



<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-549-558>  
<http://zoobank.org/References/B7CC789E-A69B-410D-9A79-A54DCD124E6F>

УДК 91(479.24)574.583(28)

## Зоопланктон как индикатор качества воды в Варваринском водохранилище

К. А. Таптыгова

Институт Зоологии МНО Азербайджанской Республики, ул. А. Аббасзаде, 1128 пер. 504, AZ 1004, г. Баку, Азербайджан

### Сведения об авторе

Таптыгова Кенуль Аслан кызы  
E-mail: [konultapdiqova@gmail.com](mailto:konultapdiqova@gmail.com)  
SPIN-код: 9666-7880  
ResearcherID: AFZ-6918-2022  
ORCID: 0000-0003-1027-1819

**Права:** © Автор (2023). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

**Аннотация.** В статье приводятся данные по видовому составу и количественным показателям зоопланктона Варваринского водохранилища. В 2019–2021 гг. в зоопланктоне был зарегистрирован 41 вид. Из них 19 видов коловраток, 12 — ветвистоусых рачков, 10 — веслоногих рачков. Максимальная численность и биомасса зоопланктона была зафиксирована весной 2019 г. (51771 экз./м<sup>3</sup> и 10952 мг/м<sup>3</sup>), минимальная — зимой 2020 г. (3847 экз./м<sup>3</sup> и 750,04 мг/м<sup>3</sup>). С помощью биоиндикаторных свойств видов зоопланктона определяли качество воды в водохранилище. Определены зоны водохранилища по сапробности по методу Пантле-Бука в модификации Сладечека.

**Ключевые слова:** Варваринское водохранилище, зоопланктон, видовой состав, сапробность, коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки

## Zooplankton as an indicator of water quality in the Varvara Reservoir

К. А. Taptigova

Institute of Zoology Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,  
504 1128<sup>th</sup> Lane, A. Abbaszade Str., AZ 1004, Baku, Azerbaijan

### Author

Kyonul A. Tapdiqova  
E-mail: [konultapdiqova@gmail.com](mailto:konultapdiqova@gmail.com)  
SPIN: 9666-7880  
ResearcherID: AFZ-6918-2022  
ORCID: 0000-0003-1027-1819

**Copyright:** © The Author (2023). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

**Abstract.** The article provides data on the species composition and quantitative indicators of zooplankton in the Varvara Reservoir. In 2019–2021, the composition included 41 species. Among them, 19 species of *Rotatoria*, 12 species of *Cladocera* and 10 species of *Copepoda*. The biggest zooplankton abundance and biomass were recorded in spring 2019 — 51,771 ind/m<sup>3</sup> and 10,952 mg/m<sup>3</sup>, the lowest in winter 2020 — 3,847 ind/m<sup>3</sup> and 750,04 mg/m<sup>3</sup>. The bioindicator properties of zooplankton were used to determine water quality in the Varvara Reservoir. The Pantle–Buck saprobity index modified by Sladeczek was used to determine the saprobity zones of the Reservoir.

**Keywords:** Varvara Reservoir, zooplankton, species composition, saprobity, Rotatoria, Cladocera, Copepoda

## Введение

Биоразнообразие гидробионтов, принадлежащих к разным экологическим группам, в любом водоеме обеспечивает существование экосистемы и интенсивность протекающих в ней процессов самоочищения. Водная среда как экосистема реагирует на происходящие в водоеме изменения (воздействие антропогенных факторов, загрязнение водоема сточными водами и др.), соответственно наблюдаются изменения видового состава и количественных характеристик гидробионтов. Для правильной оценки этой ситуации в водоемах используется метод биоиндикации или биомониторинга. Структурно-функциональная характеристика зоопланктона, индекс сапробности имеют значение для определения степени загрязнения вод на уровне биоценоза, для проведения биологического мониторинга, диагностической оценки состояния естественных стадий развития в экосистеме, изменений, происходящих под влиянием антропогенных факторов (Башарова 1995; Андроникова 1996; Куликова и др. 1997; Деревенская 2015). В настоящее время в гидроэкологии зоопланктон широко используется при биоиндикации изменений экологического состояния пресных экосистем. Потому что зоопланктон по сравнению с другими группами быстрее реагирует на изменения в экосистеме водоема (Калинкина, Куликова 2005; Осипова и др. 2013).

