



УДК 574.583

**ВИДОВАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА
ПЕЛАГИАЛИ И ЛИТОРАЛИ ОЗЕРА ГОЛОВКОВСКОЕ
(ПО ДАННЫМ 2024 г.)**

Сарапкин Александр Юрьевич, студент 4-го курса, лаборант научно-исследовательской лаборатории водных экосистем кафедры экологии
Института биологии и биомедицины

Гаврилко Дмитрий Евгеньевич, к.б.н., доцент кафедры экологии, заведующий научно-исследовательской лабораторией водных экосистем кафедры экологии
Института биологии и биомедицины

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-74-00016,
<https://rscf.ru/project/24-74-00016/>*

*Аннотация. Исследование зоопланктонных сообществ озера Головковское (Нижний Новгород, 2024 г.), мелкого эвтрофного водоема с низкой прозрачностью, показало наличие 86 видов зоопланктона (55 коловраток, 22 ветвистоусых и 9 веслоногих ракообразных). Литораль отличалась большим видовым богатством зоопланктона по сравнению с пелагиалью благодаря наличию зарослей высшей водной растительности. В зоопланктоне преобладали типичные для водоемов Европейской части России виды. Однако были отмечены редкие виды кладоцер *Eurycercus macracanthus* и *Simoccephalus congener* и вид-вселенец коловратка – *Kellicottia bostoniensis*. Видовое богатство и общая биомасса зоопланктона были ниже в открытой воде. Численность кладоцер была выше в зарослях кувшинки, тогда как численность копепод – в зарослях хвоща. Наиболее значимым фактором, влияющим на видовую структуру зоопланктона (70,35% дисперсии), был тип биотопа.*

Ключевые слова: коловратки, ветвистоусые ракообразные, веслоногие ракообразные, макрофиты, Нижний Новгород.

Озера – ключевые компоненты пресноводных экосистем, поддерживающие биоразнообразие и предоставляющие важные экологические услуги [1]. Зоопланктон, занимающий центральное место в трофической сети, выступает как чувствительный индикатор состояния водной среды, отражая изменения в структуре и функционировании озерных сообществ [2]. Видовой состав и структура зоопланктонных сообществ тесно связаны с абиотическими и биотическими факторами, такими как трофический статус, глубина, прозрачность и хищничество [3].

В условиях глобальных климатических изменений и антропогенного воздействия, изучение зоопланктона приобретает особую актуальность для оценки устойчивости озерных экосистем и прогнозирования их динамики [4]. В частности, эвтрофикация ведет к изменениям видового состава, численности и биомассы зоопланктона, а также к снижению биоразнообразия [5].

Озеро Головковское, расположенное в Сорновском районе города Нижнего Новгорода, представляет собой мелкий эвтрофный водоем, характеризующийся низкой прозрачностью. Естественное эвтрофирование, обусловленное особенностями заболоченного водосбора с высокой нагрузкой органическим веществом, а также мелководность, типичная для таких систем, создают специфические условия для формирования зоопланктонных сообществ [6].

Целью нашей работы была характеристика видовой структуры и пространственного распределения зоопланктонных сообществ в пелагиали и литорали озера Головковское.

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, отобранные при единовременной съемке 27.07.2024 г. Всего было собрано и обработано 18 проб зоопланктона (3 – в пелагиали, 15 – в литорали). В литорали пробы отбирали в зарослях хвоща приречного *Equisetum fluviatile* (L.), кувшинки чисто-белой *Nymphaea candida* (J. Presl & C. Presl) и на краю зарослей в зоне открытой воды. Пробы отбирали мерным ведром, процеживая 25 литров воды через сеть Апштейна. Обработку проб зоопланктона проводили в соответствии с общепринятыми в практике гидробиологических исследований методами [7].

Максимальная глубина озера зафиксирована в центральной его части и составляет 3,1 м, площадь водного зеркала – 142 937 м², объём воды – 260 107 м³. Озеро имеет сильно изрезанную лопастную береговую линию, берега часто представлены сплавиной, акватория озера осложнена низкими топкими островками. Исходя из ландшафтной обстановки (озеро расположено на второй надпойменной террасе, сложенной песками, суглинками и торфом) и специфики рельефа озёрной котловины, имеющей слабые уклоны и близкую к овальной конфигурацию, оз. Головковское имеет суффозионно-просадочное происхождение [8].

За период исследования в зоопланктоне оз. Головковское было идентифицировано 86 видов (Rotifera – 55, Cladocera – 22, Copepoda – 9). В пелагической зоне озера было обнаружено всего 29 видов, из них коловраток – 20, ветвистоусых ракообразных – 6, веслоногих ракообразных – 3. В литоральной зоне было обнаружено всего 85 видов, из них коловраток – 55, ветвистоусых ракообразных – 21, веслоногих ракообразных – 9. Большое число видов в литорали объясняется средообразующей деятельностью высшей водной растительности. Заросли макрофитов создают большое количество экологических ниш и выступают в роли рефугиумов.

