорошо развита и иметь разнообразный состав, так как она служит «буфером» между водоемом и загрязняющими источниками. Кроме того, водно-прибрежная растительность и произрастающие по берегам деревья и кустарники укрепляют берега, защищая их от эрозии и от сползания в него со склонов грунта. Большое значение для стабильности берегов имеют и типы почв. Берега с тонким слоем почв, гравием или песком более подвержены эрозии, чем берега с обильным слоем почвы. Так, в западном районе, в его северной части, была отсыпана гравийная площадка, но она осталась не закрепленной растительностью, и поэтому во время волнений водой вымываются тонкие фракции, что сопровождается повышенной мутностью прибрежья, и это вносит дополнительное загрязнение в озеро.

Берега оз. Култучного заселены разнотравьем, кустарниками и деревьями. На дне водоема произрастают растения, особенно они обильны в восточном, северном и западном районах. В августе по всей акватории на поверхности озера появляются плавающие сначала зеленоватые, а потом бурые островки, то, что обычно называют тиной. Это поднявшиеся со дна скопления колониальных нитчатых водорослей, всплывшие на поверхность благодаря пузырькам воздуха, которые накапливаются среди запутанной массы нитей, составляющих колонию (рис. 8).

Все обитатели озера участвуют в очищении водоема, но особенно велико значение растительности. После распада льда вода в озере очень мутная и прозрачность нулевая. К концу июля и началу августа вегетация растений достигает пика развития, и вода в это время становится настолько прозрачной, что дно просматривается по всему периметру озера.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА КУЛТУЧНОГО

В настоящее время озеро продолжает испытывать значительную антропогенную нагрузку и его экологическое состояние не изменяется в лучшую сторону. Как уже было отмечено выше, основными источниками загрязнения являются поверхностные воды, которые несут смывы с дорог и с окружающих озеро территорий, несанкционированные сбросы через трубы, выведенные в акваторию озера. Значительные загрязнения вносятся и самими жителями города во время отдыха на прилегающих участках к берегу.

По состоянию зообентосных сообществ обстановка на большей территории озера соответствует тяжелому загрязнению, это касается не только мелководья, но и глубоководных биотопов. По оценке сапробности озеро является полисапробным водоемом, лишь некоторые участки, расположенные в западном районе озера, их два – юго-западный и протока – являются более чистыми.

Несмотря на столь тяжелое экологическое состояние, донные гидробионты активно очищают озеро. В самоочищении принимают участие все составляющие биоты – от микроорганизмов (бактерий) до макрозообентоса и растений.

Восстановление озера до его девственного состояния невозможно, так как изменен водный баланс, утрачены родники, которые играли основную роль в обеспечении озера чистой водой, но улучшение экологического состояния вполне возможно и зависит от полного прекращения поступления в озеро загрязненных вод. Для этого необходимо провести следующие мероприятия:

– вдоль дорог проложить ливневую канализацию для сбора дождевой и талой воды, поверхностного стока с окружающей местности и дорог;



Рис. 8. Плавающие по всей поверхности озера островки нитчатых водорослей, 15 сентября 2010 г.
Фото Т.Л. Введенской

- очистить окружающий ландшафт озера и берега;
- ликвидировать несанкционированные сбросы сточных загрязненных вод;
- убрать все постройки на берегу озера;
- провести очистку побережья от механического мусора;
- запретить заезд к озеру на автотранспорте, который имеется около остановки «Култучное озеро».

После проведения всех рекомендованных мероприятий по улучшению экологического состояния экосистемы озера целесообразно проводить ежегодный экологический мониторинг, вести постоянный гидрологический, гидрохимический и гидробиологический контроль за всеми составляющими мониторинга. Необходимо довести до сведения жителей города и гостей столицы Камчатки информацию о мероприятиях по улучшению экологического состояния озера и ввести высокий денежный штраф за несоблюдение его санитарного состояния.

