



DOI 10.23859/estr-230124

EDN OEWLVC

УДК 591.524.11: 556.51(282.247.211)

Научная статья

Макрозообентос оз. Мунозера на современном этапе

А.И. Сидорова* , А.П. Георгиев 

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, 185030, Россия, г. Петрозаводск, пр. Александра Невского, д. 50

**bolt-nastya@yandex.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования макрозообентоса на водосборе Онежского озера (оз. Мунозеро, Республика Карелия) в летне-осенний период 2017–2022 гг. Средняя биомасса макрозообентоса в литоральной зоне составила 3.6 г/м², в глубоководной части – 2.7 г/м². Средняя численность донных организмов достигала в прибрежной зоне водоема 2.7 тыс. экз./м², в профундали – 1.1 тыс. экз./м². Существенную роль в формировании биомассы макрозообентоса прибрежной зоны озера играли брюхоногие моллюски (34.9%) и равноногие раки (22.4%). В глубоководной части водоема в массе развивались ценные в кормовом отношении амфиподы. Их биомасса составляла 2.7 г/м² (98% от общей) при численности 1 тыс. экз./м² (89.5%); таким образом, они формировали основу кормовой базы рыб в профундали. Основу таксономического богатства макрозообентоса водоема составляли личинки насекомых, главным образом, семейства Chironomidae.

Ключевые слова: биомасса, численность, таксономический состав, донные сообщества

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания № FMEN-2021-0019 Института водных проблем Севера КарНЦ РАН.

ORCID:

А.И. Сидорова, <https://orcid.org/0000-0002-3466-4062>

А.П. Георгиев, <https://orcid.org/0000-0003-0747-3567>

Для цитирования: Сидорова, А.И., Георгиев, А.П., 2024. Макрозообентос оз. Мунозера на современном этапе. *Трансформация экосистем* 7 (4), 174–186. <https://doi.org/10.23859/estr-230124>

Поступила в редакцию: 24.01.2023

Принята к печати: 11.05.2023

Опубликована онлайн: 06.12.2024

DOI 10.23859/estr-230124

EDN OEWLYC

UDC 591.524.11: 556.51(282.247.211)

Article

Current state of macrozoobenthos in Lake Munozero

A.I. Sidorova* , A.P. Georgiev 

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Aleksandr Nevsky ave. 50, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185030 Russia

*bolt-nastya@yandex.ru

Аннотация. The article presents the study results (summer-autumn of 2017–2022) of macrozoobenthos in the Lake Onega basin (Lake Munozero, Republic of Karelia). The average biomass of macrozoobenthos in the littoral zone made up 3.6 g/m², while in the deep-water part of the lake – 2.7 g/m². The average number of benthic organisms in the coastal and profundal zones of the reservoir reached 2.7 and 1.1 thous. ind./m², respectively. Gastropods (34.9%) and isopods (22.4%) played a significant role in the formation of macrozoobenthos biomass in the coastal zone of the lake. In the deep part of the reservoir, amphipods, valuable in terms of food resources, developed in large numbers. With a population of 1 thousand ind./m² (89.5%), their biomass accounted for 2.7 g/m² (98% of the total). Thus, amphipods formed the feed base for fish in the profundal zone. Insect larvae, mainly of the family Chironomidae, provided the taxonomic richness of the lake macrozoobenthos.

Keywords: biomass, abundance, taxonomic composition, benthic communities

Funding. The work was carried out within the State Task No. FMEN-2021-0019 of the Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences.

ORCID:

A.I. Sidorova, <https://orcid.org/0000-0002-3466-4062>

A.P. Georgiev, <https://orcid.org/0000-0003-0747-3567>

To cite this article: Sidorova, A.I., Georgiev, A.P., 2024. Current state of macrozoobenthos in Lake Munozero. *Ecosystem Transformation* 7 (4), 174–186. <https://doi.org/10.23859/estr-230124>

