

## ЗООПЛАНКТОН ГОРНЫХ ОЗЕР КЫРГЫЗСТАНА

Карымшаков О.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кыргызский государственный университет им. Ишеналы Арабаева, Бишкек, e-mail: karymshakov61@mail.ru

Рассматривается качественный и количественный состав зоопланктона (*Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera*), горных озер Сары-Челек и Сон-Куль. Озеро Сары-Челек расположено на территории биосферного заповедника, и в нем обнаружено 9 видов коловраток, 6 видов ветвистоусых и 5 видов веслоногих ракообразных. Озеро Сон-Куль изучалось с целью определения количественных показателей зоопланктонных организмов, его состояния в сравнении с безрыбными годами. В озере Сон-Куль обитают 17 видов коловраток, 5 ветвистоусых и 5 видов веслоногих. Из коловраток в оз. Сары-Челек часто встречаются *Kellicottia longispina*, *Polyarthra dolichoptera*, а в оз. Сон-Куль *Polyarthra vulgaris*, *Notholca acuminata*, *Brachionus calyciflorus*, *Filinia longiseta* и *Asplanchna priodonta*. Из ракообразных в биосферном заповеднике в период исследования доминируют *Daphnia hyalina*, *Scaphleberis kingi*, *Acanthodiptomus denticornis* и *Cyclops vicinus*. При исследовании озера Сары-Челек М.Ф. Вундцеттель в 1978 году отметил по типу трофности, что этот водоем можно отнести к мезотрофному типу. По нашим данным, в зоопланктоне озера уже не встречаются мезосапробные организмы, а, наоборот, появились олигосапробные (*Kellicottia longispina*, *Scaphleberis kingi*, *Acroperus harpae*). Это приводит к заключению, что водоем приобрел олиготрофный характер. Что касается оз. Сон-Куль, то видовой состав и количественные показатели здесь очень низки. Массового развития достигают только семь видов коловраток и два вида ветвистоусых. Самая высокая биомасса зоопланктона - в конце августа-сентября, за счет интенсивного развития ветвистоусых. По запасам зоопланктона самыми кормными можно считать восточный и юго-западный участки. Вообще биомасса зоопланктона в летний период, по сравнению с безрыбными годами, сократилась почти вдвое. Но за последние годы, когда велся промысел, изменения произошли незначительные. Отмечено, что за последние годы происходит смена некоторых видов в исследуемых водоемах.

Ключевые слова: озеро, зоопланктон, коловратки, ракообразные, биомасса, численность, газовый режим, виды, водная экосистема.

## ZOOPLANKTON OF MOUNTAIN LAKE OF KYRGYZSTAN

Karymshakov O.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyrgyz State University of Ishenaly Arabaev, Bishkek, e-mail: karymshakov61@mail.ru

The qualitative and quantitative composition of zooplankton (*Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera*), mountain lakes Sary-Chelek and Son-Kul is considered. Lake Sary-Chelek is located on the territory of the biosphere reserve and it has found 9 species of rotifers, 6 species of cladoceras and 5 species of copepods. Lake Son-Kul was studied in order to determine the quantitative indicators of zooplankton organisms, its state in comparison with the years without fishes. In Lake Son-Kul live 17 species of rotifers, 5 cladoceras and 5 species of copepods. Of the rotifers often occur *Kellicottia longispina*, *Polyarthra dolichoptera* in the Lake Sary-Chelek and *Polyarthra vulgaris*, *Notholca acuminata*, *Brachionus calyciflorus*, *Filinia longiseta* and *Asplanchna priodonta* in the Lake Son-Kul. Of the crustaceans in the biosphere reserve *Daphnia hyalina*, *Scaphleberis kingi*, *Acanthodiptomus denticornis* and *Cyclops vicinus* dominate during the study period. In the study of Lake Sary-Chelek, M.F. Vundtsettel in 1978, noted by the type of trophicity that this reservoir can be classified as a mesotrophic type. According to our data in the zooplankton of the lake there are no more mesosaprobic organisms, and oligosaprobic organisms have appeared (*Kellicottia longispina*, *Scaphleberis kingi*, *Acroperus harpae*). This leads to the conclusion that the reservoir has acquired an oligotrophic character. With regard to the Lake Son-Kul the species composition and quantitative indicators are very low here. Mass development is achieved only by seven species of rotifers and two species of cladoceras. The highest biomass of zooplankton is in late August-September, due to the intensive development of cladoceras. According to the reserves of zooplankton, the eastern and southwestern areas can be considered as the most feeding. In general, the biomass of zooplankton in summer in comparison with the years without fishes almost halved. However, in recent years, when the fishery was carried on the changes have been insignificant. It was noted that in recent years there has been a change of some species in the studied water bodies.

