

Водные биоресурсы и среда обитания
2022, том 5, номер 2, с. 43–53
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
doi: 10.47921/2619-1024_2022_5_2_43
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2022, vol. 5, no. 2, pp. 43–53
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
doi: 10.47921/2619-1024_2022_5_2_43
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 591.524.12+639.312(470.620)

ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2022 Г. С. Корниенко, Т. В. Чайка

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: chayka_tv@azniirkh.ru*

Аннотация. В работе представлены сведения по количественному развитию и видовому составу весенне-летнего зоопланктона Краснодарского водохранилища в 2019 г., а также многолетним изменениям численности и биомассы зоопланктона по двум сезонам (весна и лето). Приведены данные изменения видового разнообразия и количественного развития зоопланктона в период заполнения водохранилища, через 25 и 45 лет. Выделены доминирующие группы зоопланктонов и виды-доминанты среди них. Сравнение динамики качественного и количественного развития зоопланктона Краснодарского водохранилища показало, что за прошедшие 25 и 45 лет (с 1974 по 2019 г.) изменения видового состава незначительны. Число видов планктонных организмов в каждый рассматриваемый период практически одинаково: 42 вида в период заполнения водохранилища и 45 видов в 1999–2001 гг. и 2019 г. Численно в планктоне в современный период доминировали коловратки и веслоногие раки, составляя, соответственно, 57,3 и 40,7 %. На долю веслоногих приходилось 80,1 % всей биомассы. Средние показатели численности зоопланктонных организмов в весенне-летний период 2019 г. превышают значения за период после залития в 1,4 раза, за 1999–2001 гг. — в 2 раза. Но биомасса зоопланктона в прежние годы была выше за счет развития более крупных форм ветвистоусых и веслоногих ракообразных — в среднем в 3,5 и 8 раз, соответственно. Показатели биомассы весенне-летнего зоопланктона в Краснодарском водохранилище в 2019 г. равны 0,21–0,34 г/м³, что соответствует показателям мезотрофных водоемов. Сделан вывод о том, что Краснодарское водохранилище является водоемом, сохранившим рыбохозяйственный потенциал для выращивания рыбы на естественных кормовых ресурсах.

Ключевые слова: Краснодарское водохранилище, зоопланктон, биомасса, численность, видовое разнообразие

DYNAMICS OF QUANTITATIVE DEVELOPMENT OF SPRING AND SUMMER ZOOPLANKTON IN THE KRASNODAR RESERVOIR

G. S. Kornienko, T. V. Chayka

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: chayka_t_v@azniirkh.ru*

Abstract. This paper presents information on the quantitative development and species composition of the spring and summer zooplankton of the Krasnodar Reservoir in 2019, as well as long-term changes in the abundance and biomass of zooplankton for two seasons (spring and summer). The data on the changes in species diversity and quantitative development of zooplankton during the reservoir filling period and 25 and 45 years onward are presented. The dominant groups of zooplankters and dominant species among them have been identified. A comparison of the dynamics of qualitative and quantitative development of zooplankton in the Krasnodar Reservoir has shown that for the past 25 and 45 years (from 1974 to 2019), changes in species composition were insignificant. The number of species of planktonic organisms in each period under review is almost the same: 42 species during the reservoir filling period and 45 species in 1999–2001 and 2019. In terms of their abundance, rotifers and copepods prevailed in the present plankton composition, accounting for 57.3 and 40.7 %, respectively. Copepods accounted for 80.1 % of the total biomass. The average abundance of zooplankton organisms in the spring and summer seasons of 2019 exceeded the count for the period after flooding by 1.4 times, and for 1999–2001 it was by 2 times. However, the biomass of zooplankton in previous years was, on average, 3.5 and 8 times higher, respectively, due to the development of larger forms of cladocerans and copepods. The biomass of spring and summer zooplankton in the Krasnodar Reservoir in 2019 was 0.21–0.34 g/m³, which is compliant with the values characteristic for mesotrophic reservoirs. It is concluded that the Krasnodar Reservoir is a water body that has preserved its fishery potential for growing fish on natural feed resources.

Keywords: Krasnodar Reservoir, zooplankton, biomass, abundance, species diversity

ВВЕДЕНИЕ

Краснодарское водохранилище общей площадью 40 тыс. га — самое крупное ирригационное сооружение комплексного назначения на Северном Кавказе.

Водоохранилище по конфигурации, морфометрическим признакам и гидрологическому режиму (резкие колебания уровня воды) с момента залития было условно поделено на четыре участка [1, 2]: верхний (глубина не превышает 2,5 м, включает бывшее Тщикское водохранилище), средний (с глубинами до 5–7 м и наличием затопленных старых русел рек-притоков), приплотинный (наиболее глубоководный с глубинами от 8 до 12 м) и мелководный (глубина до 2 м, включает низовья рек-притоков Псекупс, Марта, Пшиш, Белая).

