

574.583:574.52(028)(1-926.16)

Современное состояние планктонных гидробиоценозов литоральной зоны озера Цаган-Нор (Онон-Борзинская система озер Забайкалья)

Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН
Чита, Россия
NatTash2005@yandex.ru*

В работе представлены результаты исследований некоторых морфометрических, гидрофизических, гидрохимических параметров, а также видового разнообразия планктонных сообществ литоральной зоны содового озера Цаган-Нор по данным, полученным летом 2018 года. В исследуемый период концентрации биогенных элементов в озере были низкими. Отмечено равномерное распределение соединений азота и фосфора, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Планктон озера на момент обследования характеризовался скудным таксономическим составом. В многолетнем аспекте выявлена тенденция к снижению видового разнообразия водорослей и беспозвоночных планктона. Количественное распределение организмов планктона от уреза до глубины прозрачности воды неравномерно. Для водорослей отмечены низкие значения численных характеристик. Беспозвоночные планктона характеризовались высокими значениями численности и биомассы. Их наибольшая концентрация зарегистрирована в зоне растительности, где преобладали веслоногие ракообразные.

Ключевые слова: биогенные элементы, фитопланктон, зоопланктон, озеро Цаган-Нор, Онон-Борзинская система озер, Забайкалье.

ВВЕДЕНИЕ

Литораль – это зона, в пределах которой солнечный свет достигает дна водоёма. Границу литорали в водоемах считают по наибольшей глубине распространения водных растений (Wetzel, 1990). При отсутствии макрофитов нижнюю границу литоральной зоны определяют по нижней границе трофогенного или фотического слоя, то есть прозрачности воды (Likens, 2010). Актуальность изучения мелководной литоральной зоны не вызывает сомнений, так как она выполняет функцию барьера между водосборной территорией и пелагическими районами водоемов, а также в наибольшей степени подвержена антропогенному воздействию. Кроме того, эта зона водоемов характеризуется большим биоразнообразием и биопродуктивностью, поскольку в ней более интенсивно протекают биологические и биохимические процессы.

Соленые и солоноватые озера встречаются не только в жарких и засушливых областях, но и в некоторых регионах с умеренным и холодным климатом, в том числе в Восточной Сибири. Обычно это группы бессточных озер, общими чертами которых является расположение в зоне семиаридного климата, отсутствие поверхностного стока, небольшая глубина и ограниченная площадь водосбора. Они имеют значительные вариации размеров и минерализации. Приграничная с Китаем и Монголией территория юго-восточного Забайкалья насчитывает несколько сотен водоемов подобного типа – озера Онон-Борзинской системы.

Несмотря на достаточный объем исследований данной группы озер, начиная с 40-х годов XX века (Симонов, 1969; Малаева, Симонов, 1969; Шмидеберг, 1969; Фриш, 1972; Иванов, 1977; Кренделев, 1986; Содовые озера..., 1991 и др.) по настоящее время (Замана, Обязов, 2004; Замана, Борзенко, 2010; Ташлыкова и др., 2010; Складов и др., 2011; Обязов, 2012; Баженова, 2013; Куклин и др., 2013; Афонина, Итигилова, 2015, 2018; Tashlykova et al., 2018; Афонина, Ташлыкова, 2019; Цыбекмитова и др., 2019; Vazarova et al., 2019), осталась не изученной сезонная динамика видового состава и количественных показателей различных групп гидробионтов в период высокой и низкой водности, а также факторы, определяющие закономерности формирования структуры сообществ гидробионтов.

Цель проводимых исследований – изучить современное состояние планктонных гидробиоценозов литоральной зоны озера Цаган-Нор.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Озеро Цаган-Нор ($50^{\circ}11'59''\text{N}$ $114^{\circ}59'36''\text{E}$) расположено в центре Ононского района на высоте 678,6 м н. у. м. Его площадь и глубина варьировали в зависимости от увлажненности года. За последние 30–40 лет площадь озера изменялась от 3 км² (с 1983 по 1986 год) до 4,63 км² (в 1998 году), до 2,97 км² (в 2015 году) (Tashlykova et al., 2018) и до 2,1 км² (в 2018 году) (по данным программы Google Earth Pro, дата снимка 14.07.2018 г.). В 1983–1986 годах максимальная длина озера составляла 2,3 км, ширина – 1,3 км (Содовые озера..., 1991) (рис. 1).

Материалом для работы послужили результаты исследований биогенных элементов, планктонной флоры и фауны, проведенные в литоральной зоне озера в июле 2018 года.