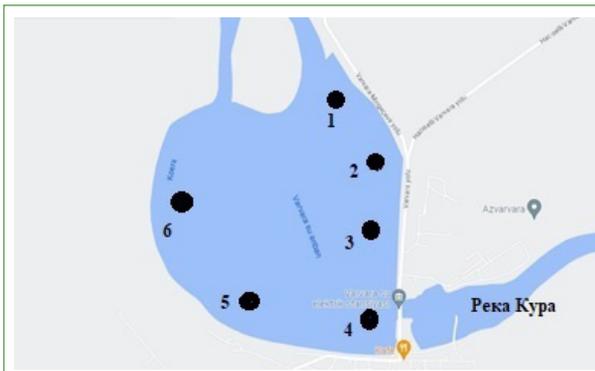
В части реки Куры, проходящей по территории Азербайджанской Республики, расположены четыре водохранилища, образующие каскад: Шамкирское, Еникендское, Мингечевирское и Варваринское. Мингечевирское самое большое по площади, а Еникендское самое маленькое. Варваринское водохранилище введено в эксплуатацию в 1956 году. Уровень воды в водохранилище зависит от количества воды, выходящей из Мингечевирского водохранилища. Общая площадь водохранилища — 21,4 км<sup>2</sup>, общий объем воды — 62,7 млн м<sup>3</sup>, полезный объем воды —

50 млн м<sup>3</sup>. Длина водохранилища — 13 км, максимальная ширина — 3,4 км, средняя глубина — 8,2 м, максимальная глубина (в приплотинной части) — 18 м, длина береговой линии — 31 км. Водохранилище расположено на высоте 18 м над уровнем моря (Ахмадзаде, Гашимов 2016). На водохранилище расположена Варваринская ГЭС, состоящая из 3-х гидроагрегатов, общей мощностью 18,5 тыс. кВт. Длина плотины ГЭС — 306 м, высота — 27 м.

В 60-х годах прошлого века И. А. Ахмедов (1971) проводил исследования видового состава, распределения и численности зоопланктона Варваринского водохранилища. Всего было зарегистрировано 59 видов зоопланктона. Позднее зоопланктон водохранилища не изучался. Цель настоящей работы — определение степени загрязнения воды Варваринского водохранилища органическими веществами с помощью биоиндикаторных свойств зоопланктона. Подобные исследования проведены впервые. Варваринское водохранилище в той или иной степени подвержено загрязнению. На основе личных наблюдений отмечено, что основными источниками загрязнения водоема являются бытовые и сельскохозяйственные отходы, а также сточные воды, сбрасываемые из расположенных поблизости населенных пунктов.

## Материалы и методы исследований

Сбор полевого материала проводился посезонно в 2019–2021 гг. Пробы зоопланктона собирали на 9 станциях. Отбор количественных проб производился в вертикальном и горизонтальном направлениях общепринятыми методами (Винберг, Лаврентьева 1982). Для отбора количественных проб в вертикальном направлении были выбраны относительно глубокие участки водоема (13–15 м), в горизонтальном направлении — сеть Апштейна (размер ячеек сита № 77) погружалась в воду на глубину 0,5–1,0 м и протягивалась на расстоянии 5 метров по направлению движения лодки. В прибрежных зонах отбор



**Рис. 1.** Станции отбора проб зоопланктона в Варваринском водохранилище, 28.07.2022.

**Fig. 1.** Zooplankton sampling stations in the Varvara Reservoir, 28 July 2022

проб осуществляли с помощью сети Апштейна, через которую проливали 100 л воды. Температуру воды и воздуха определяли по термометру (Tetra TH Digital и Testo 610), прозрачность воды — по белому диску Секки.

Материалы для определения сапробности собирали 28.07.2022. Исследования проводились на 6 станциях, охватывающих глубины 1,5–2,0 м (рис. 1).

Собранные пробы фиксировали в 5–15% растворе формалина в зависимости от плотности организмов. При количественном учете использовали камеру Богорова. Пробы просматривали как на живом, так и на фиксированном материале под микроскопами OLYMPUS CX 41 RF и NICON SMZ 1270 (Винберг, Лаврентьева 1982). Идентификация видов проводилась по определителям определителям (Рылов 1948; Мануйлова 1964; Смирнов 1971; Кутикова 1970; Боруцкий и др. 1991; Цалолихин 1995; Алексеев, Цалолихин 2010).

Индекс сапробности и валентность видов зоопланктона приведены по литературным источникам (Макрушин 1974; Плотников и др. 2017).

В работе использовали наиболее распространенный метод определения индекса сапробности водоемов с использованием видов-биоиндикаторов (Pantle, Buck 1955) в модификации Сладчека (Sladecsek 1973):

$$S = \frac{\sum sh}{\sum h}$$

$S$  — индекс сапробности,  $s$  — сапробный индекс индикаторного вида,  $h$  — относительная частота встречаемости вида по девятибалльной шкале (Кордэ 1956): 1 — очень редко, 2 — редко, 3 — нередко, 5 — часто, 7 — очень часто, 9 — масса.

### Результаты исследований и их обсуждение

По данным 2019–2021 гг. в зоопланктоне Варваринского водохранилища зарегистрирован 41 вид, из которых 19 видов коловраток, 12 — ветвистоусых и 10 — веслоногих рачков. Отмеченные виды характерны для внутренних водоемов Азербайджана и по происхождению относятся к 3 генетическим группам: бореальной, Понто-Каспийской и эндемичной фауне (Касымов 1972).