Received: 24.01.2023

Accepted: 11.05.2023

Published online: 06.12.2024

Введение

Прогресс производства и сельского хозяйства в наиболее развитых странах неизбежно приводит к увеличению антропогенной нагрузки на природные ландшафты. Водоемы, являясь аккумулярующими системами, в наибольшей степени испытывают влияние антропогенных факторов (Георгиев и др., 2021). Основная масса исследовательских работ, проводимых в Республике Карелия в настоящее время, нацелена на поиск путей наиболее рациональной организации рыбного хозяйства. По этой причине изучение особенностей кормовой базы рыб было и остается наиважнейшим направлением изучения рыбных ресурсов (Георгиев и др., 2021). Полученные результаты могут использоваться при определении возможных акклиматизационных мероприятий, а также при анализе причин колебания численности и темпа роста рыб. Исследования объектов питания рыб имеют ключевое значение как для эксплуатации имеющихся, так и для создания новых рыбных ресурсов в условиях многофакторного воздействия (Черепанова и др., 2020). Информация об условиях обитания рыб (и в частности о состоянии их кормовой базы и откорма) позволяет определять пути рационального использования природных ресурсов водоемов (Георгиев и др., 2021). Многие рыбы на различных возрастных этапах могут питаться бентосными организмами. В связи с этим мониторинг состояния кормовой базы, в частности макрозообентоса, необходим при характеристике условий формирования и функционирования рыбного сообщества. На крупных водоемах Карелии подобные работы производятся ежегодно и даже посезонно, а на более мелких – гораздо реже. Актуальность гидробиологических мониторинговых работ увеличивается, если малый водоем является источником водоснабжения и водопотребления близлежащих населенных пунктов. Антропогенное воздействие на такие водоемы проявляется намного сильнее и быстрее, нежели на крупных водоемах. Примером подобного водоема может служить оз. Мунозеро, расположенное на водосборе Онежского озера.

Цель работы – оценка таксономического состава и количественных характеристик сообществ макрозообентоса озера Мунозера.

Материалы и методы

Характеристика исследуемого водоема

Озеро Мунозеро (N 62°14' E 33°51') расположено в нижней левобережной части водосбора р. Шуя, в свою очередь принадлежащей к водосбору Онежского озера. Озеро вытянуто с севера на юг. Его общая длина составляет 17.5 км, наибольшая ширина – 1.9 км, средняя ширина – 0.81 км, площадь зеркала – 14.2 км². Средняя глубина озера достигает 14.4 м, максимальная – 50.0 м. Площадь водосбора озера составляет 48.3 км² (Озера Карелии, 2013).

В юго-западной и западной частях водосборной территории озера располагается ряд населенных пунктов, санаторий «Марциальные воды» и сельскохозяйственные угодья. Северная и северо-восточная части бассейна озера и прилегающая акватория входят в состав территории заповедника «Кивач». Озеро используется для водоснабжения, рекреации и сброса сточных вод. Южная и юго-западная части водосбора и акватория озера подвергаются антропогенному воздействию в результате сброса хозяйственно-бытовых сточных вод пос. Марциальные Воды, санаториев «Марциальные воды» и «Дворцы» в систему, сообщаемую с озером, а также стоков с сельскохозяйственно освоенных территорий. В 2003 г. в северо-восточной части акватории озера построена небольшая форелеводческая ферма. Выращивание товарной форели в садках обогащает воду озера органическими остатками корма форели (Сабылина и Икко, 2019).

Озеро находится в верхней части Кончезерской озерно-речной системы (Мунозеро, Пертозеро, Габозеро, Кончезеро, Укшезеро). Кончезерская группа озер входит в число уникальных озер Карелии. Из всех озер этой группы оз. Мунозеро выделяется высокой минерализацией (100 мг/л), малым содержанием органических ($C_{орг} = 2-4$ мг/л) и биогенных веществ. Для его вод характерны низкие величины цветности (20–30 град) и высокие значения прозрачности (4–5 м). По питьевым качествам воды это один из лучших водоемов Карелии (Сабылина и Икко, 2019).

По микробиологическим показателям северо-западный плес водоема можно охарактеризовать как переходный от олиготрофного к мезотрофному (Макарова, 2019). Южный плес характеризуется как мезотрофный (Макарова, 2020).

По показателям планктона пелагическая система характеризуется как олиго-мезотрофная (Фомина и др., 2022). Фитопланктон представлен 147 таксонами альгофлоры рангом ниже рода, принадлежащими к 9 отделам. Определяющими структуру альгоценозов по видовому богатству

и количественному развитию являются представители центрических диатомовых, синезеленых, динофитовых и хлорококковых зеленых, что важно для образования кормовой базы рыб. Средняя численность фитопланктона за 2018 г. в северо-западном плесе достигала значений 492 тыс. кл./л, средняя биомасса – 0.468 г/м³. Средняя численность фитопланктона в южном плесе достигала значений 589 тыс. кл./л, средняя биомасса – 0.459 г/м³. Качество воды в северо-западном и южном плесах по величине индекса сапробности соответствует III классу вод, однако значения биомассы характеризуют оба участка водоема как олиготрофные. Индекс Шеннона, количественные и структурные характеристики фитопланктона различаются в северо-западном и южном плесах; наблюдаемая сезонная динамика не характерна для фитопланктона олиготрофного карельского озера (Сластина, 2021).

Современное состояние зоопланктона по индексу Шеннона–Уивера по биомассе в северо-западном и южном районах водоема соответствуют олиго- и мезотрофному типу озер соответственно (Сярки и Фомина, 2020).