Береговая зона малопроходимая, что затрудняло отбор проб. Всего было отобрано 7 гидрохимических, 7 фитопланктонных и 5 зоопланктонных проб. Отбор проб воды для изучения гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических показателей проводили по стандартным методикам (Алекин, 1973; Методические рекомендации..., 1982; Садчиков, 2003; Ташлыкова, 2009) на 5 станциях: станциях литоральной зоны (зона уреза, литоральная зона глубины 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м) и центральной станции. Отбор проб в центре озера был проведен для получения сравнительных материалов.

Определение содержания биогенных элементов проводилась по общепринятым методикам с использованием спектрофотометра Spekol-1300. Для определения нитритов применяли метод с добавлением реактива Грисса, нитратов – метод восстановления до нитритов с реактивом Грисса, аммонийных ионов – с реактивом Несслера, фосфаты – смешанным реактивом с аскорбиновой кислотой, общий фосфор – методом сжигания с персульфатом калия (Руководство..., 1977).

Для качественного и количественного учета фитопланктона отбор проб в литоральной зоне производили в приповерхностном слое воды. Для изучения видового состава и количественных характеристик водорослей отобранный материал фиксировали 4 % формальдегидом и отстаивали 10–15 дней, а затем концентрировали осадочным методом. Изучение материала проводилось под микроскопом Nikon Eclipse E200 с фотокамерой DS Camera Control Unit DS-L2 (1000×). Учет водорослей осуществляли по методу Гензена с помощью счетной пластины (Топачевский, Масюк, 1984). Биомасса определялась по объему отдельных клеток или колоний водорослей, при этом удельный вес принимался равным единице (Садчиков, 2003). Общий список водорослей составлен по системе, принятой на крупнейшем альгологическом сайте AlgaeBase (Guiry et al., 2018). Для определения видового состава, численности и биомассы беспозвоночных воду проливали через гидробиологический сачок (диаметр ячеек капронового сита 0,064 мм). Полученный материал фиксировали 4 % формальдегидом и просматривали под микроскопами МБС-9 (98×) и Альтами БИО 8 (1000×). Обработку проб вели в соответствии со стандартной количественно-весовой методикой (Киселев, 1969). Идентификацию видов животных проводили по (Кутикова, 1970; Определитель..., 1995). Значение отдельных видов в формировании сообщества рассматривали по частоте встречаемости (Кожова, 1970).

Одновременно с отбором гидрохимических и планктонных проб проводили измерения некоторых физических параметров воды (температура (Т, °С), активный водородный показатель (рН), содержание кислорода (O₂, мг/л), насыщение кислородом (Sat, %), минерализация (TDS, г/л), электропроводность (ЕС, мкСм/см), мутность (Turb, ЕМФ), окислительно-восстановительный потенциал (ORP, мВ), с использованием многопараметрического прибора контроля качества воды GPS-129 AQUALMETER «Aquaread» (Великобритания). Прозрачность воды определяли по стандартному белому диску Секки.