По характеру распределения отмеченные виды можно разделить на следующие экологические группы: планктонный (Pl), литоральный (L), фитофильный (Ph), эвритопный (Eut) (табл. 1).

Известно, что видовой состав зоопланктона в водоемах меняется в зависимости от времени года. Формирование весенних, летних, осенних и зимних комплексов зоопланктона зависит от биологических особенностей вида, температуры воды, наличия кормовых объектов и других факторов. Эти комплексы зоопланктона отличаются друг от друга ведущими видами. Закономерно, что наименьшее количество видов приходится на холодные месяцы года, наибольшее — в теплые. С зимних месяцев до летних наблюдается линейный рост числа видов и плотности популяции зоопланктона. Из видов, зарегистрированных в зоопланктоне водохранилища, 20 (*S. pectinata*, *P. vulgaris*, *A. priodonta*, *L. luna*, *B. calyciflorus*, *K. cochlearis*, *D. longispina*, *D. hyalina*, *S. vetulus*, *S. mucronata*, *Ch. sphaericus*, *M. hirsuticornis*, *A. affinis*, *B. longirostris*, *A. acutulobatus*, *M. fuscus*, *M. albidus*, *E. serrulatus*, *P. fimbriatus*, *A. gigas*) встре-

Таблица 1

Видовой состав и показатели сапробности зоопланктона Варваринского водохранилища, 28.07.2022 г.

Table 1

Zooplankton species composition and indicators of saprobity in the Varvara Reservoir, 28 July 2022

No	Номера станций Site No Виды   Species	Местообитание Habitat	Сапробная валентность Saprobic valence	Индекс сапробности Saprobic index (S)	No 1		No 2		No 3		No 4		No 5		No 6	
					h	Sh	h	Sh	h	Sh	h	Sh	h	Sh	h	Sh
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	Eut	o	1.63	—	—	—	—	2	3.26	2	3.26	2	3.26	—	—
2	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	Eut	o-β	1.85	2	3.7	—	—	—	—	—	—	2	3.70	—	—
3	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	Eut	o	1.20	2	2.4	—	—	2	2.4	—	—	—	—	2	3.7
4	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	Pl, Ph	o-β	1.55	2	3.1	—	—	2	3.1	2	3.1	—	—	—	—
5	<i>L. quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	Ph	o-β	—	—	—	2	—	2	—	2	—	2	—	—	—
6	<i>L. lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	Pl	o-β	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
7	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1832)	L	o	1.1	2	2.2	—	—	2	2.2	2	2.2	2	2.2	—	—
8	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	Ph	o	1.23	—	—	2	2.46	—	—	2	2.46	—	—	—	—
9	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	Ph	β	2.00	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	2	4.0
10	<i>B. bennini</i> Leissling, 1924	Pl	β	2.00	2	4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4.0
11	<i>B. falcatus</i> Zacharias 1898	Ph	β	—	2	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—
12	<i>B. diversicornis</i> (Daday, 1883)	Ph	β	2.00	—	—	2	4.0	2	4	—	—	—	—	—	—
13	<i>B. calyciflorus</i> Pallas, 1776	Pl	β-α	2.50	2	5.0	—	—	2	5.0	—	—	3	7.5	—	—
14	<i>B. angularis</i> Gosse, 1851	Pl	β-α	2.50	—	—	—	—	2	2.5	—	—	—	—	1	2.5

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
16	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	Eut	$\beta$	1.55	2	3.1	—	—	2	3.1	—	—	2	3.1	—	—
17	<i>K. quadrata</i> (Müller, 1786)	Eut	$\alpha$ - $\beta$	1.55	—	—	—	—	2	3.1	—	—	—	—	2	3.1
18	<i>Filina longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	Eut	$\beta$	2.35	1	2.35	—	—	—	—	2	4.7	—	—	2	4.7
19	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	Ph	$\beta$ - $\alpha$	1.80	—	—	2	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Cladocera</b>																
20	<i>Daphnia longispina</i> (Müller, 1776)	Pl	$\beta$	2.00	2	4.0	—	—	2	4.0	—	—	—	—	2	4.0
21	<i>D. hyalina</i> Leydig, 1860	Pl	$\alpha$	1.00	2	2.0	—	—	2	2.0	—	—	—	—	2	2.0
22	<i>Simocephalus vetulus</i> (Müller, 1776)	Ph	$\alpha$ - $\beta$	1.50	1	1.5	—	—	2	3.0	2	3.0	2	3.0	—	—
23	<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	Ph, L	$\beta$ - $\alpha$	2.45	—	—	—	—	2	4.9	—	—	2	4.9	2	4.9
24	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	Ph, L	$\beta$	1.70	1	1.7	—	—	2	3.4	2	3.4	—	—	2	3.4
25	<i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1776)	Ph	$\beta$	2.00	—	—	2	4.0	2	4.0	3	6.0	—	—	—	—
26	<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman & Brady, 1867	Ph	$\beta$	1.75	—	—	2	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—
27	<i>Graptoleberis testudinaria</i> Fischer, 1851)	Ph	$\alpha$ - $\beta$	1.50	—	—	2	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—
28	<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	Ph	$\beta$	1.75	2	3.5	—	—	2	3.5	—	—	3	5.25	3	5.25
29	<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	Ph	$\alpha$	1.20	—	—	2	3.6	—	—	—	—	—	—	1	1.2
30	<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	L, Ph	$\alpha$	1,1	—	—	2	2.2	—	—	—	—	—	—	1	1.1
31	<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	Eut	$\alpha$ - $\beta$	1.55	3	4.65	3	4.65	2	3.1	—	—	—	—	3	4.65
<b>Copepoda</b>																
32	<i>Arctodiaptomus acutulobatus</i> (Sars, 1903)	Pl	$\alpha$ - $\beta$	—	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3	—
33	<i>Macrocylops fuscus</i> (Jurine, 1820)	Ph	$\beta$	2.00	2	4.0	—	—	2	4.0	—	—	2	4.0	—	—
34	<i>M. albidus</i> (Jurine, 1820)	Ph, L	$\beta$	2.00	2	4.0	—	—	2	4.0	2	4.0	—	—	—	—
35	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	Ph	$\alpha$ - $\beta$	1.85	—	—	3	5.55	2	3.7	—	—	2	3.7	—	—