Первые материалы по изучению макрозообентоса оз. Мунозера опубликованы в 1957 г. (Гордеева-Перцева, 1957). Далее Г.В. Никольский (1980) детально изучил таксономический состав донного сообщества. После этого исследования проводились лишь в 2000–2001 гг.; в литературе имеются сведения только по биомассе донных организмов (Куликова и Рябкин, 2008). Более подробные материалы 2005 г. описаны в монографии Н.В. Ильмаста с соавторами (2008).

Методы исследования макрозообентоса

Пробы бентоса оз. Мунозера отбирались в летне-осенний период 2017–2022 гг. в прибрежной и глубоководной зонах водоема. Для сбора количественных проб бентоса использовали автоматический коробчатый дночерпатель (с площадью захвата 0.025 м²). Пробы были отобраны в северо-западном плесе озера на 5 станциях в литоральной (станции М1, М2, М3, М4 с глубиной до 1.5 м) и глубоководной (станция М5, глубина 19 м) зонах (Рис. 1). На каждой станции отбирали по две пробы; после взятия пробы сразу промывали через сито из газа № 23 (размер ячеек 0.333 мм). Отмытые пробы фиксировали 4% формалином. Камеральная обработка проб выполнялась по общепринятым методикам (Методические рекомендации..., 1984; Определитель..., 2016; Панкратова, 1970, 1977, 1983; Полякова, 2007). Выбор организмов из грунта проводился с использованием стереоскопического микроскопа МСП-2 вариант 2 в модифицированной камере Богорова, специально изготовленной для разборки бентосных проб под микроскопом. Видовая идентификация проводилась с использованием микроскопа ЛОМО Микмед-6. Взвешивание организмов проводили в сыром виде с помощью лабораторных аналитических весов ВЛ-124В (точность 0.0001 г).

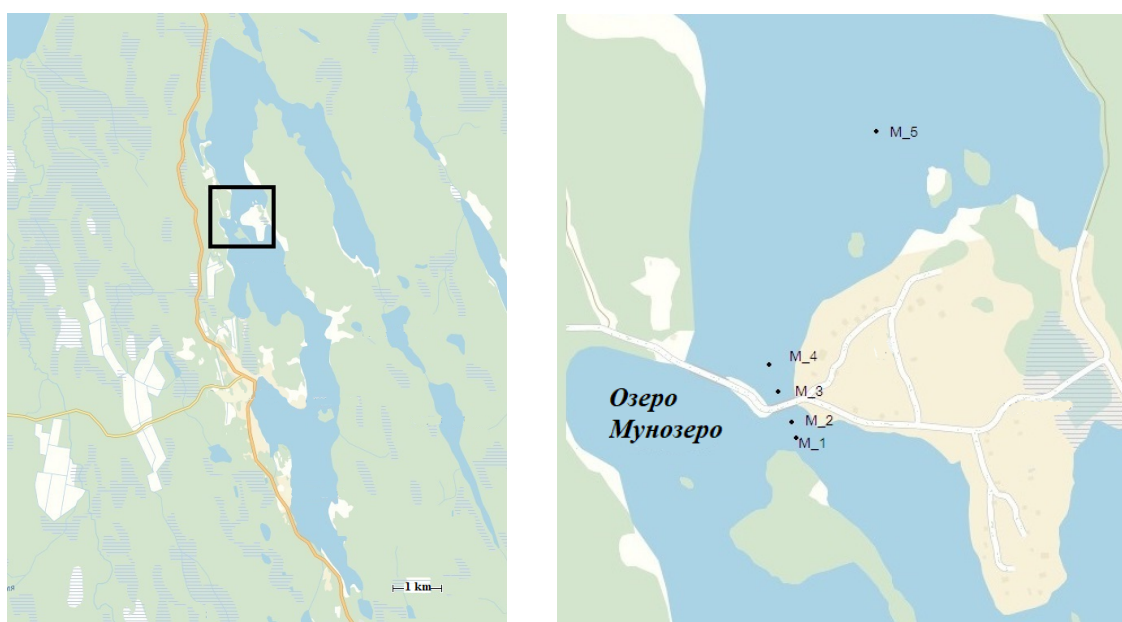


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб макрозообентоса на оз. Мунозере в 2017–2022 гг.

Табл. 1. Таксономический состав и распределение макрозообентоса в прибрежной и глубоководной зонах оз. Мунозера в 1950 и 2017–2022 гг.