Keywords: lake, zooplankton, rotifers, crustaceans, biomass, quantity, gas mode, species, aquatic ecosystem.

Горная территория Кыргызстана богата озерами, однако наиболее значимыми являются оз. Сары-Челек, Сон-Куль, Чатыр-Куль и др.

Озеро Сары-Челек расположено в южных отрогах Чаткальского хребта в верховье р. Ходжа-ата, высота над ур. м. 1878 м (бассейн р. Нарын), имеет вытянутую форму и направление с северо-запада на юго-восток. Длина озера около 6 км, ширина 1,8 км. Средняя глубина 99 м, максимальная 220 м. Толща воды озера разграничена на два слоя: верхний (50-метровый), в котором прослеживаются сезонные колебания в термическом режиме, и нижний (от 50 м до дна), термические условия которого стабильны. Распределение значений температуры воды таково: в эпилимнионе (0-55 м) — 16,5-19,0 °С; в металимнионе (5-20 м) — от 17-18 до 4,5 °С; в гипolimнионе (от 20 м до максимальных глубин) — от 4,3 до 5 °С.

Прозрачность воды в озере достигает 10 м. Цвет воды синий с зеленоватым оттенком. Содержание O<sub>2</sub> в поверхностном слое воды составляет 7,3-9,5 мг/л; максимальные значения зафиксированы на глубине 10-15 м (до 11 мг/л). Значения *pH* среды варьируют от 6,5 до 7,0. В период исследования доминировали зеленые и перидиниевые водоросли. Изучение озера Сары-Челек проводилось лишь с целью мониторинга, так как озеро находится на территории биосферного заповедника.

Озеро Сон-Куль [2] расположено в широкой межгорной котловине на высоте 3016,5 м над ур. м. С севера котловину ограничивает одноименный хребет, с юга – хр. Бауралбас и Ительгиуя, на западе и юго-западе она ограничена хребтом Балыкты и Молдотау. Площадь водосборного бассейна оз. Сон-Куль составляет 845 км<sup>2</sup>. Приток воды в озеро осуществляется более сорока водотоками. Наиболее крупными речками котловины являются: Ак-Таш, Жаманичке, Кок-Булак, Каракече, Куртка и Таштобо. Из озера вытекает единственная река Кокджерты. Площадь озера составляет 273,3 км<sup>2</sup>, средняя глубина 9,3 м, объем 2,56 км<sup>3</sup>. Длина озера 28,5 км, наибольшая ширина 16,9 км. Максимальная глубина – 13,2 м.

Дно озера по своим морфологическим особенностям подразделяется на три области: береговую отмель, откос и центральноозерную равнину. Отмель имеет глубину от 0 до 2-3 м и составляет 15% от общей площади дна. Для отмели характерны галечные, песчано-галечные и глинистые песчаные грунты. Восточная часть отмели представлена темно-серым илистым грунтом с многочисленными включениями отмершей водной растительности. Откос занимает 40% площади дна озера и располагается в диапазоне глубины от 3 до 12 м, состав грунтов более однообразен. Центральноозерная равнина занимает площадь около 123 км<sup>2</sup>, или 45% площади дна озера, сложена она тонкими темно-серыми илами.