Таблица 1. Окончание  
Table 1. End

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
35	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	Ph	o-β	1.85	—	—	3	5.55	2	3.7	—	—	2	3.7	—	—
36	<i>E. macruroides</i> (Lillgeborg, 1901)	Ph	o	1.00	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	2	2.0
37	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisher, 1853)	E	o	1.25	2	2.5	2	2.5	—	—	—	—	2	2.5	2	2.5
38	<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875	Pl	β	1.38	2	2.76	—	—	2	2.76	—	—	2	2.76	—	—
39	<i>Megacyclops gigas</i> (Claus, 1857)	Pl	β - α	1.5	2	3.0	—	—	2	3	—	—	2	3	2	3.0
40	<i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg, 1853)	Ph, L	o	—	—	—	2	—	—	—	2	—	—	—	2	—
41	<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande, 1890)	Ph	o-β	1.50	2	3.0	3	4.5	2	3.0	—	—	3	4.5	2	3.0
	Сапробность, S Saprobity, S					1.46		1.32		1.55		1.28		1.61		1.41

Примечание: «—» — данных нет. Местообитание: Pl — планктонный, L — литоральный, Ph — фитофильный, Eut — эвритопный. Сапробная валентность: o — олигосапроб, o-β — олиго-бета-мезасапроб, β — бетасапроб, β-α — бета-альфа-мезасапроб.

Note: “—” indicates no available data. Habitat: Pl — plankton, L — littoral, Ph — phytophilou, Eut — eurytopic. Saprobic valence: o — oligo-mesasaprobe, o-β — oligo-beta-mesasaprobe, β — betasaprobe, β-α — beta-alpha-mesasaprobe

чались в течение всего года (круглогодичные). Эти виды также формировали зимний комплекс (январь) зоопланктона. Наряду с видами, отмеченными зимой в зоопланктоне Варваринского водохранилища встречались в апреле: *S. pectinata*, *L. lunaris*, *K. quadrata*, *P. patulus*, *H. mira*, *M. brachiata*, *C. reticulata*, *C. vicinus*, *T. dybowskii*. Также отмечались науплиальные стадии Calanoida и Cyclopoidea. Они образовывали весенний комплекс зоопланктона. По мере повышения температуры воды (+18...22°C), увеличивалось число особей, появлялись stenothermic и теплолюбивые виды: *B. falcatus*, *B. diversicornis*, *F. longiseta*, *S. vetulus*, *S. mucronata*, *M. hirsuticornis*, *G. testudinaria*, *P. aduncus*, *M. gracilis* которые формировали основу зоопланктона. Таким образом, отмечался второй весенний (май) комплекс зоопланктона. В летний период (июнь—

август) в Варваринском водохранилище число теплолюбивых видов — *B. falcatus*, *B. diversicornis*, *F. longiseta*, *S. vetulus*, *S. mucronata*, *M. brachiata*, *C. vicinus*, *M. gracilis*, *T. dybowskii* — наибольшее. В этот период температура воды повышалась до +25...32°C. Виды *S. vetulus*, *S. mucronata*, *M. brachiata*, *T. dybowskii* достигали максимума в своем развитии. Весной и летом в зоопланктоне водохранилища по количеству видов преобладали коловратки (19 видов), по числу и биомассе ветвистоусые и веслоногие рачки. Осенний комплекс зоопланктона состоял из 36 видов. В этот период (сентябрь) температура воды снижалась (+15...20°C) фонообразующими видами становились *S. pectinata*, *P. vulgaris*, *A. priodonta*, *B. calyciflorus*, *K. quadrata*, *D. longispina*, *D. hyalina*, *Ch. sphaericus*, *B. longirostris*, *A. acutulobatus*, *M. albidus* (табл. 1).