№	Вид/таксон	1950 г. (Никольский, 1980)				2017–2022 г. (наши данные)	
		Прибрежная зона	Глубоководная зона	Прибрежная зона	Глубоководная зона	Прибрежная зона	Глубоководная зона
		Oligochaeta					
1	<i>Oligochaeta varia</i>	+	+	–	–	–	–
2	<i>Spirosperma ferox</i> Eisen, 1879	–	–	+	+	+	+
3	<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)	–	–	–	–	+	–
4	<i>Limnodrilus udekemianus</i> Claparede, 1862	–	–	–	–	+	–
5	<i>Stylodrilus heringianus</i> Claparede, 1862	–	–	–	–	+	–
6	<i>Nais simplex</i> Piguët, 1906	–	–	–	–	+	–
		Gastropoda					
7	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–	+	–
8	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–	–	–
9	<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)	+	–	+	–	–	–
10	<i>Lymnaea terebra</i> (Westerlund, 1885)	+	–	+	–	–	–
11	<i>Gyraulus borealis</i> (Loven in Westerlund, 1875)	+	–	+	–	–	–
12	<i>Bathymphalus crassus</i> (Da Costa, 1778)	+	–	+	–	–	–
13	<i>Planorbis complanatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–	–	–
14	<i>Armiger bielzi</i> (Kimakowicz, 1884)	+	–	+	–	–	–
15	<i>Valvata cristata</i> O.F. Müller, 1774	+	–	+	–	–	–
16	<i>Valvata sibirica</i> Middendorff, 1851	+	–	+	–	–	–
17	<i>Amphipeplia glutinosa</i> (O.F. Müller, 1774)	+	–	+	–	–	–
		Bivalvia					
18	<i>Pisidium</i> sp.	+	+	+	+	+	+

№	Вид/таксон	1950 г. (Никольский, 1980)		2017–2022 г. (наши данные)	
		Прибрежная зона	Глубоководная зона	Прибрежная зона	Глубоководная зона
		Amphipoda			
19	<i>Monoporeia affinis</i> (Lindström, 1855)	+	+	+	+
20	<i>Pallaseopsis quadrispinosa</i> (G.O. Sars, 1867)	+	+	+	-
21	<i>Mysis relicta</i> Loven, 1862	+	+	-	-
		Isopoda			
22	<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	-
		Chironomidae			
23	<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer, 1921	+	-	+	-
24	<i>Chironominae</i> gr. <i>genuinae</i> №3 Lipina, 1926	-	-	+	-
25	<i>Procladius</i> sp.	+	+	+	-
26	<i>Limnophyes karelicus</i> (Tshernovskij, 1949)	+	-	+	-
27	<i>Microtendipes</i> gr. <i>chloris</i>	+	-	+	-
28	<i>Psectocladius</i> sp.	-	+	+	-
29	<i>Cricotopus</i> gr. <i>sylvestris</i> Fabricius, 1794	-	-	+	-
30	<i>Micropsectra</i> gr. <i>praecox</i> (Meigen, 1818)	+	-	+	-
31	<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> (Walker, 1856)	-	+	+	-
32	<i>Zavrelia</i> sp.	+	-	+	-
33	<i>Chironomus</i> sp.	-	-	+	-
34	<i>Monodiamesa bathyphila</i> (Kieffer, 1918)	+	+	-	-
35	<i>Orthocladius</i> sp.	+	-	-	-
36	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> Kieffer, 1905	-	+	-	-
37	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lobatifrons</i> Kieffer, 1914	-	+	-	-
38	<i>Cladopelma lateralis</i> (Goetghebuer, 1934)	-	+	-	-
39	<i>Tendipes</i> f.l. <i>semireductus</i> Lenz, 1924	-	+	-	-

№	Вид/таксон	1950 г. (Никольский, 1980)		2017–2022 г. (наши данные)	
		Прибрежная зона	Глубоководная зона	Прибрежная зона	Глубоководная зона
40	<i>Tendipes</i> f.l. <i>plumosus</i> Lenz, 1912	-	+	-	-
41	<i>Sialis</i> sp.	+	-	+	-
42	Coleoptera	+	-	-	-
43	<i>Dytiscus</i> sp.	-	-	+	-
44	Ephemeroptera varia	+	-	-	-
45	<i>Baetis</i> sp. Leach, 1815	-	-	+	-
46	<i>Caenis</i> sp. Stephens, 1835	-	-	+	-
47	Ceratopogonidae varia	-	-	+	-
48	<i>Leucorrhinia</i> sp.	-	-	+	-
49	Trichoptera varia	+	-	-	-
50	<i>Oxyethira</i> sp.	-	-	+	-
51	<i>Ecnomus</i> sp.	-	-	+	-
52	Hydracarina varia	+	-	+	-
53	Nepomorpha varia	+	-	-	-
54	Hirudinea varia	+	-	-	-

Табл. 2. Таксономическая структура, численность и биомасса сообществ макрозообентоса оз. Мунозера.