Водная растительность Сон-Куля приурочена в основном к откосу и располагается кольцом вокруг озера. Основными представителями ее являются: хара, мириофиллиум и различные рдесты.

В климатическом отношении район Сон-Куля характеризуется господством сильных холодных ветров, низкой среднегодовой температурой. Летний прогрев наступает в котловине с опозданием, поэтому наиболее теплые месяцы здесь - вторая половина июля и первая половина августа, когда температура воздуха в ясную погоду достигает 25 °С, но может резко колебаться. Лед сходит в последних числах мая, в июне температура воды бывает от 5,3 до 11-13 °С в конце месяца, в июле в среднем 15-16 °С. Термический режим озера Сон-Куль слабо изучен, формируется он под действием ряда факторов, и в первую очередь климатических. Внутригодовые изменения температуры воды в озере колеблются в пределах от 0 до 17 °С.

**Материалы и методы исследования.** Сбор гидробиологических проб на оз. Сары-Челек проводился в 2009-2010 гг., оз. Сон-Куль 2012-2016 гг. В каждом водоеме были определены постоянные станции отбора проб, характеризующие различные биотопы. Материал собирали малой количественной сетью № 70 Апштейна путем профильтровывания 100 л воды, взятых из различных глубин. Качественный и количественный состав гидробионтов изучали и определяли по общепринятым в гидробиологии методикам Кутикова Л.А., 1970; Мануйлова Е.Ф., 1964 [1; 5; 6].

**Результаты исследований.** Данные по зоопланктону оз. Сары-Челек, как видно из списка:

#### ***Rotatoria***

*Asplanchna priodonta* Gosse 1850

*Euchlanis dilatata* Ehrenberg 1832

*Filinia longiseta* (Ehrenberg) 1834

*Kellicottia longispina* (Kellicott) 1879

*Keratella cochlearis* (Gosse) 1851

*Lecana luna* (O. F. Muller) 1776

*Polyarthra dolichoptera* Idelson 1925

*Polyarthra vulgaris* Carlin 1943

*Synchaeta pectinata* Ehrenberg 1832

#### ***Cladocera***

*Acroperus harpae* (Baird).1834

*Alona costata* Sars 1862

*Bosmina obtusirostris* 1857

*Chydorus spaericus* (O. F. Muller) 1776

*Daphnia hyalina* (Leydig) 1860

*Scaphleberis kingi* Sars 1850

### ***Copepoda***

*Acanthodiptomus denticornis* Wierzejski 1887

*Cyclops vicinus* Uljanne 1875

*Cyclops strenuus* Fischer 1851

*Macrocyclus fuscus* Jurine 1820

*Paracyclops fimbriatus* (Fisher) 1853

Обнаруженные нами *Rotatoria* относятся к восьми родам. По нашим данным, в оз. Сары-Челек доминирует *K. longispina*, многочисленна *P. dolichoptera* Idelson. В 2009 г. отмечен единичный экземпляр *F. longiseta*. В 2010 г. в видовом составе зоопланктона изредка встречалась *S. pectinata*. Из рачкового зоопланктона *Cladocera* в оз. Сары-Челек доминирует *D. hyaline*, надо отметить, что этот вид доминирует в течение года в период исследования.

В 2010 году относительно часто, т.е. субдоминантным видом, является *Sc. kingi*, редко встречается *A. harpae*.

Как показало исследование, доминирующими компонентами зоопланктона озера Сары-Челек является веслоногие, т.е. *Copepodia*. В период изучения очень часто встречались *A. denticornis*, субдоминантом является *C. vicinus*.

Отмеченные М.Ф. Вундцеттелем [3] в зоопланктоне оз. Сары-Челек *As. priodonta*, *K. cochlearis*, *P. vulgaris*, *Alona costata*, *Cyclops strenuus* нами не найдены, в то же время, по нашим данным, с тех пор в озере появились такие виды, как *K. longispina*, *Po. dolichoptera*, *Sc. kingi*, *A. harpae*.