Во всех участках водохранилища преобладает речной режим со значительной скоростью течения и мутностью в весенний период, и только приплотинная зона имеет типичные черты отстойника с прозрачностью воды более 50 см.

Вода по гидрохимической классификации О.А. Алекина (1970) относится к гидрокарбонатно-сульфатному типу второго класса [1].

Развитие водной растительности в водохранилище незначительное из-за резких колебаний уровня воды.

Первые исследования по изучению зоопланктона показали, что его сезонная динамика в период с апреля по сентябрь характеризуется ярко выраженной периодичностью развития [2]. Так, весной 1974 г. при сохранении речного режима в зоопланктоне доминировали коловратки (115 тыс. экз./м³), составляя 85 % от общей численности организмов. Средняя биомасса зоопланктона в этот период была равна 0,59 г/м³. В весенние периоды последующих лет, когда влияние речного режима в водоеме ослабло, численность коловраток в среднем сократилась до 52 тыс. экз./м³. В это время увеличилась роль веслоногих ракообразных, и биомасса зоопланктона в 1975 г. повысилась в среднем до 1,0 г/м³. В последующие годы биомасса зоопланктона снизилась до 0,29–0,49 г/м³.

В летний период с повышением температуры воды коловратки стали значительно уступать по численности ракообразным [2]. Биомасса летнего планктона увеличивается незначительно «в связи с преобладанием личиночных и копеподитных стадий ракообразных (50–80 %)». Авторы отмечают, что основной группой, влияющей на численность и биомассу зоопланктона Краснодарского водохранилища в первые годы после залития, являются веслоногие ракообразные.

Необходимость изучения видового состава и количественного развития зоопланктона в весенне-летний период 1999–2001 гг. была связана с выявлением участков водохранилища, перспективных для выпуска заводской молоди стерляди, который был начат в 1998 г. отделом воспроизводства проходных и полупроходных рыб КрасНИИРХ. Как показали исследования [3], в зоопланктоне водохранилища в весенне-летний период 1999–2001 гг. в видовом отношении были наиболее разнообразны коловратки. Доминировали: из коловраток — *Keratella quadrata* и *Polyarthra remata*, из ветвистоусых — *Chydorus sphaericus* и *Diaphanosoma brachyurum*, из веслоногих — *Eucyclops serrulatus serrulatus* и *Cyclops vicinus vicinus*.

В развитии зоопланктона отмечена резко выраженная сезонная периодичность. Численность и биомасса весеннего планктона крайне низки (от 0,07 до 0,21 г/м³). Происходит это потому, что влияние речного стока на водоем еще достаточно велико. Кроме того, значительная часть ракообразных в это время выедается молодью рыб. В летние месяцы, когда влияние речного стока ослабевало и молодь стерляди переходила на питание личинками хирономид, биомасса зоопланктона значительно увеличивалась (до 4,07 г/м³).

Исходя из полученных нами данных [3, 4], было определено, что наиболее перспективными для молоди стерляди по развитию зоопланктона являются мелководный участок затопленных русел рек и средний участок.

Исследования 2019 г. были связаны с выполнением Госзадания по оценке запасов водных биоресурсов и среды их обитания, одним из вопросов которого было изучение кормовой базы для молоди рыб на ранних стадиях развития в период наиболее интенсивного использования зоопланктона, т. е. в весенне-летний период. Работы такого направления в последние годы в Краснодарском водохранилище не проводились.

Исследования были направлены на изучение структуры, видового состава, динамики численности и биомассы основных групп, а также общей биомассы весенне-летнего зоопланктона и на сравнение его количественного развития спустя 25 и 45 лет со времени образования водохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор гидробиологических проб осуществляли весной и летом (апрель, июль) 2019 г. на 12 станциях с использованием плавсредств.

Для сравнения видового и количественного развития зоопланктона отбор проб проводили в тех же районах водохранилища, что и в предыдущие годы. Станции располагались на четырех участках водохранилища: по две на верхнем и приплотинном и по четыре на среднем и мелководном участках (рис. 1). Всего было собрано и обработано 24 пробы зоопланктона.

В предыдущие годы в период апрель–июль было собрано и обработано: в 1974 г. — 26 проб, в 1975 и 1977 гг. — по 30, всего — 86 проб. В нулевые годы за сезон — 30, за 3 года — 90 проб.

Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам [5–7]. Ввиду небольших глубин в водоеме, пробы зоопланктона отбирали с глубины 1–4 м планктонобатором Паталаса объемом 5 л с вертикально откидывающимися крышками. 100 л воды процеживали через сеть Апштейна с ячейей газа № 68. Фиксировали пробы 4%-ным раствором формалина.

Пробы зоопланктона в предыдущие годы отбирали аналогичным методом.