**Таблица 2**  
**Численность (числитель, экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (знаменатель, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона Варваринского водохранилища в 2019–2021 гг.**

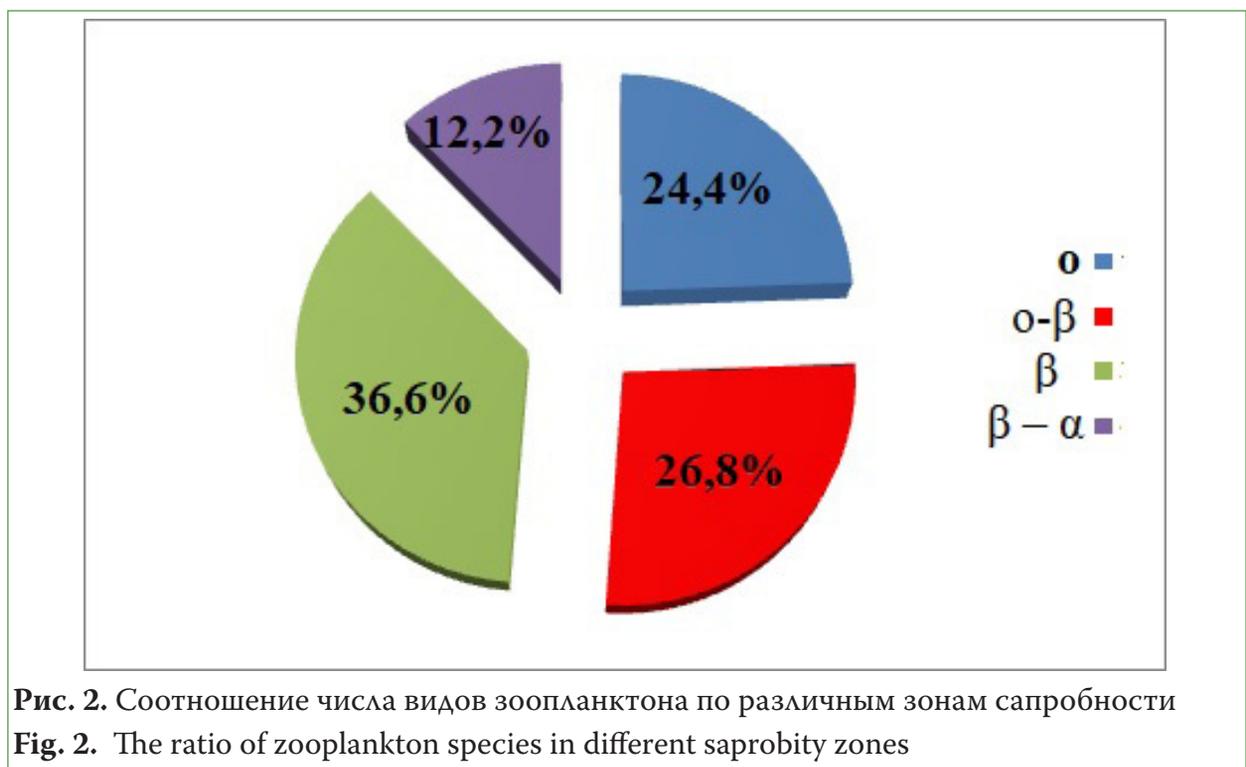
**Table 2**  
**Abundance (numerator, ind./m<sup>3</sup>) and biomass (denominator, mg/m<sup>3</sup>) of zooplankton in the Varvara Reservoir in 2019–2021**

	2019			2020				2021		
	05	07	09	01	04	06	09	01	06	08
<i>Rotatoria</i>	<u>5167</u> 27.52	<u>7934</u> 38.77	<u>2735</u> 17.44	<u>955</u> 7.60	<u>2153</u> 17.74	<u>8520</u> 42.74	<u>2981</u> 20.03	<u>1050</u> 8.29	<u>1938</u> 8.58	<u>1810</u> 5.75
<i>Cladocera</i>	<u>30753</u> 6701.61	<u>5429</u> 1396.31	<u>10661</u> 2542.50	<u>1649</u> 283.38	<u>3246</u> 753.36	<u>6453</u> 1728.28	<u>9859</u> 2552.91	<u>2050</u> 307.93	<u>1457</u> 243.18	<u>2437</u> 421.50
<i>Copepoda</i>	<u>15851</u> 4222.87	<u>6527</u> 1995.30	<u>10115</u> 2979.21	<u>1243</u> 459.06	<u>2814</u> 759.05	<u>10725</u> 3146.06	<u>8022</u> 2257.48	<u>1350</u> 559.38	<u>2359</u> 755.51	<u>1874</u> 641.53
Всего / Total	<u>51771</u> 10952.00	<u>19890</u> 3430.38	<u>23511</u> 5539.15	<u>3847</u> 750.04	<u>8213</u> 1530.15	<u>25698</u> 4917.08	<u>20862</u> 4830.42	<u>4450</u> 875.60	<u>5754</u> 1007.27	<u>6121</u> 1068.78

