

УДК 574.52/577.15

DOI: 10.21209/2074-9155-2018-12-2-56-60

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАИН-ЦАГАН

MODERN ECOLOGICAL CONDITION OF LITHORAL ZONE IN THE BAIN-TSAGAN LAKE

Приведены результаты по содержанию биогенных элементов и видовому разнообразию планктонных сообществ литоральной зоны содового оз. Баин-Цаган по данным, полученным в летний период 2018 г.

The results obtained in summer 2018 on the nutrients' content and species diversity of plankton communities in the littoral zone of the soda lake Bain-Tsagan are given

Ключевые слова: биогенные элементы; фитопланктон; зоопланктон; оз. Баин-Цаган

Key words: nutrients; phytoplankton; zooplankton; Bain-Tsagan Lake



М. О. Матвеева



Г. С. Цыбекмитова



Н. А. Ташлыкова



Е. Ю. Афонина

Введение. Литораль — это зона, в пределах которой солнечный свет достигает дна водоёма. Границу литорали в водоёмах считают по наибольшей глубине распространения водных растений [9]. При отсутствии макрофитов нижнюю границу литоральной зоны определяют по нижней границе трофогенного или фотического слоя, т. е. прозрачности воды [7]. Литоральная зона озер характеризуется наибольшим биоразнообразием и биопродуктивностью относительно других зон водоёма, в этой зоне наиболее интенсивно протекают биологические и биохимические процессы. В литоральной зоне острее сказывается и влияние факторов среды — волнения, значительных перепадов температуры воды, особенно межгодовых

колебаний горизонта воды, приводящих либо к высыханию больших площадей литорали при понижении уровня и гибели или трансформации комплекса гидробионтов, либо к затоплению прибрежий при подъеме воды и формированию новых сообществ.

Соленые и солоноватые озера встречаются не только в жарких и засушливых областях, но и в некоторых регионах с умеренным и холодным климатом, в частности, 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. Пригра-

ничная с Китаем и Монголией территория юго-восточного Забайкалья насчитывает несколько сотен водоемов подобного типа — это озера Онон-Борзинской системы.

Озеро Байн-Цаган расположено в центре Ононского района на высоте 652,2 м над у. м. Его площадь и глубина варьирует в зависимости от увлажненности года. За последние 30...40 лет площадь озера изменялась следующим образом: 4 км² (1986–1983) → 3,5 км² (1998) → 2,79 км² (2015) [8]. В 1983–1986 гг. максимальная длина озера составляла 2,3 км, ширина — 1,3 км [5].

Данная работа проводится в рамках изучения организации литоральных сообществ в условиях изменяющегося климата и антропогенных воздействий, что определило цель проводимых исследований — изучение современного состояния планктонных гидробиоценозов литоральной зоны оз. Байн-Цаган. Материалом послужили результаты исследований биогенных элементов, планктонной флоры и фауны, проведенных в прибрежной и центральной частях озера в летний период.

Отбор проб воды для изучения гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических показателей проводили по стандартным методикам [1; 3; 4; 6].

Проведенные исследования показали, что форма озера близка к эллипсоидной, береговая линия хорошо выположена, по всему периметру — каменистые береговые склоны. В юго-восточной части водоема в месте впадения ручья имеется небольшая заболоченная низина. Максимальная глубина озера в центральной части составляла 5,5 м, при прозрачности воды — 1,3 м. Большая часть водоема представлена мелководной литоральной зоной (до глубины 1,5 м).

Одновременно с отбором гидрохимических и планктонных проб проводилось исследование некоторых физических параметров воды (температура и активный водородный показатель) с использованием многопараметрического прибора контроля качества воды *Aquareader*. Результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значение температуры и pH в центральной и литоральной зонах оз. Байн-Цаган / Table 1. Temperature and pH in the central and littoral zones of the lake Bain-Tsagan

Показатель / Indicator	Глубина, м / Depth, m						
	0	0,5	1,0	1,5	Центр (5,5 м) / Center (5,5 m)		
					поверхность / surface	прозрачность / transparency	дно / bottom
Температура, °C / Temperature, °C	26,2	26,9	26,7	26,5	26,0	26,5	25,5
pH	8,96	8,94	8,93	8,90	8,19	8,90	8,61

Содержание биогенных элементов. В экосистеме оз. Байн-Цаган выявлено высокое содержание нитритов (по сравнению с пресноводными водоемами) [2]. Среди минеральных форм азота в оз. Байн-Цаган преобладают нитраты. Нитраты в центральной части озера изменялись в пределах 1,44...2,12 мг/л (табл. 2).

В литорали показатели нитратов имеют широкий размах: 1,40...3,28 мг/л, обусловленный непостоянством абиотических условий берегового мелководья, где наибольшую роль играют ветро-волновые процессы. Высокое содержание нитратов (3,28 мг/л),

обнаруженное в метровой глубине литорали, связано с открытой водой, свободной от произрастания высшей водной растительности.