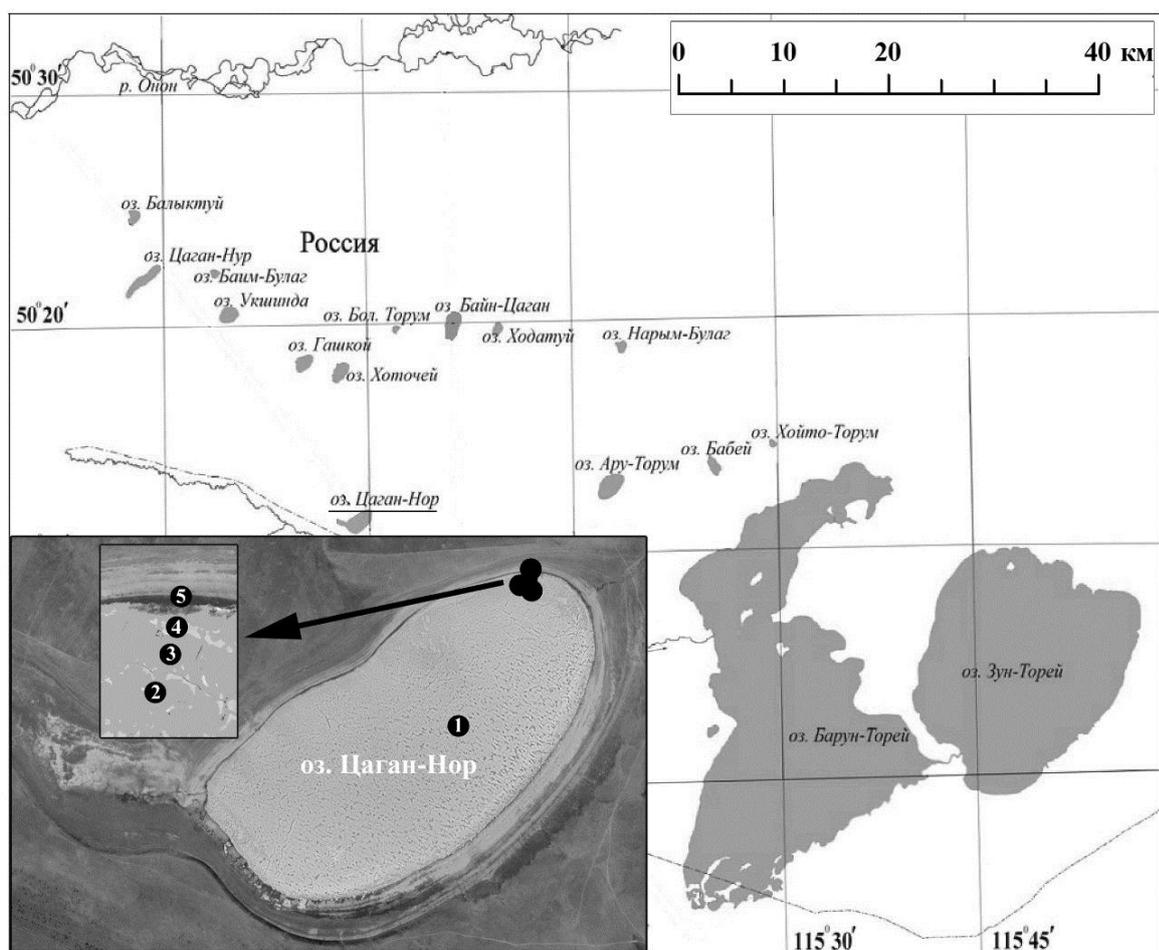


Рис. 1. Карта-схема озер Онон-Торейской равнины

Условные обозначения станций: 1 – центр, 2 – литоральная зона (глубина 1,5 м), 3 – литоральная зона (глубина 1,0 м), 4 – литоральная зона (глубина 0,5 м), 5 – литоральная зона (урез).

Полученные данные подвергнуты стандартной математической обработке с использованием пакета программ Microsoft Excel 2010 и надстройки для программы Microsoft Excel XLSTAT (Addinssoft, USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные исследования озера Цаган-Нор показали, что в настоящее время форма озера близка к эллипсоидной, так как полностью высох узкий залив с северо-западной части озера. Водоем вытянут с северо-востока на юго-запад. Южное побережье пологое, на северном побережье высокий береговой вал (рис. 2). С южной стороны в озеро впадает небольшой ручей, сформированный в результате разгрузки ключа. Максимальная глубина озера в центральной части озера составляла 2,7 м, при прозрачности воды 1,5 м. Большая часть водоема – это мелководная литоральная зона (до глубины 1,5 м). Грунты озера – песчаные отложения с илом. Пояс растительности, представленный, преимущественно, рдестами, простирается от зоны уреза до глубины 1,0 м.

Состав воды в озере Цаган-Нор относится к гидрокарбонатному классу, группе натрия (Стрижова, Орлик, 1991). В период проводимых исследований воды озера имели минерализацию 11,7 г/л и относились к мезогалинному типу. В соответствии со значениями минерализации изменялись значения электропроводности и окислительно-

восстановительного потенциала. Температура воды в литоральной части озера изменялась от 25,4 до 27,8 °С. В толще воды значение температуры варьировали незначительно. В прибрежной полосе из-за малой глубины в пределах 0,5 м от уреза температура воды на 1,3–2,4 °С выше по сравнению с центральной станцией озера. Величина водородного показателя (рН) была смещена в сторону щелочной реакции. Диапазон измеренных величин мутности составил 10,8–38,3 ЕМФ.