Видовой состав зоопланктона озера Головковского в большинстве был представлен широко распространенными в пресных водоемах умеренных широт видами. По зоогеографическому составу фауна зоопланктона являлась типичной для водоемов Европейской части России [9]. Среди идентифицированных видов, был обнаружен один вид-вселенец коловратка – *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), а также редкие ветвистоусые ракообразные: *Eurycercus macracanthus* (Frey, 1973) и *Simocephalus congener* (Koch, 1841).

По экологической приуроченности все найденные виды были разделены на четыре группы: эвритопные, эупланктонные, планкто-бентические, фитофильные. Анализ экологических групп идентифицированных видов зоопланктона показал, что в целом в фауне исследуемого водоема чаще других встречались фитофильные виды, доля которых составила 67,4%. Эупланктонные виды составляли 16,7%, эвритопные – 14,4%, планкто-бентические – 1,5% от общего числа видов.

В свою очередь для каждого пояса макрофитов были выявлены уникальные виды зоопланктона. Анализ биотипической приуроченности показал, что в зарослях хвоща

приречного были найдены следующие виды: *Colurella uncinata* Müller, 1773, *Dissotrocha aculeata* (Ehrenberg, 1832), *Lepadella patella* (Müller, 1773), *Notommata aurita* (Müller, 1786), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925, *Testudinella incisa* (Ternetz, 1892), *Trichocerca weberi* (Jennings, 1903), *Pseudochydorus globosus* Fryer, 1968, *Cryptocyclops bicolor* Sars, 1863, *Paracyclops affinis* Sars, 1863, *Eurycercus macracanthus* (Frey, 1973) и *Simocephalus congener* (Koch, 1841).

В зарослях кувшинки чисто-белой были встречены: *Asplanchna girodi* Guerne, 1888, *Collotheca pelagica* (Rousselet, 1893), *Euchlanis deflexa* Gosse, 1851, *Trichocerca elongata* Gosse, 1886, *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841), *Eucyclops macrurus* Sars, 1863.

Коловратка – *Conochilus unicornis* Rousselet, 1892, была встречена на краю зарослей в открытой воде.

Для выделения сообществ зоопланктона и влияния факторов среды на видовую структуру была построена RDA модель. На построенной по результатам анализа избыточности ординационной диаграмме (рисунок № 1) выделяются три группы станций, которые приурочены к разным типам высшей водной растительности и краю зарослей. Это свидетельствует, что в разных зонах формируются отличающиеся по видовой структуре сообщества зоопланктона.

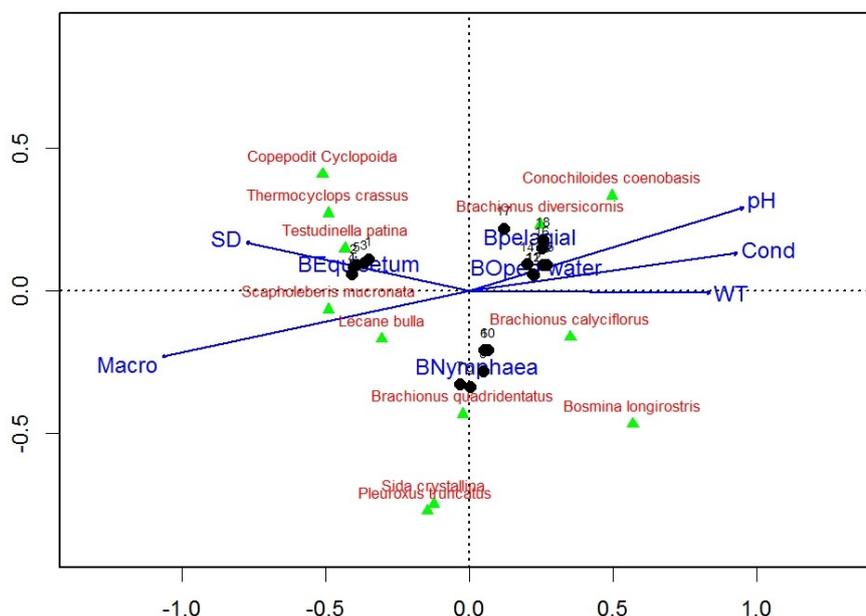


Рис.1. Ординационная диаграмма, построенная по результатам анализа избыточности для проб зоопланктона оз. Головковское (* $p < 0,05$)

Примечание: WT – температура, SD – прозрачность, Cond – электропроводность, Macro – проективное покрытие макрофитов, В – тип биотопа, pH.