Количественные показатели зоопланктона. Изменение численности и биомассы зоопланктона Варваринского водохранилища в 2019–2021 гг. представлено в таблице 2. Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона зафиксированы весной 2019 г. (51771 экз./м<sup>3</sup> и 10952,00 мг/м<sup>3</sup>), минимальные — в январе 2020 г. (3847 экз./м<sup>3</sup> и 750,04 мг/м<sup>3</sup>).

Летом (июнь–август) 2019–2021 гг. в зоопланктоне отмечалось 41 вид. Общая численность зоопланктона варьировала в пределах 5754–25698 экз./м<sup>3</sup>, биомасса —

1007,27–4917,08 мг/м<sup>3</sup>. На долю ветвистых рачков приходилось 25,1–39,8% всей численности и 24,1%–40,7% всей биомассы зоопланктона, на долю веслоногих рачков — 30,6–41,7% и 58,2%–75,0% соответственно. Осенью общая численность зоопланктона изменялась в пределах 23511–20862 экз./м<sup>3</sup>, биомасса — 5539,15–4830,42 мг/м<sup>3</sup>. В зимнем зоопланктоне (январь 2020–2021 гг.) отмечено 20 видов. Общая численность зоопланктона соответствовала 3847–4450 экз./м<sup>3</sup>, а его биомасса — 750,04–875,76 мг/м<sup>3</sup> (табл. 2).



**Рис. 2.** Соотношение числа видов зоопланктона по различным зонам сапробности  
**Fig. 2.** The ratio of zooplankton species in different saprobity zones

На основании биоиндикаторных свойств сообществ зоопланктона Варваринского водохранилища определяли качество воды методом Пантле-Бука. Отбор пробы для определения сапробности проводился 28.07.2022 на 6 станциях. Когда материалы собраны, метеоусловия были такие:  $t_{\text{воды}} = +20,8...22,5^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{возд}} = +32...34^{\circ}\text{C}$ , ясно, ветер по шкале Бофорда два балла (1–1,5 м/с), прозрачность — 0,7–1,2 м. Для выделения факторов антропогенного и естественно-го влияния на экосистему водохранилища были предусмотрены исследования в станциях отбора проб, как прилегающих к поселению на берегах водохранилища (село Варвара), так и в тех местах, где присутствие человека носит эпизодический характер.

Виды, отмеченные в водохранилище, сгруппированы по сапробной валентности следующим образом: 24,4% — представители олигосапробной (о) зоны, 26,8% — олиго-бета-мезосапробной зоны (о-β), 36,6% — бета-альфа-мезосапробной (β-α) зоны (табл. 1, рис. 2).

По результатам исследований, 4 станции относятся к олигосапробной зоне ( $S = 1,28–1,46$ ), класс качества воды — II,

воды чистые; 2 станции представляют β-мезосапробную зону ( $S = 1,5–1,61$ ), класс качества воды — III (3а), воды слабо загрязненные.

### Заключение

По данным исследований 2019–2021 гг. в зоопланктоне Варваринского водохранилища зарегистрирован 41 вид (коллекторов 19 видов, 12 — ветвистоусых и 10 — веслоногих рачков). Максимальные количественные показатели зоопланктона отмечались весной 2019 г. (51771 экз./м<sup>3</sup> и 10952,00 мг/м<sup>3</sup>), минимальные — в январе 2020 г. (3847 экз./м<sup>3</sup> и 750,04 мг/м<sup>3</sup>).

Качество воды по видам-индикаторам зоопланктона относилось к классам чистых и умеренно-загрязненных. Показатель индекса сапробности варьировал в пределах, характерных для олиго-бета-мезосапробной зоны (II–III класс чистоты воды). В Варваринском водохранилище не выявлены участки, значительно отличающиеся по степени общего органического загрязнения воды. Наибольшее органическое загрязнение озера наблюдалось в промышленной и рекреационной зонах водоема.