Основные физико-химические параметры озера представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические параметры озера Цаган-Нор в июле 2018 года

Показатель (ед. измерения)	Глубина, м								
	Литораль					Центр			
	0	0,5	1	1,5	Mean±SD	0	1,5	2,7	Mean±SD
Т (°С)	27,20	27,80	25,40	26,10	26,63±1,08	25,80	25,90	25,20	25,63±0,38
рН	9,12	9,08	9,10	9,06	9,09±0,02	8,88	8,90	8,92	8,9±0,02
О ₂ (мг/л)	11,03	9,32	8,88	7,88	9,28±1,32	7,90	7,32	7,46	7,56±0,3
Sat (%)	140,7	118,6	106,7	97,70	115,93±18,6	79,00	91,20	56,00	75,4±17,87
TDS (мг/л)	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70±0,00	11,70	11,70	11,70	11,70±0,00
ORP (мВ)	103,0	98,30	100,0	101,0	100,58±1,96	94,40	95,40	113,0	100,93±10,46
ЕС (мкСм/см)	28,13	28,10	11,17	11,20	19,65±9,78	11,27	11,23	11,16	11,22±0,06
Turb (ЕМФ)	10,80	14,50	38,30	38,20	25,45±14,86	38,80	40,00	39,30	39,37±0,60
NO ₂ ⁻ (мг/л)	0,14	0,84	0,02	0,06	0,27±0,38	0,00	0,72	0,00	0,24±0,42
NO ₃ ⁻ (мг/л)	0,045	0,028	0,028	0,028	0,03±0,01	0,034	0,040	0,041	0,04±0,00
NH ₄ ⁺ (мг/л)	0,011	0,012	0,008	0,016	0,01±0,00	0,013	0,013	0,01	0,01±0,00
Р _{общ.} (мг/л)	0,45	0,44	0,45	0,44	0,45±0,01	0,46	0,45	0,45	0,45±0,01
PO ₄ ⁻³ (мг/л)	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35±0,01	0,36	0,35	0,35	0,35±0,01
ПОК (мгО ₂ /л)	13,30	12,90	12,10	14,00	13,08±0,79	13,20	12,80	13,50	13,17±0,35
ХПК (мгО ₂ /л)	76,00	75,60	75,60	74,5	75,43±0,65	75,30	81,30	73,80	76,80±3,97

Примечание к таблице. Mean±SD – среднее значение ± стандартная ошибка.

Содержание биогенных элементов в озере Цаган-Нор было низким по всей акватории водоема (см. табл. 1). Существенных различий в концентрациях биогенных элементов между литоральной и центральной зонами не выявлено. Планктонная флора и фауна озера Цаган-Нор в период исследования была представлена крайне бедно. В результате проведенных исследований в составе водорослей озера было идентифицировано 6 таксонов рангом ниже рода (Cyanobacteria – 1, Bacillariophyta – 1, Cryptophyta – 2, Chlorophyta – 2). Видовое разнообразие беспозвоночных слагалось из 8 видов (Rotifera – 3, Cladocera – 2, Copepoda – 3) (табл. 2). Существенных различий в планктоне литоральной и центральной части озера не обнаружено.



Рис. 2. Озеро Цаган-Нор (у села Буйлэсан): северное побережье (a) и южное побережье (b)
(фото Б. Б. Базаровой)

Таблица 2

Видовой состав планктона озера Цаган-Нор в июле 2018 года

Фитопланктон		Зоопланктон	
Таксон	Частота встречаемости	Таксон	Частота встречаемости
Сyanobacteria		Rotifera	
<i>Anabaena</i> sp.	28	<i>Brachionus plicatilis</i> Müller	20
Bacillariophyta		<i>B. urceus</i> (Linnaeus)	20
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère in Jahn et al.	14	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson)	100
Cryptophyta		Cladocera	
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	70	<i>Daphnia magna</i> Straus	60
<i>Komma caudata</i> (L.Geitler) D.R.A.Hill	14	<i>Moina brachiata</i> (Jurine)	100
Chlorophyta		Copepoda	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	14	<i>Arctodiaptomus bacillifer</i> (Koelbel)	100
<i>Ankyra ancora</i> (G.M. Smith) Fott	42	<i>A. dahuricus</i> Borutzky	100
		<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande)	100

Количественное развитие водорослей в период обследования озера было низким (табл. 3). Структуру альгоценоза определяли криптофитовые и зеленые водоросли. На долю криптофитовых приходилось 67 % от общей численности и до 89 % от общей биомассы. Доля зеленых водорослей в планктоне доходила до 50 %. В составе водорослей планктона доминировала криптофитовая водоросль *C. erosa* (38–89 % от общей численности и 48–89 % от общей биомассы).

Для беспозвоночных планктона, напротив, были характерны высокие количественные показатели (табл. 4). Основу численности и биомассы формировали ракообразные рода *Arctodiaptomus*, *Thermocyclops dybowskii* и *Moina brachiata*. Популяция ветвистоусых состояла из половозрелых особей, веслоногих – из младшевозрастных стадий.

