



УДК 591.524.12

Зоопланктон термокарстовых озёр Чарской котловины (Северное Забайкалье)

М. Ц. Итигилова

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита
E-mail: imts49@mail.ru

Аннотация. Впервые приведены сведения о таксономическом составе и структуре зоопланктона двух относящихся к разным морфологическим типам термокарстовых озёр из Чкаловской группы озёр в Чарской котловине. Описаны морфологические и гидрологические особенности водоёмов, зоогеографические и экологические характеристики видов. Выявлено достаточно высокое видовое сходство зоопланктона изученных озёр с другими водоёмами из группы. Таксономическая структура и динамика количественного развития (численность, биомасса) зоопланктона определяются морфометрическими характеристиками разнотипных озёр. В мелководном озере литорального типа (оз. Малый Бульдяжик) в июне-июле индекс видового разнообразия был выше, чем в озере литорально-профундального типа (оз. Большая Ничангна). В первом по численности и биомассе доминируют коловратки и ветвистоусые, во втором – веслоногие ракообразные.

Ключевые слова: термокарстовые озёра, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса.

Введение

Экосистемы северных термокарстовых озёр более молодые по сравнению с крупными озёрными водоёмами. Считается, что они более чувствительны к любым антропогенным воздействиям: при исследовании зоопланктона мелководных озёр Большеземельской тундры выявлено, что их загрязнение при промышленном освоении территории быстро приводит к исчезновению многих видов, особенно фильтраторов, и перестройке структуры фауны планктона [16]. Негативное действие оказывает и повышение температуры их вод в связи с климатическими изменениями [9].

На севере Забайкальского края известно 3 045 озёр с общей площадью 143,6 млн м² [15]. На днищах пойм и в надпойменных террасах рек территории расположены многочисленные озёра термокарстового происхождения, среди них преобладают водоёмы площадью до 0,5 км². Именно термокарстовые озёра играют существенную роль в регулировании поверхностного стока [15]. Сообщество зоопланктона является одной из важнейших структур в функционировании их экосистем, играет огромную роль в самоочищении водоёмов и является основной кормовой базой для молоди рыб. Качест-

венные и количественные параметры зоопланктона являются индикаторами влияния как климатических, так и антропогенных факторов.

В последние десятилетия на территории севера Забайкальского края отмечается значительное увеличение масштабов хозяйственной деятельности в связи с разработкой ряда месторождений полезных ископаемых, строительством и эксплуатацией Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, газо- и нефтепроводов. Несмотря на интенсивное освоение Кодаро-Удоканского региона, многие водоёмы остаются малоизученными в гидро-биологическом отношении. В литературе имеются сведения по зоопланктону преимущественно крупных озёр [2–5; 6; 8; 10–12; 17; 19; 20], из малых же известны описания зоопланктона трёх наиболее крупных термокарстовых водоёмов из Чкаловской группы в долине р. Чары – Чкаловское, Секоланда, Сухариное [12].

Цель настоящей работы – провести анализ таксономического состава и видового разнообразия, численности, биомассы сетного зоопланктона некоторых термокарстовых озёр севера Забайкальского края.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили пробы зоопланктона, собранные в течение вегетационного периода (июнь, июль, сентябрь) 1988 г. на двух ранее не обследованных озёрах из группы Чкаловских: Мал. Бульдяжик ($57^{\circ}40$ с. ш., $118^{\circ}50$ в. д., 686 м над у. м.) и Бол. Ничангна ($57^{\circ}12$ с. ш., $118^{\circ}80$ в. д., 674 м над у. м.).

Чкаловская озёрная группа состоит из более чем двадцати водоёмов разных размеров, компактно расположенных в предгорьях восточной оконечности хр. Кодар в левобережной пойме верхнего течения р. Чары (бассейн Олёкмы – Лены). Водоёмы относительно мелководны, во второй половине периода открытой воды заметно зарастают высшей водной растительностью (мхи, рдесты, уруть, роголистник и др.). В озёрах обитают окунь, плотва, карась. Проведены измерения температуры, прозрачности воды и глубины озёр. Отбор проб зоопланктона проводился на 3–5 станциях сетью Джеди (средняя модель) из капронового сита с размером ячеек 70–100 мкм. Пробы фиксировали 4%-ным формалином, обработку материала проводили в лаборатории согласно общепринятой методике [13]. С целью выявления структурообразующих видов зоопланктона рассматривали функцию рангового распределения относительного обилия видов [18]. Для оценки таксономической и размерной структуры зоопланктона рассчитывали долю основных таксономических групп (%) по численности ($N_{Rt} : N_{Cl} : N_{Cop}$) и биомассе ($B_{Rt} : B_{Cl} : B_{Cop}$) и среднюю индивидуальную массу зоопланктона ($N_{общ}/B_{общ}$) [1]. Для оценки видового разнообразия применяли индекс Шеннона – Уивера [21], соотношение обилия отдельных видов оценивали по индексу доминирования Симпсона [14]. При фаунистическом анализе оценивали степень сходства видового состава зоопланктона по индексу Чекановского-Серенсена [7].