Камеральную обработку проводили в лабораторных условиях с использованием стереоскопического микроскопа МСП-2. Для подсчета биомассы зоопланктона использовали таблицы для определения индивидуальной массы организмов [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон Краснодарского водохранилища в 2019 г. был представлен тремя типичными планктонными таксономическими группами пресноводного комплекса: коловратки (Rotifera), ветвистоусые (Cladocera) и веслоногие (Copepoda) ракообразные. Всего было обнаружено 45 видов зоопланктона (табл. 1). Из трех типичных планктонных групп в видовом отношении наибо-

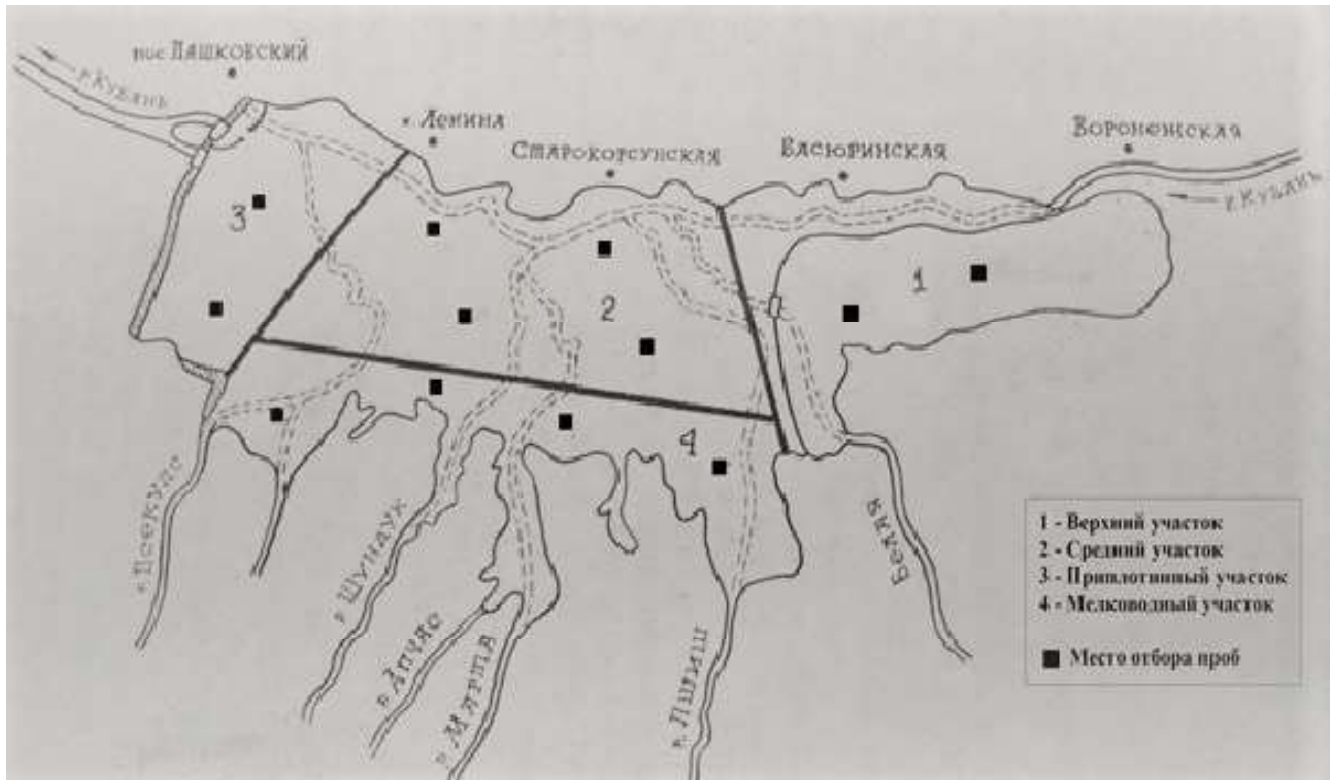


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в Краснодарском водохранилище
Fig. 1. Outline map of the sampling stations location in the Krasnodar Reservoir

лее разнообразны были коловратки — 20 видов. Ракообразные были представлены практически одинаковым количеством видов: ветвистоусые — 13 и веслоногие — 12.

В сезонном соотношении более богатое видовое разнообразие отмечалось весной: коловратки — 17 видов, ветвистоусые — 6 и веслоногие — 11 видов (табл. 1). В летний период количество видов коловраток и веслоногих ракообразных снижается, ветвистоусых — увеличивается. Из коловраток весной численно доминировали *Polyarthra remata* — 67250 экз./м³ (59,7 %) и *Keratella cochlearis* — 27000 экз./м³ (23,9 %), летом — *P. remata* (33750 экз./м³ и 67,4 %).