Концентрации ортофосфатов в воде оз. Байн-Цаган высокие, но изменяются в небольших пределах (0,60...0,66 мг/л). Соотношение ортофосфатов к общему фосфору указывает на большее содержание органически связанного фосфора по сравнению с минерализованным. Содержание общего фосфора изменяется от 0,69 до 0,74 мг/л. По уровню концентрации общего фосфора оз. Байн-Цаган относится к гипертрофным водоемам.

Таблица 2. Содержание биогенных элементов (азот и фосфор) в воде оз. Байн-Цаган / Table 2. Content of nutrients (nitrogen and phosphorus) in the water of the lake Bain-Tsagan

Показатели / Indicators	Глубина, м / Depth, m	NO ₂ ⁻ , мг/л / NO ₂ ⁻ , mg/l	NO ₃ ⁻ , мг/л / NO ₃ ⁻ , mg/l	NH ₄ ⁺ , мг/л / NH ₄ ⁺ , mg/l	P _{общ.} , мг/л / P _{total.} , mg/l	PO ₄ ⁻³ , мг/л / PO ₄ ⁻³ , mg/l	ПОК, мг/л / РОК, mg/l	ХПК, мг/л / СОД, mg/l
Центр / Centre	0	0,98	2,12	0,008	0,71	0,66	12,3	90,2
	1,3	0,24	1,64	0,007	0,74	0,66	12,4	92,4
	5,5	0,7	1,44	0,007	0,70	0,64	13,1	93,4
Литораль / Littoral	1,5	0,38	1,40	0,008	0,69	0,63	11,9	92,3
	1	1,56	3,28	0,008	0,70	0,62	14,5	95,4
	0,5	0,30	1,96	0,008	0,72	0,60	12,8	92,4
	0	1,22	2,12	0,009	0,72	0,60	13,0	92,4

По соотношению перманганатной и бихроматной окисляемости органическое вещество имеет автохтонное происхождение, что характерно для переходного этапа между маловодным и многоводным периодами развития озер.

Планктон. Исследования фитопланктона литорали и пелагиали оз. Байн-Цаган показали, что таксономический состав водорослей в литорали несколько разнообразнее. Среднее число таксонов фитопланктона в литорали — 9 ± 2 , в пелагиали — 7 ± 1 . Основу таксономического разнообразия фитопланктона составляли диатомовые и зеленые водоросли. К часто встречаемым отнесены шесть видов, разновидностей и форм водорослей (*Lindavia comta*, *Gomphonema* sp., *Cryptomonas* sp., *Chlamydomonas* sp., *Ankylra ancora*, *Coelastrum microporum*). Наибольшее количество таксонов водорослей (44 %) отмечалось на уресе воды. Анализ сходства альгофлоры продемонстрировал близость планктонных сообществ этих зон

(коэффициент сходства по Серенсену изменялся от 0,22 до 0,77). Количественное развитие водорослей в период исследования было невысоким (численность изменялась от 10,53 до 82,40 тыс. кл/л, биомасса — от 5,76 до 188,17 мг/м³) и создавалось в литоральной зоне зелеными и диатомовыми водорослями, в пелагической — криптофитовыми водорослями.

В литоральной зоне оз. Байн-Цаган отмечено семь видов зоопланктона, из которых один — коловраток, три — кладоцер и три — копепод. Общая численность изменялась от 50,55 до 334,09 тыс. экз/м³, общая биомасса — от 0,90 до 20,54 г/м³. Основу численности и биомассы формировал веслоногий рачок *Arctodiaptomus neithammeri*. Популяция вида преимущественно состояла из младшевозрастных стадий. Распределение качественного и количественного состава зоопланктона в литорали озера представлено в табл. 3.

Таблица 3. Распределение числа видов, численности (N, тыс. экз/м³), биомассы (B, г/м³) и доминирующих видов зоопланктона в литоральной зоне оз. Байн-Цаган / Table 3. Distribution of a number of species, abundance (N, thousand specimens/m³), biomass (B, g/m³) and dominant species in the littoral zone of the lake Bain-Tsagan

Станция, м / Station, m	Число видов / Number of species	N			B			Доминанты (% по численности) / Dominants (% by abundance)
		rot	cop	clad	rot	cop	clad	
1,5	5	14,43	40,29	0,19	0,02	1,17	0,08	A. neithammeri (68)
1,0	6	13,91	36,70	0,06	0,01	0,89	0,003	A. neithammeri (66)
0,5	6	14,58	35,48	0,49	0,02	1,51	0,97	A. neithammeri (63)
0	4	25,50	806,85	1,74	0,03	20,42	0,10	A. neithammeri (92)

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что при минимальном потреблении азота и достаточной концентрации кислорода происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные и соответствующее увеличение количества нитритов и нитратов. Соотношение ортофосфатов к общему фосфору указывает на высокую

концентрацию органически связанного фосфора по сравнению с минеральным. Планктонное сообщество галечниковой литорали оз. Байн-Цаган характеризовалось низким видовым разнообразием и достаточно равномерным распределением концентрации гидробионтов. Наибольшая плотность водорослей и беспозвоночных наблюдалась в зоне уреза воды.