Средняя численность зоопланктона литорали северной оконечности оз. Сары-Челек составляет 1,4 экз/л (*Rotatoria* 0,4 экз/л; *Cladocera* 0,27 экз/л; *Copepoda* 0,73 экз/л); южной оконечности — 8,2 экз/л (*Rotatoria* 0,23 экз/л; *Cladocera* 0,1 экз/л; *Copepoda* 7,9 экз/л).

В заключение следует сказать, что полученные нами характеристики состояния зоопланктона озера заповедника Сары-Челек, при условии дальнейшего проведения долгосрочных наблюдений за этим чувствительным компонентом гидробиоценоза, могут послужить основой оценки тенденций изменений состояния озера под влиянием антропогенных факторов.

В работе Вундцеттеля не была проведена оценка оз. Сары-Челек по типу трофности. Можно предположить, что, судя по наличию  $\alpha \beta$ - мезосапробных видов (*K. cochlearis*, *A. costata*, *C. strenuus*), этот водоем можно было отнести в то время к мезотрофному типу. По нашим данным, в 2009-2010 гг. в зоопланктоне озера уже не встречаются мезосапробные организмы, а, наоборот, появились олигосапробные (*K. longispina*, *Sc. kingi*, *Ac. harpae*). Это приводит к заключению, что водоем приобрел олиготрофный характер с чертами мезотрофности, и в нем идет процесс олиготрофизации.

В фоновых условиях заповедника оценить путем полевых наблюдений такого рода изменения весьма непросто в силу их небольшой интенсивности на фоне порой весьма значительных естественных колебаний изучаемых характеристик. Хорошо известно, что даже на территории заповедников, удаленных от непосредственных источников воздействия антропогенных факторов, в частности загрязнений, биоценозы подвержены влиянию глобальных и крупнорегиональных процессов переноса некоторых загрязняющих веществ.

Что касается исследований высокогорного оз. Сон-Куль, то оно изучалось с целью определения количественных показателей зоопланктонных организмов его состояния в сравнении с безрыбными годами.

Нам известно, что экологическому условию озера Сон-Куль способствовали чрезвычайно быстрая и успешная акклиматизация сиговых, а именно пеляди, что повлекло за собой интенсивное выедание некоторых представителей зоопланктона [4].

Для горных водоемов является характерным малое количество коловраток. Но сравнительно их много в озере Сон-Куль, что объясняется наличием в озере больших площадей мелководья и зарослей (макрофитов). Массового развития достигают только семь видов: в июне – *K. quadrata*, *P. vulgaris*, *N. acuminata*, *Br. calyciflorus*; в июле - августе – *F. longiseta*, *Asp. priodonta*; осенью – *Syn. pectinata*.

Бурное развитие коловраток начинается в конце июня, максимума достигает в июле, что дает пик численности зоопланктона озера, затем идет постепенный спад. Так, в 2012 году в июне в прибрежной зоне преобладали *P. vulgaris*, *N. acuminata*, *K. quadrata*. С увеличением глубины возрастало количество *F. longiseta*, в центре она доминировала. В августе по всему озеру преобладали *K. quadrata*, *Tes. patina*, *Asp. priodonta*. В 2013 г. картина была та же. В 2014 г. в июне – июле в прибрежной зоне, кроме перечисленных ранее трех видов коловраток, отмечалась еще *Br. calyciflorus*, количество которой увеличивалось с глубиной. В конце июля - начале августа по всему озеру доминировала *F. longiseta*. В августе в довольно больших количествах отмечалась *Asp. priodonta*. В сентябре преобладала *K. quadrata*, в октябре – *P. vulgaris*, *S. pectinata*. В 2015 г. качественные изменения в развитии

коловраток по сравнению с предыдущими годами незначительные. Довольно сильно сократилось их число в 2016 г.