Из ветвистоусых ракообразных весной в планктоне доминировали *Bosmina longirostris* — 2167 экз./м³ (89,1 %), летом — *Diaphanosoma brachyurum* (395 экз./м³ и 66,1 %) и *Daphnia cucullata* (192 экз./м³ и 32,0 %), из веслоногих весной — *Acanthocyclops vernalis vernalis* (23583 экз./м³ и 71,5 %), летом — *Thermocyclops oithonoides* (55292 экз./м³ и 71,9 %).

Кроме типично планктонных форм в толще воды водохранилища присутствовали личинки

Bivalvia, *Olygochaeta* и *Ostracoda*, которые были объединены в группу *Varia*.

Сравнительный анализ видового состава зоопланктона по годам показал, что в период наблюдений количество видов практически одинаково: 42–45 (табл. 2, 3), но качественный состав несколько различается.

В 2019 г. количество видов коловраток, по сравнению с первыми годами после заполнения водохранилища (1974–1977 гг.), увеличилось вдвое — 20, тогда как у ветвистоусых и веслоногих ракообразных оно немного снизилось: 16 и 13–12 видов (табл. 2, 3).

Через 25 лет после заполнения водоема количество видов коловраток увеличилось до 17, ветвистоусых и веслоногих ракообразных — незначительно снизилось: 15 и 13 видов. За весь период наблюдений было обнаружено 68 видов зоопланктона (табл. 3).

Таким образом, приведенные данные показывают, что формирование видового состава зоопланктона в Краснодарском водохранилище завершилось в первые годы после наполнения водоема до проектного уровня. Такая закономерность

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона Краснодарского водохранилища, 2019 г.**Table 1.** Species composition of the zooplankton in the Krasnodar Reservoir, 2019

№	Виды / Species	Весна / Spring	Лето / Summer
1	2	3	4
Rotifera			
1	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	–
2	<i>Asplanchna</i> sp.	+	–
3	<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	+	+
4	<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)	+	+
5	<i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias, 1989)	–	+
6	<i>Brachionus urceolaris</i> (O.F. Müller, 1773)	+	–
7	<i>Cephalodella</i> sp.	+	–
8	<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+
9	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+
10	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	–
11	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+
12	<i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)	+	+
13	<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	–	+
14	<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+
15	<i>Lecane (Monostyla) bulla bulla</i> (Gosse, 1851)	+	+
16	<i>Lecane</i> sp.	–	+
17	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	–
18	<i>Polyarthra remata</i> (Skorikov, 1896)	+	+
19	<i>Synchaeta</i> sp.	+	–
20	<i>Trichocerca</i> sp.	+	+
Cladocera			
21	<i>Alona rectangula</i> (G.O. Sars, 1861)	–	+
22	<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+
23	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	–	+
24	<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+
25	<i>Daphnia cucullata</i> (G.O. Sars, 1862)	–	+
26	<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–
27	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	–	+
28	<i>Diaphanosoma dubia</i> (Manuilova, 1964)	–	+
29	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	–
30	<i>Moina</i> sp.	–	+
31	<i>Macrothrix</i> sp.	–	+
32	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–
33	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–
Copepoda			
34	<i>Acanthocyclops vernalis vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	+
35	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+
36	<i>Cyclops vicinus vicinus</i> (Uljanin, 1875)	+	–
37	<i>Eucyclops serrulatus serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	–

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4
38	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars, 1863)	+	–
39	<i>Eurytemora affinis</i> (Poppe, 1880)	+	–
40	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)	+	–
41	<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)	+	–
42	<i>Heteroscope caspia</i> (G.O. Sars, 1897)	–	+
43	<i>Megacyclops viridis viridis</i> (Jurine, 1820)	+	–
44	<i>Mesocyclops leuckarti leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	–
45	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G.O. Sars, 1863)	+	+

Таблица 2. Видовой состав зоопланктона Краснодарского водохранилища

Table 2. Species composition of the zooplankton in the Krasnodar Reservoir

№	Виды / Species	Годы / Years		
		1974–1975, 1977	1999–2001	2019
1	2	3	4	5
Rotifera				
1	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+	+
2	<i>Asplanchna</i> sp.	+	–	+
3	<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
4	<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)	+	+	+
5	<i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias, 1898)	–	+	+
6	<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	+	–	–
7	<i>Brachionus urceolaris</i> (O.F. Müller, 1773)	–	+	+
8	<i>Cephalodella</i> sp.	–	+	+
9	<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	+
10	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+
11	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	–	–	+
12	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	–	+	+
13	<i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)	+	+	+
14	<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	–	–	+
15	<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)	–	+	+
16	<i>Lecane (Monostyla) bulla bulla</i> (Gosse, 1851)	–	+	+
17	<i>Lecane</i> sp.	–	–	+
18	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	+
19	<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski, 1891)	+	–	–
20	<i>Polyarthra remata</i> (Skorikov, 1896)	–	+	+
21	<i>Polyarthra</i> sp.	+	+	–
22	<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	+	–	–
23	<i>Synchaeta</i> sp.	–	+	+
24	<i>Trichocerca</i> sp.	–	+	+