Список литературы

1. Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 269 с.
2. Астраханцева О. Ю., Палкин О. Ю. Расчет среднесезонных содержаний Porg , Norg , Sorg в органическом веществе вод, взвеси вод, донных отложений резервуаров озера Байкал // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах: труды VI Всероссийского симпозиума с международным участием. Барнаул, 2017. С. 24–29.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / А. А. Салазкин, М. Б. Иванова, В. А. Огородникова. Л., 1982. 34 с.
4. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. М.: Университет и школа, 2003. 157 с.
5. Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность / Л. И. Локоть [и др.]. Новосибирск: СО РАН, 1991. 216 с.
6. Ташлыкорова Н. А. Экологические особенности развития фитопланктона дельтовых протоков реки Селенги и сора Черкалово (оз. Байкал): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.18. Улан-Удэ, 2009. 207 с.
7. Likens G. E. *Lake Ecosystem Ecology*. Academic Press, 2010. 480 p.
8. 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. No. 5. P. 734–752.
9. Wetzel R. G. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators // *Verh. Intern. Ver. Limnol.* 1990. Vol. 24. P. 519–590.

References

1. Alekin O. A., Semenov A. D., Skopintsev B. A. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu vod sushi* (Manual on chemical analysis of land waters). Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. 269 p.
2. Astrakhantseva O. Yu., Palkin O. Yu. *Organicheskoe veshchestvo i biogennye elementy vo vnutrennih vodoemah i morskikh vodah: trudy VI Vserossiyskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiem* (Organic matter and nutrients in inland waters and marine waters: proceedings of the VI All-Russian Symposium with international participation), Barnaul, 2017, pp. 24–29.
3. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemah. Zooplankton i ego produktsiya* (Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological studies on freshwater bodies of water. Zooplankton and its products); A. A. Salazkin, M. B. Ivanova, V. A. Ogorodnikova. Leningrad: 1982. 34 p.
4. Sadchikov A. P. *Metody izucheniya presnovodnogo fitoplanktona* (Methods for studying freshwater phytoplankton). Moscow: University and School, 2003. 157 p.
5. *Sodovye ozera Zabaykaliya: ekologiya i produktivnost* (Soda lakes of Transbaikalia: Ecology and Productivity); L. I. Lokot (ets.). Novosibirsk: SB RAS, 1991. 216 p.

6. Tashlykova N. A. *Ekologicheskie osobennosti razvitiya fitoplanktona deltovyh protok reki Selengi i sora Cherkalovo (oz. Baykal): dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.16, 03.00.18.* (Ecological features of phytoplankton development of the deltaic ducts of the Selenga river and Cherkalovo litter (Lake Baikal): dis. ... cand. biol. sciences: 03.00.16, 03.00.18.). Ulan-Ude, 2009. 207 p.

7. Likens G. E. *Lake Ecosystem Ecology Lake* (Ecosystem Ecology). Academic Press, 2010. 480 p.

8. 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. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* (Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences), 2018, vol. 9, no. 5, pp. 734–752.

9. Wetzel R. G. *Verh. Intern. Ver. Limnol* (Verh. Intern. Ver. Limnol), 1990, vol. 24, pp. 519–590.

Сведения об авторах

Матвеева Марина Олеговна, аспирант, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия. Научные интересы: гидрохимия поверхностных вод

Цыбекмитова Газит Цыбекмитовна, канд. биол. наук, доцент, старший научный сотрудник, лаборатория водных экосистем, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия. Научные интересы: гидрохимия пресных и минеральных водоемов

Ташлыкорова Наталья Александровна, канд. биол. наук, научный сотрудник, лаборатория водных экосистем, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия. Научные интересы: фитопланктон пресных и минеральных водоемов

Афонина Екатерина Юрьевна, канд. биол. наук, научный сотрудник, лаборатория водных экосистем, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Чита, Россия. Научные интересы: зоопланктон пресных и минеральных водоемов

Information about the authors

Marina Matveeva, postgraduate, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia. Research interests: surface water hydrochemistry

Gazhit Tsybekmitova, candidate of biological sciences, senior researcher, Aquatic Ecosystems laboratory, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia. Scientific interests: hydrochemistry of fresh and mineral water bodies

Natalya Tashlykova, candidate of biological sciences, researcher, Aquatic Ecosystems laboratory, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia. Scientific interests: phytoplankton of fresh and mineral water bodies

Ekaterina Afonina, candidate of biological sciences, researcher, Aquatic Ecosystems laboratory, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia. Scientific interests: zooplankton of fresh and mineral water bodies

Работа выполнена в рамках проекта ФНИ № IX.137.1.1