Таксон	Прибрежная зона				Глубоководная зона			
	Численность		Биомасса		Численность		Биомасса	
	тыс. экз./м ²	доля, %	г/м ²	доля, %	тыс. экз./м ²	доля, %	г/м ²	доля, %
Chironomidae	2.01	73.63	0.39	10.74	0.00	0.00	0.00	0.00
Oligochaeta	0.12	4.40	0.11	3.03	0.06	5.26	0.00	0.15
Gastropoda	0.03	1.10	1.25	34.90	0.00	0.00	0.00	0.00
Bivalvia	0.15	5.31	0.19	5.37	0.06	5.26	0.06	2.12
Ephemeroptera	0.14	5.13	0.19	5.37	0.00	0.00	0.00	0.00
Amphipoda	0.01	0.18	0.00	0.06	1.02	89.47	2.67	97.73
Trichoptera	0.05	1.65	0.08	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Ceratopogonidae	0.03	0.92	0.02	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydracarina	0.01	0.37	0.04	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Isopoda	0.17	6.23	0.80	22.35	0.00	0.00	0.00	0.00
Coleoptera	0.02	0.73	0.04	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Odonata	0.01	0.18	0.03	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00
Megaloptera	0.01	0.18	0.45	12.52	0.00	0.00	0.00	0.00
Итого	2.73	100	3.59	100	1.14	100	2.73	100

Результаты

В зообентосе оз. Мунозера в 2017–2022 гг. нами отмечено 13 таксономических групп беспозвоночных, обычных для водоемов Северо-Запада России: малощетинковые черви (*Oligochaeta*), брюхоногие моллюски (*Gastropoda*), двустворчатые моллюски (*Bivalvia*), бокоплавы (*Amphipoda*), равноногие раки (*Isopoda*), комары-звонцы, или хирономиды (*Chironomidae*), большекрылые (*Megaloptera*), жуки (*Coleoptera*), поденки (*Ephemeroptera*), мокрецы (*Ceratopogonidae*), стрекозы (*Odonata*), ручейники (*Trichoptera*), водяные клещи (*Hydracarina*) (Табл. 1). Водные клопы и пиявки, обнаруженные Никольским в 1980 г. в наших гидробиологических пробах не отмечались.

Основу численности макрозообентоса в прибрежной полосе составили личинки хирономид, в глубоководной – бокоплавы. Также существенную роль по численности в исследуемых пробах играли двустворчатые моллюски, малощетинковые черви, поденки и равноногие раки.

Основу таксономического разнообразия макрозообентоса изученного водоема составляли водные личинки насекомых. В количественном отношении среди всех групп зообентоса доминировали личинки комаров-звонцов, которые не только широко распространены в озере, но вместе с тем достигают довольно большого качественного разнообразия (Табл. 1).

В исследуемых пробах на прибрежных станциях повсеместно встречаются личинки *Procladius* sp., *Micropsectra* gr. *praecox*, *Chironomus* sp., *Psectrocladius* sp., *Polypedilum bicrenatum*, *Cladotanytarsus* gr. *mancus* и *Zavrelia* sp. Редко были отмечены *Chironominae* gr. *genuinae* №3, *Cricotopus* gr. *sylvestris*, *Limnophyes karelicus* и *Microtendipes* gr. *chloris*.