Результаты и обсуждение

Исследованные озёра невелики по площади и мелководны. По морфометрическим характеристикам оз. Мал. Бульдяжик относится к литоральному морфолимническому типу, а Бол. Ничангна – к литорально-профундальному [15]. Вода в озёрах хорошо прогревается к июлю (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрическая и гидрологическая характеристика исследованных озёр Чкаловской группы (северной Забайкалье)

Название водоёма	Объём водной массы, км ³	Площадь, км ²	Глубина, м		Прозрачность, м	Температура воды в поверхностном слое (max), °С		
			ср.	макс.		июнь	июль	сентябрь
Мал. Бульдяжик	0,90	0,50	1,8	3,0	до дна	14,8	23,7	11,6
Бол. Ничангна	1,76	0,76	2,3	4,1	до дна	16,6	24,1	11,7

Водообмен замедлен, питание атмосферное, с незначительной долей притока подземных вод (озёра не имеют сквозных таликовых зон) [15], по уровню минерализации воды озёр относятся к пресным, к классу гидрокарбонатно-кальциевых. По уровню первичной продукции являются мезотрофными.

В установленный за период исследований список фауны коловраток и низших ракообразных в планктоне оз. Мал. Бульдяжик в июне–сентябре вошли 17 видов из 17 родов, одиннадцати семейств, шести отрядов, трёх классов. Наибольшим числом видов (6) и семейств (3) представлен отряд Аноморода. Прочие отряды представлены 1–3 видами. Зоопланктон оз. Бол. Ничангна состоял из 14 видов животных, относящихся к четырнадцати родам, девяти семействам, шести отрядам и трём классам. В сообществе зоопланктона обоих озёр по числу видов доминировали ракообразные (Cladocera – 9; Copepoda – 4), а группа Rotifera включала всего 4 вида. В оз. Мал. Бульдяжик в отличие от оз. Бол. Ничангна отмечены *Asplanchna priodonta*, *Alona quadrangularis* и *Acroperus harpae* (табл. 2).

В зоогеографическом отношении зоопланктон оз. Мал. Бульдяжик составляют космополиты (7 видов), голаркты (5), палеаркты (5). В оз. Бол. Ничангна сообщество было представлено пятью видами-космополитами, четырьмя видами-голарктами и четырьмя видами-палеарктами. В экологическом аспекте зоопланктон термокарстовых озёр в основном представлен эвритопными (41 %) и планктонными (35 %) видами, тогда как фитофильные и литоральные виды составляют только 23 % (см. табл. 2).

Значение индекса видового сходства Серенсена между зоопланктонными сообществами этих водоёмов было достаточно высоким (0,90). При сравнении с зоопланктоном из других термокарстовых водоёмов Чкаловской группы [12] по этому индексу также установлено достаточно высокое сходство (табл. 3).

Таблица 2

Видовой состав, зоогеографическая и экологическая характеристика
зоопланктона из озёр Мал. Бульдяжик и Бол. Ничангна
(Чкаловская группа озёр в Чарской впадине, северное Забайкалье)