ОБСУЖДЕНИЕ

Колебания увлажненности в аридных регионах отличаются достаточно большой амплитудой. Они определяют минерализацию водоема. За последние 30–40 лет минерализованность вод озера Цаган-Нор изменялась от 5,2–7,4 г/л (1983 г.) (Стрижова, Орлик, 1991) до 2,5–3,7 г/л (1984–1985 гг.) (Стрижова и др., 1991), до 2,4±0.21 (1999 г.)

Таблица 3

Распределение числа видов, численности и биомассы фитопланктона в озере Цаган-Нор

Показатель (ед. измерения)	Глубина, м							
	Литораль					Центр		
	0 (урез)	0,5	1	1,5	Mean±SD	0	1,5	2,7
Число видов	6	5	6	6	5,75±0,50	7	5	5
Численность (тыс. кл./л)	3,24	1,26	3,84	2,88	2,81±1,1	1,56	0,96	1,96
Биомасса (мг/м ³)	2,69	1,67	4,08	1,59	2,51±1,16	1,25	8,12	1,68
Доминанты	<i>Ankura ancora</i> <i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	-	<i>Ankura ancora</i> <i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>

Примечание к таблице. Mean±sd – среднее значение ± стандартная ошибка.

Таблица 4

Распределение числа видов, численности и биомассы зоопланктона в озере Цаган-Нор

Показатель (ед. измерения)	Глубина, м					
	Литораль					Центр
	0 (урез)	0,5	1	1,5	Mean±SD	0–2,7
Число видов	4	6	6	7	5,66±1,15	6
Численность (тыс. экз./м ³)	480	489,38	275,44	311,75	389,14±11,39	217,64
Биомасса (мг/м ³)	33417,38	26598,62	11419,16	10790,25	20556,35±11266,18	5554,63
Доминанты	Виды рода <i>Arctodiaptomus</i> ; <i>M. brachiata</i>	Виды рода <i>Arctodiaptomus</i> ; <i>T. dybowskii</i>	<i>T. dybowskii</i> ; <i>M. brachiata</i> ; виды рода <i>Arctodiaptomus</i>	<i>M. brachiata</i> ; <i>H. mira</i>	-	Виды рода <i>Arctodiaptomus</i> ; <i>M. brachiata</i> ; <i>T. dybowskii</i>

Примечание к таблице. Mean±sd – среднее значение ± стандартная ошибка.

(Афонина, Ташлыкова, 2019), до 4,37 г/л (2011 г.) (Куклин и др., 2013), до 7,1 (2016 г.) (Афонина, Ташлыкова, 2019). Начиная с 90-х годов водоем от мезогалинного типа (1983 г.) перешел к олигогалинному (1984–1985 гг.; 1999 и 2011 гг.), затем вновь к мезогалинному (2016 и 2018 гг.). Изменение величины общей минерализации в сторону увеличения или снижения в зависимости от колебаний атмосферного увлажнения территории отмечалось и в других соленых озерах Забайкалья и Северо-Восточной Монголии (Gorlacheva et al., 2014; Итигилова и др., 2014), а также в озере Чана (Визер, 2016), Крымских озерах (Shadrin, 2018), содово-соленых озерах Африки (Schagerl, 2016) и Испании (Comin, 1999).

Определенной закономерности в динамике биогенных элементов в озере Цаган-Нор на момент обследования не установлено. Как отмечают Т. А. Стрижова и Л. А. Орлик (1991), для озера Цаган-Нор характерны сезонные и межгодовые колебания содержания биогенных элементов (азот и фосфор), обусловленные цикличностью водного режима. В летний период маловодных годов с кратковременными ливневыми атмосферными осадками отмечаются их максимальные концентрации, связанные с накоплением на водосборной территории запаса питательных солей. В период увлажнения концентрации биогенных элементов резко снижаются, в некоторых случаях до аналитического нуля, что вызвано сокращением поступления веществ с более промытых почв водосбора. Летом 1983 года содержание минерального азота определялось в 4,52 мгN/л, аммонийного – 1,00–1,50 мгN/л. В 1985 году (период увлажнения) концентрация NH_4^+ понизилась до 0,1 мгN/л (Стрижова, Орлик, 1991). В летний период 2011 и 2014 годов отмечалось снижение концентраций всех форм азота и незначительное повышение соединений фосфора к 2014 году (Цыбекмитова и др., 2014).

Реакция среды (pH) в озере щелочная. Аналогичные значения отмечались и при исследованиях 2011 года, когда pH варьировал в пределах 9,0–9,6 (Куклин и др., 2013). Это характерно и для других озер Улдза-Торейского бессточного бассейна (Афони́на, Ташлыкова, 2019).