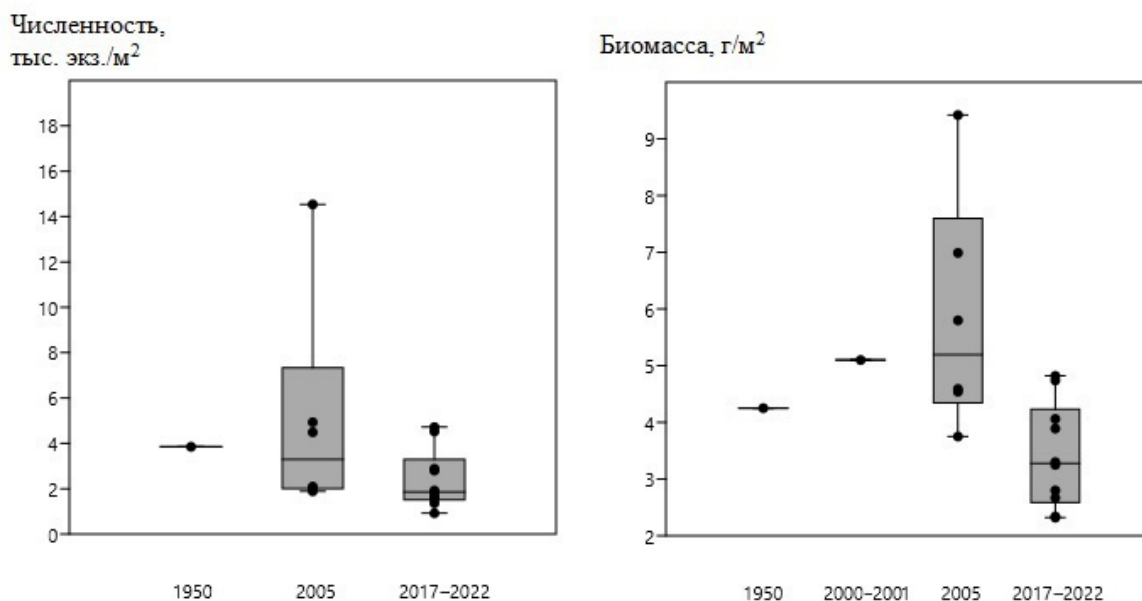


Рис. 2. Динамика численности (тыс. экз./м²) и биомассы (г/м²) макрозообентоса оз. Мунозера с 1950 по 2017–2022 гг. 1950 г – по: Гордеева-Перцева, 1957; 2000–2001 гг. – по: Куликова и Рябинкин, 2008; 2005 г. – по: Ильмаст и др., 2008; 2017–2022 – собственные данные.

Для оз. Мунозера средняя биомасса макрозообентоса в прибрежной зоне составляла 3.6 г/м² (что соответствует среднекормным водоемам); в глубоководной части водоем характеризовался как малокормный со средней биомассой донного ценоза 2.7 г/м².

Основную роль в формировании биомассы макрозообентоса прибрежной зоны озера играли брюхоногие моллюски (34.9%) и равноногие раки (22.4%). Личинки большекрылых насекомых составляли 12.5% всей биомассы, а личинки хирономид – 10.7%.

В глубоководной части водоема наибольшая биомасса отмечена для группы амфипод, где ее величина достигала 2.7 г/м² (98% от общей биомассы макрозообентоса) при численности 1 тыс. экз./м² (89.5% от общей численности макрозообентоса) (Табл. 2).

Обсуждение результатов

В 2000–2001 гг. биомасса донной фауны Мунозера достигала 5.1 г/м². Более 50% численности и свыше 60% общей биомассы составляли реликтовые ракообразные (Куликова и Рябинкин, 2008) (Рис. 2). В октябре 2005 г. биомасса макрозообентоса была равна 5.8 г/м² при численности 4.9 тыс. экз./м² (Ильмаст и др., 2008).

Кроме того, в 1950 г, как и в наших исследованиях, на илистых и илисто-песчаных грунтах озера повсеместно отмечались личинки *Procladius* sp., также встречены *Zavrelia* sp., *Micropsectra* gr. *praecox*, *Microtendipes* gr. *chloris*, *Polypedilum* sp., *Cladotanytarsus* gr. *mancus*. и *Psectocladus* sp. (Гордеева-Перцева, 1957). Высокая частота встречаемости хирономид связана с длинной стадией развития в водной среде, где они проводят большую часть жизненного цикла (Соколова, 1985).

В озере нами отмечено 5 видов олигохет: повсеместно – *Spirosperma ferox*, только в прибрежной части озера – *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus udekemianus*, *Stylodrilus heringianus* и *Nais simplex*. В 1950 г. малощетинковых червей не идентифицировали до видов.

Ракообразные представлены в основном широко распространенными в озере реликтивными рачками *Monoporeia affinis*, *Pallasea quadrispinosa* и *Asellus aquaticus*. В полученных нами пробах макрозообентоса, в отличие от данных Л.И. Гордеевой-Перцевой (1957), не отмечались *Mysis relicta*, что возможно, связано с ее миграциями в толще воды. Из брюхоногих моллюсков в 50% проб был встречен вид *Bithynia tentaculata*. Двустворчатые моллюски представлены в озере родом *Pisidium*.

Выводы

Для оз. Мунозера биомасса макрозообентоса составляла в литоральной зоне 3.6 г/м² или 36 кг/га, в глубоководной части – 2.73 г/м² или 27.3 кг/га, что позволяет отнести его к малокормным водоемам. Средняя численность донных организмов достигала в прибрежной зоне водоема 2.73 тыс. экз./м², в профундали – 1.14 тыс. экз./м².

В изучаемый период в оз. Мунозере было идентифицировано 30 таксонов макрозообентоса разного таксономического ранга. Наиболее богатая и разнообразная фауна макрозообентоса была отмечена в прибрежной части водоема. Здесь отмечены в большом количестве реликтовые рачки *Monoporeia affinis*, из других групп следует отметить двустворчатых моллюсков и редко – малощетинковых червей. Показано, что наиболее богатой зоной в качественном отношении является зона литорали. С глубиной качественный состав донного населения становится более однообразным, особенно в глубоких частях профундали.