Таблица 2 (продолжение)

Table 2 (continued)

1	2	3	4	5
Cladocera				
25	<i>Alona rectangula</i> (O.G. Sars, 1861)	+	+	+
26	<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+
27	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	–	+	+
28	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	+	+	–
29	<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
30	<i>Chydorus</i> sp.	+	–	–
31	<i>Daphnia carinata</i> (King, 1852)	+	–	–
32	<i>Daphnia cucullata</i> (G.O. Sars, 1862)	+	+	+
33	<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
34	<i>Daphnia magna</i> (Straus, 1820)	+	+	–
35	<i>Daphnia pulex</i> (Leydig, 1860)	+	+	–
36	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	+
37	<i>Diaphanosoma dubia</i> (Manuilova, 1964)	–	+	+
38	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	–	+	+
39	<i>Moina</i> sp.	+	+	+
40	<i>Macrothrix</i> sp.	–	+	+
41	<i>Pleuroxus</i> sp.	+	–	–
42	<i>Pleuroxus uncinatus</i> (Baird, 1850)	+	–	–
43	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	–	–	+
44	<i>Sida trenuous</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–	–
45	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
Copepoda				
46	<i>Acanthocyclops vernalis vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	–	+
47	<i>Calanipeda aquaedulcis</i> (Krichagin, 1873)	+	+	–
48	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+
49	<i>Cyclops vicinus vicinus</i> (Uljanin, 1875)	+	+	+
50	<i>Diacyclops crassicaudis crassicaudis</i> (G.O. Sars, 1863)	+	–	–
51	<i>Diaptomus castor</i> (Jurine, 1820)	+	–	–
52	<i>Diaptomus</i> sp.	+	+	–
53	<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1838)	+	–	–
54	<i>Eucyclops serrulatus serrulatus</i> (Fischer, 1851)	–	+	+
55	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars, 1863)	–	+	+
56	<i>Eurytemora affinis</i> (Poppe, 1880)	–	–	+
57	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)	–	+	+
58	<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)	+	+	+
59	<i>Harpacticoida</i> sp.	+	+	–
60	<i>Hetercope caspia</i> (G.O. Sars, 1897)	–	–	+
61	<i>Megacyclops viridis viridis</i> (Jurine, 1820)	+	–	+
62	<i>Mesocyclops leuckarti leuckarti</i> (Claus, 1857)	–	+	+
63	<i>Mesocyclops</i> sp.	+	–	–

Таблица 2 (окончание)

Table 2 (finished)

1	2	3	4	5
64	<i>Microcyclops bicolor bicolor</i> (G.O. Sars, 1863)	+	+	–
65	<i>Microcyclops varicans varicans</i> (G.O. Sars, 1863)	+	–	–
66	<i>Paracyclops affinis</i> (G.O. Sars, 1863)	–	+	–
67	<i>Paracyclops</i> sp.	+	+	–
68	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G.O. Sars, 1863)	+	–	+

Таблица 3. Количество видов зоопланктона Краснодарского водохранилища

Table 3. Number of zooplankton species in the Krasnodar Reservoir

Группы организмов Groups of organisms	Годы / Years			Всего видов Total number of species
	1974–1975, 1977	1999–2001	2019	
Rotifera	10	17	20	24
Cladocera	16	15	13	21
Copepoda	16	13	12	23
Итого / Total	42	45	45	68

отмечается и для других крупных водоемов. А.В. Монаков [9] отмечает, что в Рыбинском водохранилище из года в год массовыми остаются те же виды, что и в первые годы после заполнения водоема.

Общая численность весенне-летнего зоопланктона за период существования водоема по средним данным за апрель и июль изменялась от 67,2 тыс. экз./м³ в 1999–2001 гг. до 139,0 тыс. экз./м³ в 2019 г. (табл. 4).

Высокая численность зоопланктона в 2019 г. была обеспечена за счет массового развития коловраток *Polyarthra remata* и *Keratella cochlearis* в апреле и ювенильных форм (науплии) веслоногих ракообразных в июле. Это обстоятельство существенно повлияло на величину биомассы зоопланктона, которая при самой высокой численности организмов в среднем является самой низкой за период наблюдений — 0,27 г/м³. Низкие показатели биомассы обусловлены также очень слабым развитием ветвистоусых ракообразных, численность которых в среднем была равна 1,5 тыс. экз./м³, а биомасса — 0,01 г/м³. Более высокие показатели биомассы зоопланктона в первые годы после наполнения водоема и через 25 лет — 0,94 г/м³ и 2,14 г/м³, соответственно (табл. 4) — обусловлены развитием веслоногих и ветвистоусых ракообразных.