### Литература

- Алексеев, В. Р., Цаллолихин, С. Я. (2010) *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон. Т. 1.* М.; СПб.: КМК, 495 с.
- Андроникова, И. Н. (1996) *Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов.* М: Наука, 189 с.
- Ахмадзаде, А. Ч., Гашимов, А. Ч. (2016) *Мелиорация и водное хозяйство.* Баку: Радиус, с. 392–393.
- Ахмедов, И. А. (1971) *Сравнительная характеристика зоопланктона Мингечаурского и Варваринского водохранилищ. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.* Баку, Институт Зоологии АН АзССР, 20 с.
- Башарова, Н. И. (1995) Зоопланктон и качество воды Иркутского водохранилища. *Водные ресурсы*, т. 22, № 5, с. 602–609.
- Борущкий, Е. В., Степанова, Л. А., Кос, М. С. (1991) *Определитель Calanoida пресных вод СССР.* СПб.: Наука, 504 с.
- Винберг, Г. Г., Лаврентьева, Г. М. (1982) *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция.* Л.: ГосНИОРХ, 33 с.
- Деревенская, О. Ю. (2015) *Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям.* Казань: КФУ, 44 с.
- Калинкина, Н. М., Куликова, Т. П. (2005) Экологические особенности различных видов пресноводного зоопланктона и их толерантность к антропогенному воздействию. В кн.: *Структурно-функциональные особенности биосистем Севера (особи, популяции, сообщества). Материалы конференции. Петрозаводск, 26–30 сентября 2005 г. Ч. 1.* Петрозаводск: ПетрГУ, с. 159–162.
- Касымов, А. Г. (1972) *Пресноводная фауна Кавказа.* Баку: Элм, с. 285.

- Кордэ, Н. В. (1956) Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ). В кн.: *Жизнь пресных вод СССР. Т. 4. Ч. 1.* М.; Л.: АН СССР, с. 383–413.
- Куликова, Т. П., Кустовлянкина, Н. Б., Сярки, М. Т. (1997) *Зоопланктон как компонент экосистемы Онежского озера*. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, с. 109.
- Кутикова, Л. А. (1970) *Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria. Отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida.* Л.: Наука, 744 с.
- Макрушин, А. В. (1974) *Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов индикаторов загрязнения.* Л.: [б. и], 60 с.
- Мануйлова, Е. Ф. (1964) *Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР.* М.; Л.: Наука, 326 с.
- Осипова, О. Ф., Осипов, Д. И., Пряхин, Е. А. (2013) Современное состояние зоопланктона водоёма В-3 Теченского каскада водоемов. *Вестник Челябинского государственного университета*, № 7 (298), с. 195–196.
- Плотников, Г. К., Пескова, Т. Ю., Шкуте, А. и др. (2017) *Сборник классических методов гидробиологических исследований для использования в аквакультуре.* Латвия: Сауле, с. 282.
- Смирнов, Н. Н. (1971) *Судоридеи фауны мира.* Л.: Наука, 531 с.
- Рылов, В. М. (1948) *Судоридеи пресных вод.* М.; Л.: АН СССР, 318 с.
- Цалолихин, С. Я. (1995) *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные. Т. 2.* СПб.: Наука, 629 с.
- Pantle, F., Buck, H. (1955) Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, vol. 96, no. 18, pp. 1–604.
- Sladeczek, V. (1973) System of water quality from the biological point of view. *Advances in Limnology*, vol. 7, no. 1, pp. 1–218.

### References

- Akhmadzade, A. Ch., Gashimov, A. Ch. (2016) *Melioratsiya i vodnoe khozyajstvo [Land reclamation and water management]*. Baku: Radius Publ., pp. 392–393. (In Azerbaijani)
- Akhmedov, I. A. (1971) *Sravnitel'naya kharakteristika zooplanktona Mingechevskogo i Varvarinskogo vodokhranilishch [Comparative characteristics of the zooplankton of the Mingechevir and Varvara reservoirs]. Extended abstract of PhD dissertation (Biology).* Baku, Institute of Zoology Academy of Science Azerbaijan SSR, 20 p. (In Russian)
- Alekseev, V. R., Tsalolikhin, S. Ya. (2010) *Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropejskoj Rossii. Zooplankton. T. 1 [Key to zooplankton and zoobenthos in fresh waters of European Russia. Zooplankton. Vol. 1].* Moscow; Saint Petersburg: KMK Scientific Press, 495 p. (In Russian)
- Andronikova, I. N. (1996) *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov [Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types.]* Moscow: Nauka Publ., 189 p. (In Russian)
- Basharova, N. I. (1995) Zooplankton i kachestvo vody Irkutskogo vodokhranilishcha. [Zooplankton and water quality of the Irkutsk reservoir]. *Vodnye resursy*, vol. 22, no. 5, pp. 602–609. (In Russian)
- Borutskij, E. V., Stepanova, L. A., Kos, M. S. (1991) *Opredelitel' Calanoida presnykh vod SSSR [Key to Calanoida of fresh waters of the USSR]*. Saint Petersburg: Nauka Publ., 504 p. (In Russian)
- Derevenskaya, O. Yu. (2015) *Metody otsenki kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam [Methods for assessing water quality by hydrobiological indicators]*. Kazan: Kazan Federal University Publ., 44 p. (In Russian)
- Kalinkina, N. M., Kulikova, T. P. (2005) *Ekologicheskie osobennosti razlichnykh vidov presnovodnogo zooplanktona i ikh tolerantnost' k antropogennomu vozdeystviyu [Ecological features of various species of freshwater zooplankton and their tolerance to anthropogenic impact]*. In: *Strukturno-funktsional'nye osobennosti biosistem Severa (osobi, populyatsii, soobshchestva). Materialy konferentsii. Petrozavodsk, 26–30 sentyabrya 2005 g. Ch. 1. [Structural and functional features of biosystems of the North (individuals, populations, communities). Proceedings of the Conference. Petrozavodsk, 26–30 September 2005. Pt. 1].* Petrozavodsk: Petrozavodsk State University Publ., pp. 159–162. (In Russian)
- Kasymov, A. G. (1972) *Presnovodnaya fauna Kavkaza [Freshwater fauna of the Caucasus]*. Baku: Elm Publ., 285 p. (In Russian)
- Korde, N. V. (1956) *Metodika biologicheskogo izucheniya donnykh otlozhenij ozer (polevaya rabota i biologicheskij analiz) [Methods of biological study of bottom sediments of lakes (field work and biological analysis)]*. In: *Zhizn' presnykh vod SSSR. T. 4. Ch. 1 [Life of fresh waters of the USSR. Vol. 4. Pt. 1].* Moscow; Leningrad: Academy of Science of the USSR Publ., pp. 383–413 (In Russian)