Основную роль в формировании биомассы прибрежной зоны озера играли брюхоногие моллюски (34.9%) и равноногие раки (22.4%). Остальные группы макрозообентоса уступали им. Так, личинки большескрылых насекомых составляли 12.5% всей биомассы, личинки хирономид – 10.7%. Представители остальных групп водных беспозвоночных: малощетинковые черви, жуки, поденки и др. – в кормовом обеспечении значения практически не имели и составляли менее 6% биомассы бентоса.

В кормовом отношении следует отметить ценность реликтовых ракообразных в составе макрозообентоса глубоководной части водоема. Амфиподы по величине биомассы (98%) значительно превосходили все другие присутствующие группы донных сообществ, которые составляют основу кормовой базы для ихтиофауны.

Список литературы

- Георгиев, А.П., Широков, В.А., Черепанова, Н.С., Коркин, С.В., 2021. Антропогенное влияние на водные системы Республики Карелия на современном этапе. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство* 1, 14–23.
- Гордеева-Перцева, Л.И., 1957. Гидробиологическая характеристика Мунозера. *Рыбное хозяйство Карелии* 7, 107–117.
- Ильмаст, Н.В., Китаев, С.П., Кучко, Я.А., Павловский, С.А., 2008. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия, 92 с.
- Куликова, Т.П., Рябинкин, А.В., 2008. Фауна водных объектов заповедника «Кивач». *Труды Карельского научного центра РАН. Серия Биогеография* 12, 111–117.
- Макарова, Е.М., 2019. Бактериопланктон северо-западного плеса озера Мунозеро (Республика Карелия). *Водные биоресурсы и среда обитания* 2, 57–65.
- Макарова, Е.М., 2020. Структурно-функциональные особенности бактериопланктона южного плеса оз. Мунозеро (Карелия). *Вестник Нижневартковского государственного университета* 2, 19–25.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция, 1984. Винберг, Г.Г., Лаврентьева, Г.М. (ред.). Гидрометеиздат, Ленинград, СССР, 52 с.
- Никольский, Г.В., 1980. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. Пищевая промышленность, Москва, СССР, 182 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос, 2016. Алексеев, В.А. Цалолихин, С.Я. (ред.). Товарищество научных изданий КМК, Москва – СПб, Россия, 457 с.

- Панкратова, В.Я., 1970. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaadiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Наука, Ленинград, СССР, 344 с.
- Панкратова, В.Я., 1977. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Наука, Ленинград, СССР, 153 с.
- Панкратова, В.Я., 1983. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Наука, Ленинград, СССР, 296 с.
- Полякова, Т.Н., 2007. Рекомендации по оценке состояния экосистем малых водоемов по организмам макрозообентоса. В: Филатов, Н.Н. и др., *Изучение водных объектов и природно-территориальных комплексов Карелии*. КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия, 85–105.
- Сластина, Ю.Л., 2021. Фитопланктон как компонент кормовой базы Мунозера (Бассейн Онежского озера). *Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство* 2, 66–75.
- Соколова, Н. Ю., 1985. Методы расчета продукции хирономид. В: Винберг, Г.Г., Ярушина, М.И. (ред.), *Продукция популяций и сообществ водных организмов и методы ее изучения*. УНЦ АН СССР, Свердловск, СССР, 61–77.
- Сярки, М.Т., Фомина, Ю.Ю., 2020. Современное состояние зоопланктона озера Мунозеро (Республика Карелия). *Трансформация экосистем* 3 (1), 71–78.
- Озера Карелии. Справочник, 2013. Филатов, Н.Н., Кухарев, В.И. (ред.). Карельский научный центр РАН, Петрозаводск, Россия, 464 с.
- Фомина, Ю.Ю., Сярки, М.Т., Сластина, Ю.Л., 2022. Оценка экологического состояния озера Мунозеро (бассейн Онежского озера) по показателям планктона. *Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический* 127, 37–50.
- Черепанова, Н.С., Георгиев, А.П., Горбачев, С.А., Широков, В.А., 2020. Рыбопродукционный потенциал озер Республики Карелия на современном этапе. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство* 2, 59–66.