Водная среда исследуемого озера в июле 2018 года характеризовалась относительно высоким содержанием растворенного кислорода, по сравнению с галитовыми озерами Борзинской группы (Банзаракцаева и др., 2007), Крымскими озерами (Shadrin, 2018). Наличие высшей водной растительности в литоральной зоне приводило к насыщению водной толщи кислородом до 141 %, по сравнению с центральной.

Сравнение полученных материалов с более ранними исследованиями планктона, проведенными в летний период 1999, 2003, 2007, 2011 и 2014 годов (Ташлыкова, 2008; Ташлыкова и др., 2010; Афони́на, Итигилова, 2015; Афони́на, Ташлыкова, 2019) показало, что видовой состав и соотношение отделов/групп в фито- и зоопланктоне озера Цаган-Нор типичны для водоемов с повышенной соленостью (Hammer et al., 1983; Веснина и др., 2005; Ермолаева, Бурмистрова, 2005; Larson, Belovsky, 2013; Итигилова и др., 2014; Afonina, Tashlykova, 2018). В период обследования озера Цаган-Нор изменения в фитопланктоне выразились в снижении видового разнообразия (табл. 5) и общей плотности водорослей. В июле 2018 года из состава альгоценоза выпали харовые и эвгленовые водоросли, снизили свою активность представители зеленых и цианобактерий.

Таблица 5

Таксономический состав летнего фитопланктона в озере Цаган-Нор
в разные годы наблюдений

Год наблюдений	Количество отделов	Количество видов						Общее
		Суанобacteria	Bacillariophyta	Cryptophyta	Charophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	
2003	4	2	5	-	-	4	1	12
2007	5	1	2	-	1	3	1	8
2011	4	-	2	-	1	3	1	7
2014	3	3	-	1	-	2	-	6
2018	4	1	1	2	-	2	-	6

В зоопланктоне наблюдалось снижение видового богатства (табл. 6) и возрастание общей численности при достаточно стабильном составе доминирующего комплекса. Аналогичная картина отмечалась в других озерах Улдза-Торейского бессточного бассейна (Афони́на, Ташлыкова, 2019).

Таксономический состав летнего зоопланктона в озере Цаган-Нор
в разные годы наблюдений

Год наблюдений	Количество видов			
	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Общее
1999	3	5	4	12
2003	2	3	3	8
2007	2	3	3	8
2011	1	3	4	8
2014	2	2	3	7
2018	3	2	3	8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования показали, что в июле 2018 года выявлен обедненный состав планктона. В озере обнаружено 6 видов водорослей из четырех систематических групп и 8 видов беспозвоночных из трех систематических групп. Распределение водорослей и беспозвоночных от уреза до глубины прозрачности воды неравномерное. Для водорослей отмечены низкие значения количественных характеристик.

Наибольшая концентрация беспозвоночных зарегистрирована в зоне растительности, где преобладали веслоногие ракообразные.

Усиление аридизации климата территории явилось причиной изменения структуры планктонного сообщества, что проявилось: в межгодовом аспекте отмечена тенденция к снижению видового разнообразия летнего планктона; снижение количественных показателей фитопланктона, возрастание общей численности зоопланктона, достаточно стабильном составе доминирующего комплекса беспозвоночных.

Благодарности. Авторы выражают признательность к б. н. Б. Б. Базаровой за предоставленные фотоматериалы.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИПРЭК СО РАН «Биоразнообразие природных и природно-техногенных экосистем Забайкалья (Центральной Азии) как индикатор динамики региональных изменений климата», № АААА-А17-117011210078-9.

Список литературы

- Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 269 с.
- Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Динамика зоопланктона соленых озер юго-восточного Забайкалья в разные климатические периоды // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. – 2015, № 4. – С. 104–115.
- Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Состав и структура зоопланктона минерализованных озер Онон-Торейской равнины (Забайкальский край) // Фауна Урала и Сибири. – 2018, № 1. – С. 28–45.
- Афонина Е. Ю., Ташлыкова Н.А. Планктон минеральных озер юго-восточного Забайкалья: трансформация и факторы среды // Сибирский экологический журнал. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 192–209.
- Баженова О. И. Современная динамика озерно-флювиальных систем Онон-Торейской высокой равнины (Южное Забайкалье) // Вестник ТГУ. – 2013. – № 371. – С. 171–177.
- Банзаракцаева Т. Г., Абидуева Е. Ю., Намсараев Б. Б. Гидрохимические и микробиологические характеристики содовых и содово-соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // География и природные ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 101–105.
- Веснина Л. В., Митрофанова Е. Ю., Лисицина Т. О. Планктон соленых озер территории замкнутого стока (юг Западной Сибири, Россия) // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 2. – С. 221–233.
- Визер Л. С. Сообщества зоопланктона солоноватых водоемов юга Западной Сибири (на примере Чановской озерной системы): дис. ... докт. биол. наук: 03.02.10 Гидробиология. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2016. – 309 с.
- Ермолаева Н.И., Бурмистрова О.С. Влияние минерализации на зоопланктон озера Чаны // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 2. – С. 235–247.