Проведенный анализ для каждого отдельного фактора показал, что наибольший вклад в объяснение дисперсии видовой структуры статистически значимо вносили такие параметры как: температура, тип биотопа, прозрачность, проективное покрытие макрофитов и электропроводность (p -value $< 0,05$). Полная модель объясняет 70,35% дисперсии видовой структуры зоопланктона. Статистически значимы являются 3 оси.

Анализ видовой структуры сообществ зоопланктона показал различия в сообществах доминантов (таблица №1)

Таблица №1

Доминанты зоопланктонных сообществ озера Головковское

Показатели	Доминанты	D
Хвощ приречный	Copepodit Cyclopoida	18,4
	Nauplii Copepoda	15,3
	Thermocyclops crassus	12,8

Кувшинка чисто-белая	<i>Bosmina longirostris</i>	27,7
	Nauplii Copepoda	17,7
	<i>Pleuroxus truncatus</i>	11,5
	<i>Sida crystallina</i>	10,0
Открытая вода	Nauplii Copepoda	26,8
	<i>Bosmina longirostris</i>	23,6
	<i>Conochiloides coenobasis</i>	13,7
Пелагиаль	<i>Kellicottia bostoniensis</i>	32,9
	<i>Bosmina longirostris</i>	10,9
	Nauplii Copepoda	10,3

Примечание: D – индекс доминирования.

Видовое богатство и общая биомасса сообществ зоопланктона в зоне открытой воды статистически значимо были ниже, чем в зарослях макрофитов. Общая численность кладоцер в зарослях кувшинки была выше, чем в соседних зонах, а численность копепод ниже, чем в зарослях хвоща. Различий в общей численности зоопланктона и численности коловраток обнаружено не было.

Проведенные исследования показали, что сообщества зоопланктона пелагиали сильно отличались от сообществ в литорали по видовой структуре. Видовая структура зоопланктоценозов литорали сильно различалась между биотопами и зоной открытой воды. Наибольшее влияние на видовую структуру оказывал тип биотопа (наличие различных типов зарослей макрофитов или их отсутствие).

Список литературы:

1. Wetzel, R. G. Limnology: lake and river ecosystems. Academic press. – 2001.
2. Lampert, W., & Sommer, U. Limnology: the ecology of lakes and streams (2nd ed.). Oxford University Press. – 2007.
3. Jeppesen, E., Jensen, J. P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Pedersen, L. J., & Jensen, L. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia*, 342, 151-173. – 1997.
4. Adrian, R., O'Reilly, C. M., Zagarese, H., Baines, S. B., Hessen, D. O., Keller, W., ... & Straile, D. Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography*, 54(6), 2283-2297. – 2009.
5. Smith, V. H. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. *Environmental Science and Pollution Research*, 10(2), 126-139. – 2003.
6. Scheffer, M. Ecology of shallow lakes. Springer Science & Business Media. – 2004.
7. Крылов, А. В., Барышев, И. А., Безматерных, Д. М. [и др.]. Методы гидробиологических исследований внутренних вод / под ред. А. В. Крылова. Борок, Ярославская обл.: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань. – 2024. - 592 с.
8. Асташин, А. Е., Гречкина, С. С., & Пашкин, М. Н. Гидрологические, морфометрические характеристики и генезис оз. Головковское Сормовского района г. Нижнего Новгорода. В кн.: Географическая наука сквозь призму современности: сборник статей по материалам XI Межвузовской научно-практической конференции студентов (с. 5-7). Нижний Новгород: Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина. – 2018 г.
9. Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР / М. Л. Пидгайко; Отв. ред. Г. Г. Винберг. — Москва : Наука, 1984. — 208 с.

SPECIES STRUCTURE OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES IN THE PELAGIC AND LITTORAL ZONES OF GOLOVKOVSKOE LAKE (ACCORDING TO 2024 DATA)

Alexander Y. Sarapkin, Dmitry E. Gavrilko

*Abstract. A study of the zooplankton communities of Lake Golovkovskoye (Nizhny Novgorod, 2024), a small eutrophic water body with low transparency, revealed the presence of 86 zooplankton species (55 rotifers, 22 cladocerans, and 9 copepods). The littoral zone exhibited greater zooplankton species richness compared to the pelagic zone due to the presence of higher aquatic vegetation. The zooplankton was dominated by species typical for water bodies in the European part of Russia. However, rare cladoceran species such as *Eurycercus macracanthus* and *Simocephalus congener*, as well as the alien rotifer species *Kellicottia bostoniensis*, were recorded. Species richness and total zooplankton biomass were lower in open water. Cladoceran abundance was higher in water lily beds, whereas copepod abundance was higher in horsetail beds. The most significant factor affecting zooplankton species structure (70.35% of the variance) was the type of habitat.*

Keywords: rotifers, cladocerans, copepods, macrophytes, Nizhny Novgorod.