Таксоны	Зоогеографическая характеристика	Экологическая характеристика	Название водоёма	
			Мал. Бульдяжик	Бол. Ничангна
Тип Rotifera Cuvier, 1798 Подкласс Eurotatoria Bartos, 1959 Отряд Saltiramida Markevich, 1989 Сем. Asplanchnidae Haring et Myers, 1926 Род <i>Asplanchna</i> Gosse, 1850 <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	П	Eut	+	-
Сем. Brachionidae Род <i>Kellicottia</i> Ahlstrom, 1938 <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	Г	Pl	+++	+++
Род <i>Keratella</i> Bory de St. Vincent, 1822 <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	К	Eut	+	+
Класс Eurotatoria Markevich, 1990 Отряд Protoramida Markevich, 1990 Сем. Conochilidae Haring, 1913 Род <i>Conochilus</i> Ehrenberg, 1834 <i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	Г	Eut	++	++
Тип Arthropoda Надкласс Crustacea Pennant, 1777 Класс Branchiopoda Latreille, 1816 Отряд Ctenopoda G.O.Sars, 1865 Сем. Holopediidae Sars, 1865 Род <i>Holopedium</i> Zaddach, 1855 <i>Holopedium gibberum</i> Zaddach, 1855	Г	Pl	+	+
Сем. Sididae Baird, 1850 Род <i>Sida</i> Straus, 1820 <i>Sida crystallina</i> (Muller, 1776)	П	Ph	+	+
Отряд Anomopoda G. O. Sars, 1865 Сем. Daphniidae Straus, 1820 Род <i>Daphnia</i> O. F. Muller, 1785 <i>Daphnia longispina</i> O. F. Muller, 1785	Г	Pl	++	++
Род <i>Ceriodaphnia</i> Dana, 1853 <i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	П	Eut	+	+
Сем. Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894 Род <i>Chydorus</i> Leach, 1816 <i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)	К	Eut	+	+
Подсем. Aloninae Frey, 1967 Род <i>Alona</i> Baird, 1843 <i>Alona quadrangularis</i> (Muller, 1785)	К	L	+	-

Окончание табл. 2

Таксоны	Зоогеографическая характеристика	Экологическая характеристика	Название водоёма	
			Мал. Бульдяжик	Бол. Ничангна
Род <i>Acroperus</i> (Baird, 1843) <i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	К	L, Ph	+	–
Род <i>Graptoleberis</i> (Sars, 1862) <i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	К	L	+	+
Сем. Bosminidae, Sars, 1865 Род <i>Bosmina</i> Seligo, 1900 <i>Bosmina(B)longirostris</i> (Muller, 1785)	К	Eut	++	++
Класс Maxillopoda Edwards, 1840 Подкласс Corepoda Edwards, 1840 Отряд Calanoida Sars, 1903 Сем. Diaptomidae Sars, 1903 Род <i>Eudiaptomus</i> Kiefer, 1932 <i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lillieborg, 1888)	П	Pl	+++	+++
Сем. Temoridae Sars, 1903 Род <i>Heterocope</i> Sars, 1863 <i>Heterocope appendiculata</i> Sars, 1863	П	Pl	++	++
Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834 Сем. Cyclopidae, 1853 Род <i>Cyclops</i> Muller, 1776 <i>Cyclops scutifer scutifer</i> Sars, 1863	Г	Pl	++	++
Род <i>Mesocyclops</i> Sars, 1913 <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	К	Eut	+++	+++
Всего видов и подвидов			17	14

Примечание: К – космополит; Г – голаркт; П – палеаркт. Pl – планктонный; Ph – фитофильный; L – литоральный; Eut – эвритопный. +++ – доминирующие виды, ++ – субдоминанты, + – редко встречающиеся (принято, что доминирующие виды составляют от общей численности более 20 %, а редкие – менее 5 %)

Таблица 3

Показатели индекса видового сходства зоопланктона из озёр Чкаловской группы (северное Забайкалье)

№	Название водоёма	1	2	3	4	5
1	Мал. Бульдяжик	1	0,90	0,71	0,81	0,54
2	Бол. Ничангна		1	0,77	0,67	0,55
3	Чкаловское			1	0,67	0,65
4	Сухариное				1	0,59
5	Секоланда					1

В оз. Мал. Бульдяжик индекс видового разнообразия Шеннона в сообществе зоопланктона по численности варьировал от 1,17 до 2,51 (табл. 4), максимальные его значения отмечены в сентябре. В июне структурообразующее ядро сообщества составляли по численности коловратки *K. longispina* (38 %), из ветвистоусых ракообразных в основном *D. longispina* (20 %), из веслоногих – *E. graciloides* (17 %) и *M. leuckarti* (15 %). В июле структурообразующее ядро составляли всего два вида: *E. graciloides* (47 %) и *K. longispina* (33 %). В сентябре доминирующий комплекс представлен тремя видами: *M. leuckarti* (31 %), *E. graciloides* (26 %), *B. longirostris* (22 %). Общая численность зоопланктона была максимальной в июне за счёт развития коловраток и снизилась к сентябрю при уменьшении численности последних. Основную роль (почти 99 %) в создании биомассы зоопланктона играют ракообразные. В июне-июле биомасса ветвистоусых ракообразных немного превышала биомассу веслоногих, но к сентябрю наблюдалось увеличение взрослых особей веслоногих.