Култучное имеет большое значение в жизни горожан. Помимо эстетического воспитания молодежи, чистота озера оказывает непосредственное влияние на здоровье горожан, и оно может стать достойным рекреационным центром проведения досуга. Немаловажное значение озеро имеет в просветительском плане. Студенты КГТУ постоянно проводят здесь занятия по предметам Гидробиология, Санитарная гидробиология, Гидрология и Ихтиология, закрепляя полученные в стенах университета знания. Они осваивают методы гидробиологических сборов проб, а в лаборатории просматривают собранные пробы.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев В.Р., Глаголев С.М. 1995. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. СПб. : Типограф. №1 ВО «Наука». 631 с.
- Богатов В.В., Затравкин М.Н. 1987. Брюхоногие моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР. М. : Изд-во «Агропромиздат». 224 с.
- Введенская Т.Л., Бонк Т.В., Макаренченко Е.А. 2010. Предварительные сведения о составе донных организмов в озере Култучном (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : матер. XI междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения выдающихся российских ихтиологов А.П. Андрияшева и А.Я. Таранца. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. С. 183–185.
- Введенская Т.Л. 2011. Рыбохозяйственное значение водотоков г. Петропавловска-Камчатского // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский : Изд-во КамчатНИРО. Вып. 23. С. 88–101.

- Дитмар К. 1901. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851–1855 гг. Часть первая. Исторический очерк по путевым дневникам. СПб. 754 с.
- Догель В.А. 1981. Зоология беспозвоночных / под ред. проф. Ю.И. Полянского. 7 изд., перераб. и доп. М. : Высш. школа. 606 с.
- Жизнь животных. Беспозвоночные. Т. 1. 1968. / под ред. член-кор. АН СССР, проф. Л.А. Зенкевича. М. : Изд-во «Просвещение». 579 с.
- Жизнь животных. Рыбы. 1971 / под ред. проф. Т.С. Расса. М. : Изд-во «Просвещение». Т. 4, ч. 1. 655 с.
- Заганов В.В. 1991. Семейство колюшковых (Gasterosteidae) мировой фауны // Фауна СССР. Рыбы. Т. V. Вып. I. Л. : Наука. 261 с.
- Израэль Ю.А., Абакумов В.А. 1991. Об экологическом состоянии поверхностных вод СССР и критериях экологического нормирования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Л. : Гидрометеоиздат. 48 с.
- Информация о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2009 году. 2010. Петропавловск-Камчатский : Министерство природных ресурсов Камчатского края. 137 с.
- Комаров В.Л. 1912. Путешествие по Камчатке в 1908–1909 гг. Камчатская экспедиция Федора Павловича Рябушинского, снаряженная при содействии Императорского Русского Географического общества. Ботан. отд. Вып. 1. М. 456 с.
- Кузякина Т.И., Хурина О.В. 2007. Участие микроорганизмов в превращениях соединений азота в антропогенном водоеме (оз. Култучное, Камчатка) // Успехи современного естествознания. № 9. С. 93–94.
- Куренков И.И. 2005. Зоопланктон озер Камчатки. Петропавловск-Камчатский : Изд-во КамчатНИРО. 178 с.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л. : Наука. 744 с.
- Кутикова Л.А. 1994. Rotatoria. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие беспозвоночные. СПб. : Типограф. № 1 ВО «Наука». 395 с.
- Леванидов В.Я. 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР. Т. 36 (139). С. 104–122.
- Мануйлова Е.Ф. 1964. Ветвистоусые рачки Фауны СССР. М. ; Л. : Наука. 318 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1994. Низшие беспозвоночные. Т. 1. СПб. 395 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1995. Ракообразные Т. 2. СПб. 617 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1999. Высшие насекомые. Двукрылые. Т. 4. СПб. 998 с.
- Рылов В.М. 1948. Фауна СССР. Ракообразные. Т. 3. Вып. 3. Cyclopoida пресных вод. М. ; Л. : Изд-во АН СССР. 321 с.
- Хурина О.В., Саушкина Л.Н., Кузякина Т.И. 2010. Оценка экологического состояния пресноводной гидроэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник КамчатГТУ. № 12. С. 26–31.
- Шорыгин А.А. 1952. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М. : Наука. 253 с.
- Якубов В.В. 2007. Растения Камчатки : Полевой атлас. М. : Путь, Истина и Жизнь. 264 с.
- Якубов В.В. 2010. Иллюстрированная флора Кроноцкого заповедника (Камчатка): сосудистые растения. Владивосток : БПИ ДВО РАН. 296 с.
- Goodnight C.J., Whitley L. 1961. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Ind. Waste Conf. Purdue Univ. Ext. Ser. 106. P. 139–142.
- Takada H. 2009. International pellet watch: Global distribution of persistent organic pollutants (POPs) in marine plastics and their potential threat to marine organisms. Abstract in Proceedings of International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. P. 32.