- Замана Л. В., Борзенко С. В. Гидрохимический режим соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // География и природные ресурсы. – 2010. – Т. 31, № 4. – С. 100–107.
- Замана Л. В., Обязов В. А. Динамика уровня и гидрохимического режима Торейских озер в 20-м веке // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: тез. межд. конф. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – Т. 1. – С. 98–99.
- Иванов А. В. Торейские озера // Гидрохимия рек и озер в условиях резко континентального климата. – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 17–21.
- Итигилова М. Ц., Дулмаа А., Афонина Е. Ю. Зоопланктон озер долины рек Ульдза и Керулен северо-востока Монголии // Биология внутренних вод. – 2014. – № 3. – С. 54–530.
- Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
- Кожова О. М. Формирование фитопланктона // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. – М.: Наука, 1970. – С. 27–160.
- Кренделев Ф. П. Периодичность наполнения и высыхания Торейских озер (Юго-Восточное Забайкалье) // Доклады АН СССР. – 1986. – Т. 287, № 2. – С. 396–400.
- Куклин А. П., Цыбекмитова Г. Ц., Горлачева Е. П. Состояние водных экосистем озер Онон-Торейской равнины за 1983–2011 годы (Восточное Забайкалье) // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 3 (56). – С. 16–26.
- Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
- Малаева С. М., Симонов Ю. Г. Условия существования озер Юго-Восточного Забайкалья в позднем кайнозое // Вопросы озерного морфолитогеоза. – Чита, 1969. – С. 15–21.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция [Ред. Г. Г. Винберг]. – Ленинград, 1982. – 34 с.
- Обязов В. А. Изменение климата и гидрологического режима рек и озер в Даурском экорегионе // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты. – Чита: Экспресс-издательство, 2012. – С. 24–45.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [Ред. С. Я. Цалолихина]. – СПб.: Наука, 1995. – Т. 2. – С. 34–128.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши [Ред. А. Д. Семенова]. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 541 с.
- Симонов Ю. Г. Озерный морфолитогеоз в условиях Забайкалья // Вопросы озерного морфолитогеоза. – Чита, 1969. – С. 11–14.
- Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
- Склярёв Е. В., Склярёва О. А., Меньшагин Ю. В., Данилова М. А. Минерализованные озера Забайкалья и Северо-Восточной Монголии: особенности распространения и рудогенерирующий потенциал // География и природные ресурсы. – 2011. – № 4. – С. 29–39.
- Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность [Ред. А. Ф. Алимов]. – Новосибирск: Наука, 1991. – 216 с.
- Стрижова Т. А., Орлик Л. А. Гидрохимический режим озера // Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 19–25.
- Ташлыкова Н. А. Некоторые материалы по летнему фитопланктону Онон-Торейских озер // Материалы международного симпозиума «Изменение климата центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия». – Чита, 2008. – С. 131–134.
- Ташлыкова Н. А. Экологические особенности развития фитопланктона дельтовых проток реки Селенги и сора Черкалово (оз. Байкал): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 Экология, 03.00.18 Гидробиология. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2009. – 207 с.
- Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. К изучению летнего планктона Торейских озер // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия: сборник научных материалов. – Чита: Экспресс-издательство, 2010. – С. 280–285.
- Топачевский А. В., Масюк Н. П. Методы сбора и изучения водорослей // Пресноводные водоросли Украинской ССР. – Киев: Вицашкола, 1984. – С. 61–78.
- Фриш В. А. Торейский эксперимент // Природа. – 1972. – № 2. – С. 60–66.
- Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О. Содержание биогенных элементов в озерах Онон-Торейской котловины в период климатических флуктуаций // Водное хозяйство России. – 2019. – № 3. – С. 94–108.
- Шмидеберг Н. А. Гидрохимия озер Онон-Торейского степного района: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1969. – 23 с.
- Afonina E. Y., Tashlykova N. A. Plankton community and the relationship with the environment in saline lakes of Onon-Torey Plain, Northeastern Mongolia // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2018. – Vol. 25, N 2. – P. 399–408.
- Bazarova B. V., Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Kuklin A. P., Matafonov P. V., Tsybekmitova G. Ts., Gorlaicheva E. P., Itigilova M. Ts., Afonin A. V., Butenko M. N. Long-term fluctuations of the aquatic ecosystems in the Onon-Torey plain (Russia) // Acta Ecologica Sinica. – 2019. – Vol. 39. – P. 157–165.
- Hammer U. T., Shames J., Haynes R. C. The distribution and abundance of algae in saline lakes of Saskatchewan, Canada // Hydrobiologia. – 1983. – Vol. 105. – P. 1–26.
- Comin, F. A., Cabrera M., Rodor X. Saline lakes: integrating ecology into their management future // Hydrobiologia. – 1999. – Vol. 395/396. – P. 241–251