В оз. Бол. Ничангна индекс разнообразия Шеннона по численности варьировал в сообществе зоопланктона от 1,64 до 1,89. В июне по численности доминировали веслоногие *M. leuckarti* (71 %), достаточно обильны были *E. graciloides* (16 %), а коловратки (преимущественно *K. longispina*) составляли всего 10 % от общей численности. В июле и в сентябре доминировали по численности *E. graciloides* (53 и 60 % соответственно) и *K. longispina* (33 и 23 % соответственно). По биомассе (90–99 %) доминировали веслоногие ракообразные. При лидировании в сообществе одного – двух видов значения индекса доминирования колебались от 0,43 до 0,55 (табл. 4).

Таблица 4

Структурные характеристики и показатели биоразнообразия зоопланктона из озёр Чкаловской группы (северное Забайкалье)

Показатели	оз. Мал. Бульдяжик			оз. Бол. Ничангна		
	июнь	июль	сентябрь	июнь	июль	сентябрь
N(Rt:Cl:Cop)	44:24:32	33:10:57	6:37:57	12:0,1:88	36:0,9:63	23:0,3:77
B(Rt:Cl:Cop)	3:54:43	0,4:57:42	0,02:27:73	0,1:0,1:99,8	4:6:90	0,01:3:97
H _n	2,27	1,17	2,51	1,64	1,89	1,50
H _b	1,34	2,56	2,30	0,99	1,47	1,56
C	0,30	0,54	0,22	0,55	0,46	0,43
N	65,36	46,1	45,1	41,36	183,49	34,39
B	0,64	0,37	1,4	0,83	0,90	1,24
W (B/N)	0,009	0,008	0,031	0,02	0,005	0,04

Примечание: N – численность, тыс. экз./м³; B – биомасса, г/м³; H_n; H_b – индекс видового разнообразия Шеннона по численности и биомассе; C – индекс доминирования; W (B/N) – средняя индивидуальная масса зоопланктона в сообществе; N(Rt:Cl:Cop) – процентное соотношение от общей численности групп зоопланктона (коловраток: ветвистоусых : веслоногих); B(Rt:Cl:Cop) – процентное соотношение от общей биомассы групп зоопланктона (коловраток : ветвистоусых : веслоногих)

Заключение

Видовой состав организмов зоопланктона в двух исследованных термокарстовых озёрах северного Забайкалья практически одинаков, сходен и комплекс доминирующих видов. Однако морфометрические особенности водоёмов заметно модерируют таксономическую структуру зоопланктона. В более мелководном оз. Мал. Бульдяжик дополнительно отмечены два вида литоральных ракообразных и эвритопная коловратка. Зоопланктон литорально-профундального оз. Бол. Ничангна по соотношению крупных таксономических групп отличается от такового в литоральном оз. Мал. Бульдяжик. Если в последнем в июне–июле по численности доминировали Rotifera, а по биомассе Cladocera, то в оз. Бол. Ничангна по обоим показателям преобладали Copepoda. Это различие определило ход динамики и количественные показатели сообщества: если в оз. Мал. Бульдяжик максимальный пик численности обусловлен развитием коловраток *K. longispina*, то в оз. Бол. Ничангна он достигается за счёт науплиальных и копеподитных стадий диаптомиды *E. graciloides*.

Список литературы

1. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов / И. Н. Андроникова. – СПб. : Наука, 1996. – 190 с.
2. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2. Водоемы и водотоки юга восточной Сибири и Северной Монголии. Кн. 1 / О. А. Тимошкин [и др.] – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – С. 505–551.
3. Антипова Н. Л. Некоторые данные о планктоне озер Большое Леприндо и Леприндакан в подледный период / Н. Л. Антипова, Е. Л. Шульга // Сб. крат. сооб. и докл. о науч. работе по биол. и почвоведению. – Иркутск, 1964. – С. 3–5.
4. Биология гольцов *Salvelinus alpinus* complex (Salmonidae) из озер водораздела рек Куанды и Чары (северное Забайкалье) и изменения в структуре их популяций в связи с антропогенным влиянием (1977–1999 гг.) / С. С. Алексеев [и др.] // Бюл. МОИП. Отд-ние биол. – 2000. – Т. 105, вып.4. – С. 22–41.
5. Биоразнообразии высокогорных озер Северного Забайкалья / Н. А. Рожкова [и др.] // Озера холодных регионов : материалы Междунар. конф. – Якутск : Изд-во Якут. ун-та, 2000. – Т. 3. – С. 152–163.
6. Биоразнообразии коловраток (Rotifera) и низших ракообразных (Cladocera, Copepoda, Naupacticoidea) горных озер юга Восточной Сибири / Н. Г. Шевелева [и др.] // Биота водоемов Байкальской рифтовой зоны. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. – С. 83–94.
7. Ванштейн Б. А. Об оценке сходства между биоценозами / Б. А. Ванштейн // Биология, морфология и систематика водных организмов. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1976. – С. 156–164.
8. Горлачев В. П. О зоопланктоне озера Большое Леприндо / В. П. Горлачев // Изв. Забайк. фил. РГО. – Чита, 1969. – Вып. 2. – С. 92–94.
9. Зоопланктон озер отрогов плато Путорана и прилегающих территорий (север Красноярского края) / О. П. Дубовская [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2010. – № 4. – С. 571–608.
10. Итигилова М. Ц. Биоразнообразии в сообществах зоопланктона озер Юго-Восточного Забайкалья и Монголии / М. Ц. Итигилова // Природные ресурсы За-