В 2019 г., как было отмечено выше, численно доминировали коловратки и веслоногие ракообразные. Численность коловраток в апреле составляла 75,9 %, в июле — 38,6 % от общего числа организмов (рис. 2), но ввиду их малых размеров биомасса была невысокой, составляя 24,4 и 8,7 % от общей (рис. 3).

Основу всей биомассы зоопланктона составляли веслоногие раки — 72,9 % весной и 87,3 % летом при 22,3 и 59,2 % от общей численности.

В первые годы после заполнения водохранилища веслоногие раки являлись основной группой, влияющей на численность и биомассу зоопланктона, составляя в среднем, соответственно, 60,2 и 57,6 % от общих.

Кормовой базой зоопланктоноядных рыб в основном являются две его группы — ветвистоусые и веслоногие ракообразные [10]. Эти группы беспозвоночных существенно влияют на рост массовых видов рыб на первом году жизни, в т. ч. и стерляди. Доля ракообразных в питании стерляди, по нашим данным, к концу июля увеличивалась до 70–100 % [3, 4, 11].

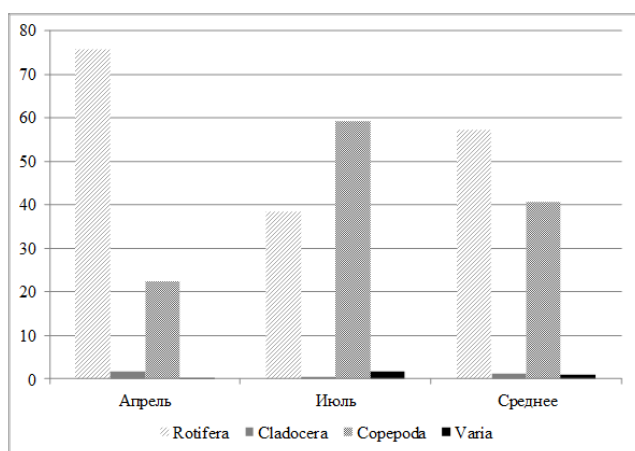
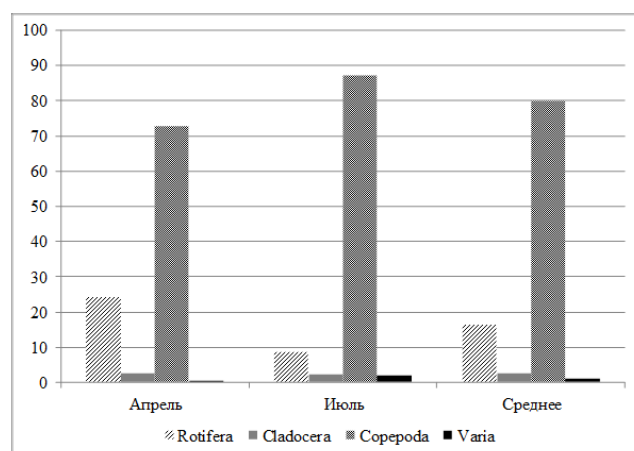
Таким образом, средние показатели численности весенне-летнего зоопланктона в 2019 г. были в 1,4 раза выше, чем в 1974–1975 гг. и в 2 раза выше, чем через 25 лет после наполнения водохранилища, в связи с преобладанием в

Таблица 4. Многолетние изменения показателей численности и биомассы зоопланктона Краснодарского водохранилища**Table 4.** Long-term changes in the abundance and biomass of the zooplankton in the Krasnodar Reservoir

Группы организмов Groups of organisms	Годы / Years								
	1974–1975, 1977			1999–2001			2019		
	Апрель April	Июль July	Среднее Average	Апрель April	Июль July	Среднее Average	Апрель April	Июль July	Среднее Average
Rotifera	<u>56,5</u> 0,29	<u>17,1</u> 0,06	<u>36,8</u> 0,17	<u>9,4</u> 0,05	<u>3,2</u> 0,02	<u>6,3</u> 0,04	<u>112,5</u> 0,08	<u>50,1</u> 0,02	<u>81,3</u> 0,05
Cladocera	<u>1,5</u> 0,03	<u>18,7</u> 0,29	<u>10,1</u> 0,16	<u>0,4</u> 0,01	<u>24,3</u> 3,21	<u>12,3</u> 1,61	<u>2,4</u> 0,01	<u>0,6</u> 0,01	<u>1,5</u> 0,01
Copepoda	<u>32,1</u> 0,33	<u>67,4</u> 0,82	<u>49,7</u> 0,57	<u>23,2</u> 0,15	<u>67,8</u> 0,81	<u>45,5</u> 0,48	<u>33,0</u> 0,25	<u>76,8</u> 0,18	<u>54,9</u> 0,21
Varia	<u>0,1</u> 0,05	<u>0,3</u> 0,01	<u>0,2</u> 0,03	<u>0,4</u> <0,01	<u>5,8</u> 0,03	<u>3,1</u> 0,01	<u>0,3</u> <0,01	<u>2,2</u> <0,01	<u>1,3</u> <0,01
Итого /Total	<u>90,2</u> 0,7	<u>103,5</u> 1,18	<u>96,8</u> 0,94	<u>33,4</u> 0,21	<u>101,1</u> 4,07	<u>67,2</u> 2,14	<u>148,2</u> 0,34	<u>129,7</u> 0,21	<u>139,0</u> 0,27