Фауна ветвистоусых (*Cladoceria*) озера бедна. Она состоит из нескольких форм широко распространенных, эврибионтных и обладающих хорошими средствами расселения. Численность *D. pulex*, ранее самого многочисленного представителя ветвистоусых, в последние годы и летние месяцы сильно сократилась. Но в осенние месяцы высокая биомасса зоопланктона складывается пока за счет этого рачка, большого численного развития в настоящее время достиг другой представитель ветвистоусых - *B. longirostris*. Начиная с июля этот рачок в некоторых пробах по численности не уступает коловраткам, правда, из-за малого размера биомассу дает невысокую.

Следует отметить крайнюю бедность видового состава веслоногих озера. Причем в последние годы численность их резко сократилась. Половозрелыми отмечаются только *Arc. bacillifer* и *Ac. vernalis*. В основном же в летнее время из веслоногих преобладают *Nauplii* и молодые неполовозрелые особи циклопов и диаптомуса.

Сравнительно малые глубины озера и частые волнения в нем являются причиной отсутствия резких границ в горизонтальном распределении зоопланктона. Пелагические формы его часто встречаются на мелководных участках, в то же время прибрежные формы иногда отмечаются в открытых участках озера.

Для выявления запасов зоопланктона в озере мы взяли пять участков, характеризующих следующие области озера: восточную, северную, западную, юго-западную и глубоководную центральную. Динамика численности и биомассы зоопланктона на этих участках за вегетационный период с 2012 по 2016 г. приводится в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Динамика численности и биомассы зоопланктона в различных частях оз. Сон-Куль за вегетационный период (июнь - август) с 2012 по 2016 г. ( $\frac{\text{экз}}{\text{г}}$  л)

Часть озера	2012	2013	2014	2015	2016
Центральная	$\frac{37,00}{0,0046}$	$\frac{118,18}{0,0005}$	$\frac{92,323}{0,0014}$	$\frac{94,990}{0,0021}$	$\frac{43,050}{0,0008}$
Северная	$\frac{51,88}{0,0017}$	$\frac{127,25}{0,0005}$	$\frac{88,81}{0,0006}$	$\frac{92,31}{0,0010}$	$\frac{82,51}{0,0008}$
Западная	$\frac{33,32}{0,0002}$	$\frac{322,72}{0,002}$	$\frac{96,730}{0,0011}$	$\frac{162,95}{0,0013}$	$\frac{82,515}{0,0010}$
Восточная	$\frac{66,45}{0,0044}$	$\frac{226,322}{0,0018}$	$\frac{121,8}{0,0011}$	$\frac{107,0}{0,0018}$	$\frac{67,38}{0,0010}$

Юго-западная	$\frac{52,838}{0,0082}$	$\frac{289,30}{0,0027}$	$\frac{84,128}{0,0016}$	$\frac{145,309}{0,0016}$	$\frac{129,350}{0,0015}$
--------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------

Как видно из данных таблиц, самая бедная – северная часть озера; восточную, юго-западную и центральную можно отнести к кормным. За исследованный период по сравнению с 60-ми годами произошли изменения отдельных компонентов зоопланктона. Так, число коловраток значительно увеличилось, среди ветвистоусых количество дафний сократилось, но появились босмины, их было больше чем дафний, за счет численности кладоцер. Заметно сокращается количество веслоногих рачков.

В начале исследуемого периода (2012-2016 гг.) озеро по запасам зоопланктона заметно делилось на две части – прибрежную мелководную (до 7 м) и глубоководную, менее продуктивную. В 2014 и 2015 гг. такой резкой границы не наблюдалось, а в 2016 г. картина повторилась, прибрежная часть была намного богаче глубоководной (табл. 2).

Таблица 2

Распределение зоопланктона по глубинам ( $\frac{\text{экз}}{\text{г}} \text{ л}$ )