Gorlacheva E. P., Tsybekmitova G. Ts., Afonin A. V., Tashlikova N. A., Afonina E. Yu., Kuklin A. P., Saltanova N. V. Lake-margin ecosystems of saline lakes of the Borzya group (Zabaikalsky Krai, Russia) during the initial filling phase // *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. – 2014. – Vol. 32, N 4. – P. 871–878.

Guiry M. D., Guiry G. M. *Algaebase*. – World-wide electronic publication (Galway: National University of Ireland). – 2018. – Режим доступа: <http://www.algaebase.org/>

Liken G. E. *Lake ecosystem ecology: a global perspective*. – Amsterdam, Netherlands, Elsevier Inc., 2010. – 463 p.

Larson C., Belovsky G. E. Salinity and nutrients influence species richness and evenness of phytoplankton communities in microcosm experiments from Great Salt Lake, Utah, USA // *Journal of Plankton Research* – 2013. – Vol. 35, N 5. – P. 1154–1166.

Schagerl M. *Soda lakes of East Africa*. – Switzerland, Springer International Publishing, 2016. – 92 p.

Shadrin N. V. The alternative saline lake ecosystem states and adaptive environmental management // *Journal of Oceanology and Limnology*. – 2018. – Vol. 36, N 6. – P. 2010–2017.

Tashlykova N. A., Afonina E. Y., Kuklin A. P., Bazarova B. B., Matafonov P. V., Tsybekmitova G. Ts., Gorlacheva E. P., Itigilova M. Ts., Butenko M. N. Ecological features of the hydrobiocenoses of some lakes of the Onon-Torey plain in different hydrological periods // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – Vol. 9, N 5. – P. 734–752.

Wetzel R. G. *Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators* // *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. – 1990. – Vol. 24. – P. 519–590.

Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Tsybekmitova G. Ts., Matveeva M.O. The current ecological state of the littoral zone of Lake Tsagan-Nor (Onon-Borzinsky lake system) // *Ekosistemy*. 2020. Iss. 22. P. 5–14.

In the past few decades, interest for the study of the structural and functional organization of hydrobionts in saline lakes has grown significantly. Numerous saline or mineral lakes with different chemical composition and water mineralization are widespread in Transbaikalia, as well as throughout the arid zone of Siberia and other regions. The paper presents the results of the research of some morphometric, hydrophysical, hydrochemical parameters and species diversity of planktonic communities in the littoral zone of soda Lake Tsagan-Nor according to data obtained in summer 2018. Assessment of dynamics of physical and chemical parameters revealed that climatic conditions (aridization or humidification) resulted in the lake mineralization. Mineralization of lake water has changed for last 30–40 years: from mesogaline type (1983) to oligogaline type (1984–1985; 1999 and 2011), and to mesogaline type (2016 and 2018). The content of nutrients in the lake was low and almost evenly distributed both vertically and horizontally during the study period. It is revealed that during the research period the lake plankton was characterized by poor taxonomic composition due to the influence of determining environmental factors (mineralization, active hydrogen index and temperature). In the long-term aspect, the authors highlight the trend of decreasing plankton hydrobionts species diversity. The quantitative distribution of algae and invertebrates from the edge to the depth of water transparency is uneven. Low values of numerical features are registered for algae. On the contrary, plankton invertebrates are characterized by high abundance and biomass. The highest concentration of invertebrates is recorded in the vegetation zone, where copepods prevail.

Key words: biogenic nutrients, phytoplankton, zooplankton, Lake Tsagan-Nor, Onon-Borzinsky lake system, Transbaikalia.

Поступила в редакцию 05.02.20