Примечание: Числитель — численность, тыс. экз./м³; знаменатель — биомасса, г/м³

Note: Numerator — abundance, th. ind. m⁻³; denominator — biomass, g m⁻³

**Рис. 2.** Численность (%) зоопланктона Краснодарского водохранилища в 2019 г.**Fig. 2.** Abundance (%) of the zooplankton in the Krasnodar Reservoir, 2019**Рис. 3.** Биомасса (%) зоопланктона Краснодарского водохранилища в 2019 г.**Fig. 3.** Biomass (%) of the zooplankton in the Krasnodar Reservoir, 2019

пробах мелких форм коловраток и науплиальных стадий веслоногих раков. Однако биомасса вследствие этого оказалась ниже в 3,5 и 8 раз, соответственно.

Как отмечали ряд авторов [2], основываясь на данных по изучению закономерностей формирования зоопланктона в Краснодарском и других водохранилищах юга в 1980-е гг., «в последующие годы

существования Краснодарского водохранилища увеличение биомассы зоопланктона будет незначительным». Основными сдерживающими факторами развития зоопланктона в водохранилище являются, прежде всего, высокая мутность воды, недостаточное содержание биогенов, повышенная проточность и выедание его в весенне-летний период молодью рыб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ видового состава и количественного развития зоопланктона в Краснодарском водохранилище показал, что за 45 лет существования водоема его видовой состав изменился незначительно. По сравнению с первыми годами после заполнения водохранилища количество видов коловраток увеличилось вдвое, тогда как веслоногих и ветвистоусых ракообразных — несколько снизилось. Количественно в планктоне в современный период в среднем по численности доминируют коловратки, составляя 57,3 %, по биомассе же преобладают веслоногие ракообразные — 80,1 % всей биомассы. Веслоногие ракообразные, как и в первые годы эксплуатации водохранилища, являются основополагающей группой, влияющей на численность и биомассу зоопланктона. Показатели остаточной биомассы весенне-летнего зоопланктона в Краснодарском водохранилище соответствуют показателям биомассы мезотрофных водоемов и равны 0,21–0,34 г/м³. Таким образом, Краснодарское водохранилище сохранило рыбохозяйственный потенциал для выращивания рыбы на естественных кормовых ресурсах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москул Г.А. Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. Санкт-Петербург: Изд-во Государственного научно-исследовательского института озерного и рыбного хозяйства им. Л.С. Берга, 1994. 136 с.
2. Москул Г.А., Никитина Н.К., Гаврикова Е.Г. Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского краев // Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Северного Кавказа : сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л.: Изд-во Государственного научно-исследовательского института озерного и рыбного хозяйства им. Л.С. Берга, 1982. Вып. 186. С. 43–143.
3. Корниенко Г.С. Состояние планктона и бентоса в Краснодарском водохранилище // Проблемы изучения и рационального использования природных ресурсов морей : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения Казанчеева Е.Н. (г. Астрахань, 20–21 ноября 2001 г.). Астрахань: Изд-во Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, 2001. С. 97–100.
4. Литвинов Д.А., Корниенко Г.С. Условия нагула стерляди в Краснодарском водохранилище // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России : матер. науч.-практ. конф. (г. Адлер, 24–27 сентября

2001 г.). Краснодар: Изд-во Краснодарского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, 2001. С. 68–69.

5. Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР / Под ред. Е.Н. Павловского, В.И. Жадина. М.–Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1956. Т. 4, ч. 1. С. 183–256.
6. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. С. 97–113.
7. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
8. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных Дона // Труды проблемных и тематических совещаний Зоологического института АН СССР. 1954. Вып. 2. С. 223–241.
9. Монаков А.В. Зоопланктон // Рыбинское водохранилище и его жизнь / Под ред. Б.С. Кузина. Л.: Наука, 1972. С. 176–193.
10. Мельничук Г.Л. Экология питания, пищевые потребности и баланс энергии молоди рыб водохранилищ Днепра // Известия ГосНИОРХ. 1975. Т. 101. 288 с.
11. Корниенко Г.С. Питание стерляди, вселяемой в Краснодарское водохранилище, пищевые взаимоотношения ее с мирными рыбами, обитающими в водоеме // Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна : матер. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 8–12 октября 2001 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2001. С. 103–104.