Глубина, м	2012	2013	2014	2015	2016
1	$\frac{43,33}{0,0005}$	$\frac{494,2}{0,0004}$	$\frac{281,5}{0,0024}$	$\frac{249,46}{0,0024}$	$\frac{120,7}{0,002}$
2	$\frac{66,68}{0,0071}$	$\frac{174,55}{0,0014}$	$\frac{95,14}{0,0012}$	$\frac{156,78}{0,0011}$	$\frac{105,65}{0,0010}$
3	$\frac{58,45}{0,0034}$	$\frac{136}{0,0019}$	$\frac{150,87}{0,0010}$	$\frac{101,74}{0,0021}$	$\frac{51,7}{0,0017}$
4	–	$\frac{36,35}{0,0018}$	$\frac{114,44}{0,0001}$	$\frac{216,26}{0,0018}$	$\frac{92,5}{0,0014}$
5	$\frac{53,98}{0,0020}$	$\frac{130,53}{0,0016}$	$\frac{88,87}{0,0008}$	$\frac{103}{0,0009}$	$\frac{49,67}{0,0013}$
6	$\frac{42,63}{0,0074}$	$\frac{118,55}{0,0023}$	$\frac{97,96}{0,0012}$	$\frac{127,2}{0,0001}$	$\frac{74,8}{0,0012}$
7	$\frac{37,77}{0,0064}$	$\frac{65,7}{0,0006}$	$\frac{139}{0,0012}$	$\frac{47,72}{0,0008}$	$\frac{50,58}{0,0013}$

Экологические условия озера Сон-Куль способствовали чрезвычайно быстрой и успешной акклиматизации сиговых, что повлекло за собой интенсивное выедание некоторых представителей зоопланктона. Начала падать численность массовых форм ракообразных, составляющих основу питания пеляди.

Мы не можем сравнить данные по биомассе на всех участках озера, так как Вундцеттель приводит сведения только по двум, но и из вышеприведенного материала видно, что биомасса зоопланктона в летний период по сравнению с безрыбными годами сократилась почти вдвое. Но за последние годы, когда начался интенсивный вылов рыбы, изменения незначительные. В 2015 г. отмечался мор рыбы в летнее время. На зоопланктон заметного влияния это не оказало. За исследованный период 2016 г. количество зоопланктона по прибрежным участкам было в тех же пределах, в центральной части – несколько сократилось (та же картина была в 2013 г.). Можно предположить, что если будет вестись регулируемый лов рыбы, численность и биомасса зоопланктона стабилизируется.

### **Выводы**

1. Зоопланктон озера Сон-Куль представлен коловратками - 17 видов, ветвистоусыми – 5 видов и веслоногими – 5 видов. Массового развития достигают только семь видов коловраток и два вида ветвистоусых. Самая высокая биомасса зоопланктона - в конце августа - сентябре, за счет интенсивного развития ветвистоусых. По запасам зоопланктона самыми кормными можно считать восточный и юго-западный участки. Вообще биомасса зоопланктона в летний период по сравнению с безрыбными годами сократилась почти вдвое. Но за последние годы, когда велся промысел, изменения незначительные.

2. В зоопланктоне оз. Сары-Челек в период исследования обнаружено 9 видов *Rotatoria*, 6 видов *Cladocera*, 5 видов *Copepoda*. Численность колеблется от 2,0 до 9 экз/л.

3. В озере Сары-Челек в составе зоопланктона часто встречаются *Kellicottia longispina*, *Scaphleberis kingi*, *Acroperus harpae*, т.е. олигосапробные виды. Это приводит к заключению, что водоем приобрел олиготрофный характер с чертами мезотрофности, и в нем идет процесс олиготрофизации.

### **Список литературы**

1. Абакумов В.А., Бубкова Н.П., Хомикова Н.И. и др. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с.
2. Букин В.М. Морфометрия и морфология озера Сон-Куль // Изв. АН Кирг. ССР. – 1977. – № 4. – С. 35-42.
3. Вундцеттель М.Ф. Гидробиология озера Сары-Челек // Ихтиологические и гидробиологические исследования в Киргизии. – Фрунзе, 1979. – С. 33-58.
4. Конурбаев А.О., Толонбаев С.Б. Рыбохозяйственное освоение озера Сон-Куль // Ихтиологические и гидробиологические исследования в Киргизии. – Фрунзе, 1977. – С. 96-

107.

5. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 742 с.

6. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. – М. – Л.: Наука, 1964. – 326 с.