байкаля и проблемы природопользования – Чита : Изд. ЧИПР СО РАН, 2001. – С. 429–430.

11. Итигилова М. Ц. Видовой состав и количественное распределение зоопланктона оз. Ничатка (Северное Забайкалье) / М. Ц. Итигилова, Н. Г. Шевелева // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2009. – Т. 2, № 2. – С. 8–10.

12. Клишко О. К. Пелагические зоопланктоценозы озер горнотаежной зоны Забайкалья / О. К. Клишко, С. Ю. Шашуловская, Ю. А. Сокольников // Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья. Видовая структура гидробиоценозов озер и рек горных территорий. – Новосибирск, 1998. – С. 72–91.

13. Методические рекомендации по сбору и обработке при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л. : ГОСНИОРХ, 1984. – 33 с.

14. Одум Ю. Экология / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.

15. Орел Г. Ф. Закономерности пространственного распределения озер в Кодаро-Удоканском районе / Г. Ф. Орел // Географические исследования восточных районов СССР. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1981. – С. 56–58.

16. Особенности структуры экосистем озер Крайнего Севера (на примере озер Большеземельской тундры). – СПб : Наука, 1994. – 260 с.

17. Томилов А. А. Материалы по гидробиологии некоторых глубоководных озер Олёкмо-Витимской горной страны / А. А. Томилов // Тр. Иркут. гос. ун-та им. А. А. Жданова. Сер. биол. – 1954. – Т. 11. – С. 5–87.

18. Федоров В. Д. Экология / В. Д. Федоров, Т. Г. Гильманов. – М. : МГУ, 1980. – 464 с.

19. Шевелева Н. Г. Зоопланктон Куандо-Чарских озер / Н. Г. Шевелева, М. Ц. Итигилова // Устойчивое развитие: проблемы охраняемых территорий и традиционное природопользование в Байкальском регионе. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 1999. – С. 165–166.

20. Шульга Е. Л. О зоопланктоне Муйско-Чарских озер / Е. Л. Шульга // Тр. Иркут. гос. ун-та им. А. А. Жданова. Сер. биол. – 1953. – Т. 7. – С. 129–135.

21. Shannon C. E. The mathematical theory of communication / C. E. Shannon, W. Weaver. – Urbana, 1963. – 117 p.

Zooplankton in Thermokarst Lakes of Chara Depression (Northern Transbaikalia)

M. Ts. Itygilova

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita

Abstract. For the first time data on the taxonomic composition and structure of zooplankton in two morphologically different thermokarst lakes from Chkalov lake group in Chara depression are provided. The morphological and hydrological characteristics of lakes, zoogeographical and ecological characteristics of species are given. Quite high species similarity of zooplankton in examined lakes and other reservoirs of Chkalov group is revealed. The species diversity index higher in the shallow littoral lake than in the deep littoral-profundal one. It is shown that the abundance and biomass in June-July in the deep lake is dominated by copepods, and in the littoral one – rotifers and cladocerans. The dynamics of quantitative zooplankton characteristics (abundance, biomass) in

morphometrically different lakes is not match. Thus, it is revealed that the taxonomic structure of zooplankton depends on the morphometry of lakes.

Keywords: thermokarst lakes, zooplankton, taxonomic species composition, abundance, biomass.

Итигилова Мыдыгма Цыбекмитовна
 кандидат биологических наук,
 ведущий научный сотрудник
 Институт природных ресурсов,
 экологии и криологии СО РАН
 672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а
 тел.: (3022) 20–61–79
 e-mail: imts49@mail.ru

Itygilova Mydygma Tsybekmitovna
 Candidate of Sciences (Biology), Leading
 Research Scientist
 Institute for Natural Resources, Ecology
 and Cryology SB RAS
 16a, Nedorezov st., Chita, 672014
 tel.: (3022) 20–61–79
 e-mail: imts49@mail.ru