- Kulikova, T. P., Kustovlyankina, N. B., Syarki, M. T. (1997) *Zooplankton kak komponent ekosistemy Onezhskogo ozera [Zooplankton as a component of the Lake Onega ecosystem]*. Petrozavodsk: Karelian Research Center of Russian Academy of Science Publ., 109 p. (In Russian)
- Kutikova, L. A. (1970) *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria). Podklass Eurotatoria. Otryady Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida [Rotifers of the fauna of the USSR (Rotatoria). Subclass Eurotatoria. Orders Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida]*. Leningrad: Nauka Publ., 744 p. (In Russian)
- Makrushin, A. V. (1974) *Bibliograficheskij ukazatel' po teme "Biologicheskij analiz kachestva vod" s prilozheniem spiska organizmov indikatorov zagryazneniya [Bibliographic index on the topic "Biological analysis of water quality" with a list of pollution indicator organisms]*. Leningrad: [s. n.], 60 p. (In Russian)
- Manujlova, E. F. (1964) *Vetvistousye rachki fauny SSSR [Cladocerans of the fauna of the USSR]*. Moscow; Leningrad: Nauka Publ., 326 p. (In Russian)
- Osipova, O. F., Osipov, D. I., Pryakhin, E. A. (2013) *Sovremennoe sostoyanie zooplanktona vodoyoma V-3 Techenskogo kaskada vodoemov [The current state of the zooplankton of the V-3 reservoir of the Techa cascade of reservoirs]*. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of the Chelyabinsk State University. University*, no. 7 (298), pp. 195–196. (In Russian)
- Pantle, F., Buck, H. (1955) *Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas und Wasserfach*, vol. 96, no. 18, pp. 1–604. (In German)
- Plotnikov, G. K., Peskova, T. Yu., Shkute, A. et al. (2017) *Sbornikklassicheskikh metodov gidrobiologicheskikh issledovaniy dlya ispol'zovaniya v akvakul'ture [Collection of classical hydrobiological research methods for use in aquaculture]*. Latvia: Saule Publ., 282 p. (In Russian)
- Rylov, V. M. (1948) *Cyclopoida presnykh vod [Cyclopoida of fresh waters]*. Moscow; Leningrad: Academy of Science of the USSR Publ., 318 p. (In Russian)
- Sladeczek, V. (1973) *System of water quality from the biological point of view. Advances in Limnology*, vol. 7, no. 1, pp. 1–218. (In English)
- Smirnov, N. N. (1971) *Chydoridae fauny mira. [Chydoridae fauna of the world]*. Leningrad: Nauka Publ., 531 p. (In Russian)
- Tsalolikhin, S. Ya. (1995) *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. Rakoobraznye. T. 2 [Key to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories. Crustaceans. Vol. 2]*. Saint Petersburg: Nauka Publ., 629 p. (In Russian)
- Vinberg, G. G., Lavrent'eva, G. M. (1982) *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiya [Guidelines for the collection and processing of materials for hydrobiological studies on freshwater reservoirs. Zooplankton and its production]*. Leningrad: State Research Institute on Lake and River Fisheries Publ., 33 p. (In Russian)

**Для цитирования:** Таптыгова, К. А. (2023) Зоопланктон как индикатор качества воды в Варваринском водохранилище. *Амурский зоологический журнал*, т. XV, № 3, с. 549–558. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-549-558>

**Получена** 21 апреля 2023; прошла рецензирование 16 июня 2023; принята 18 июня 2023.

**For citation:** Taptigova, K. A. (2023) Zooplankton as an indicator of water quality in the Varvara Reservoir. *Amurian Zoological Journal*, vol. XV, no. 3, pp. 549–558. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-549-558>

**Received** 21 April 2023; reviewed 16 June 2023; accepted 18 June 2023.