REFERENCES

1. Moskul G.A. Rybokhozyaystvennoe osvoenie Krasnodarskogo vodokhranilishcha [Fishery exploitation of the Krasnodar Reservoir]. Saint Petersburg: Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut ozernogo i rybnogo khozyaystva im. L.S. Berga [Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries] Publ., 1994, 136 p. (In Russian).
2. Moskul G.A., Nikitina N.K., Gavrikova E.G. Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya rybnogo khozyaystva na vodokhranilishchakh Krasnodarskogo i Stavropol'skogo kraev [The current state and ways of development of fisheries in the reservoirs of the Krasnodar and Stavropol Territories]. In: *Rybokhozyaystvennoe osvoenie vodokhranilishch Severnogo Kavkaza : sbornik nauchnykh trudov GosNIORKH* [Fishery development of reservoirs in the North Caucasus. Collection of research papers of GosNIORKH]. Leningrad: Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut ozernogo i rybnogo khozyaystva im. L.S. Berga [Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries] Publ., 1982, issue. 186, pp. 43–143. (In Russian).

3. Kornienko G.S. Sostoyanie planktona i bentosa v Krasnodarskom vodokhranilishche [The state of plankton and benthos in the Krasnodar Reservoir]. In: *Problemy izucheniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnykh resursov morey : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya Kazancheeva E.N. (g. Astrakhan', 20–21 noyabrya 2001 g.)* [Problems of studying and rational use of natural resources of the seas. Proceedings of the International Research and Practice Conference dedicated to the 100th Anniversary of Kazancheev E.N. (Astrakhan, 20–21 November, 2001)]. Astrakhan: Kaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva [Caspian Scientific Research Institute of Fisheries] Publ., 2001, pp. 97–100. (In Russian).
4. Litvinov D.A., Kornienko G.S. Usloviya nagula sterlyadi v Krasnodarskom vodokhranilishche [Feeding conditions for sterlet in the Krasnodar Reservoir]. In: *Problemy i perspektivy razvitiya akvakul'tury v Rossii : materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Adler, 24–27 sentyabrya 2001 g.)* [Problems and prospects of aquaculture development in Russia. Proceedings of the Research and Practice Conference (Adler, 24–27 September, 2001)]. Krasnodar: Krasnodarskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva [Krasnodar Research Institute of Fishery] Publ., 2001, pp. 68–69. (In Russian).
5. Kiselev I.A. Metody issledovaniya planktona [Methods of plankton research]. In: *Zhizn' presnykh vod SSSR* [The life of fresh waters of the USSR]. E.N. Pavlovskiy, V.I. Zhadin (Eds.). Moscow–Leningrad: Akademiya nauk SSSR [USSR Academy of Sciences] Publ., 1956, vol. 4, part 1, pp. 183–256. (In Russian).
6. Zhadin V.I. Metody gidrobiologicheskogo issledovaniya [Methods of hydrobiological research]. Moscow: Vysshaya shkola [High School], 1960, pp. 97–113. (In Russian).
7. Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozheniy [Guidelines on methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. V.A. Abakumov (Ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1983, 239 p. (In Russian).
8. Mordukhay-Boltovskoy F.D. Materialy po srednemu vesu vodnykh bespozvonochnykh basseyna Dona [Materials on average weight of invertebrates of the Don Basin]. *Trudy problemnykh i tematicheskikh soveshchaniy Zoologicheskogo instituta AN SSSR* [Proceedings of the Problem-Solving and Thematic Meetings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences], 1954, issue 2, pp. 223–241. (In Russian).
9. Monakov A.V. Zooplankton [Zooplankton]. In: *Rybinskoe vodokhranilishche i ego zhizn'* [Rybinsk Reservoir and its life]. B.S. Kuzin (Ed.). Leningrad: Nauka [Science], 1972, pp. 176–193. (In Russian).
10. Melnichuk G.L. Ekologiya pitaniya, pishchevye potrebnosti i balans energii molodi ryb vodokhranilishch Dnepra [Ecology of nutrition, nutritional needs and energy balance of juvenile fish of the Dnieper Reservoirs]. *Izvestiya GosNIORKH* [Proceedings of the State Research Institute on Lake and River Fisheries], 1975, vol. 101, 288 p. (In Russian).
11. Kornienko G.S. Pitanie sterlyadi, vselyaemoy v Krasnodarskoe vodokhranilishche, pishchevye vzaimootnosheniya ee s mirnymi rybami, obitayushchimi v vodoeme [Nutrition of the sterlet introduced into the Krasnodar Reservoir, its nutritional relationship with non-aggressive fish living in the reservoir]. In: *Problemy sokhraneniya ekosistem i ratsional'nogo ispol'zovaniya bioresursov Azovo-Chernomorskogo basseyna : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Rostov-na-Donu, 8–12 oktyabrya 2001 g.)* [Problems of conservation of ecosystems and sustainable exploitation of biological resources of the Azov and Black Sea Basin. Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 8–12 October, 2001)]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2001, pp. 103–104. (In Russian).

Поступила 22.11.2021

Принята к печати 28.03.2022