References

- Cherepanova, N.S., Georgiev, A.P., Gorbachev, S.A., Shirokov, V.A., 2020. Ryboproduktsionnyi potentsial ozer Respubliki Kareliya na sovremennom etape [Fish production potential of the lakes of the Republic of Karelia at the present stage]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo [Vestnik of Astrakhan state technical university. Series: Fishing industry]* 2, 59–66. (In Russian).
- Fomina, Yu.Yu., Syarki, M.T., Slastina, Yu.L., 2022. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya ozera Munozero (bassein Onezhskogo ozera) po pokazatelyam planktona [Assessment of the ecological state of Lake Munozero (Lake Onega basin) based on plankton indicators]. *Byuleten MOIP. Otdel biologicheskii [Bulletin of the Moscow Society of Natural Scientists. Department biological]* 127 (2), 37–50. (In Russian).
- Georgiev, A.P., Shirokov, V.A., Cherepanova, N.S., Korin, S.V., 2021. Antropogennoe vliyanie na vodnye sistemy Respubliki Kareliya na sovremennom etape [Anthropogenic impact on the water systems of the Republic of Karelia at the present stage]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry]* 1, 14–23. (In Russian).

- Gordeeva-Pertseva, L.I., 1957. Gidrobiologicheskaya kharakteristika Munozera [Hydrobiological characteristics of the Munozero]. *Rybnoe khozyaistvo Karelii [Fisheries of Karelia]* 7, 107–117. (In Russian).
- Ilmast, N.V., Kitaev, S.P., Kuchko, Ya.A., Pavlovsky, S.A., 2008. Gidroekologiya raznotipnykh ozer yuzhnoi Karelii [Hydroecology of different types of lakes in southern Karelia]. Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia, 92 p. (In Russian).
- Kulikova, T.P., Ryabinkin, A.V., 2008. Fauna vodnykh ob'ektov zapovednika "Kivach". [Fauna of water bodies of the Kivach Nature Reserve]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN. Seriya Biogeografiya [Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Biogeography Series]* 12, 111–117. (In Russian).
- Makarova, E.M., 2019. Bakterioplankton severo-zapadnogo plesa ozera Munozero (Respublika Kareliya) [Bacterioplankton of the northwestern reach of Lake Munozero (Republic of Karelia)]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources and Habitat]* 2, 57–65. (In Russian).
- Makarova, E.M., 2020. Strukturno-funkcional'nye osobennosti bakterioplanktona yuzhnogo plesa oz. Munozero (Kareliya) [Structural and functional features of bacterioplankton of the southern reach of the lake. Munozero (Karelia)]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Nizhnevartovsk State University]* 2, 19–25. (In Russian).
- Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zoobentos i ego produkciya [Guidelines for the collection and processing of materials for hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zoobenthos and its products], 1984. Vinberg, G.G., Lavrent'eva, G.M. (eds.). Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR, 52 p. (In Russian).
- Nikolsky, G.V., 1980. Struktura vida i zakonomernosti izmenchivosti ryb [Structure of the species and patterns of variability of fish]. Food industry, Moscow, USSR, 182 p. (In Russian).
- Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii. T. 2. Zoobentos [Guide to identifying zooplankton and zoobenthos of fresh water in European Russia. Vol. 2. Zoobenthos], 2016. Alekseev, V.A., Tsalolikhin, S.Ya. (eds.). KMK Scientific Press Ltd, Moscow, Russia, 45 p. (In Russian).
- Ozera Karelii. Spravochnik [Lakes of Karelia. Handbook], 2013. Filatov, N.N., Kukharev, V.I. (eds.). Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia, 464 p. (In Russian).
- Pankratova, V.Ya., 1970. Lichinki i kukolki komarov podsemeistva Orthoclaadiinae fauny SSSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae) [Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamily Orthoclaadiinae of the fauna of the USSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae)]. Nauka, Leningrad, USSR, 344 p. (In Russian).
- Pankratova, V.Ya., 1977. Lichinki i kukolki komarov podsemejstv Podonominae i Tanypodinae fauny SSSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). [Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamilies Podonominae and Tanypodinae of the fauna of the USSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae)]. Nauka, Leningrad, USSR, 153 p. (In Russian).
- Pankratova, V.Ya., 1983. Lichinki i kukolki komarov podsemeistva Chironominae fauny SSSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae) [Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamily Chironominae of the fauna of the USSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae)]. Nauka, Leningrad, USSR, 296 p. (In Russian).

- Polyakova, T.N., 2007. Rekomendatsii po otsenke sostoyaniya ekosistem mal'nykh vodoemov po organizmam makrozoobentosa. Izuchenie vodnykh ob'ektov i prirodno-territorial'nykh kompleksov Karelii [Recommendations for assessing the state of ecosystems of small water bodies by macrozoobenthos organisms. Study of water bodies and natural territorial complexes of Karelia]. Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia, 85–105. (In Russian).
- Slastina, Yu.L., 2021. Fitoplankton kak komponent kormovoi bazy Munozera (Bassein Onezhskogo ozera) [Phytoplankton as a food supply component of Munozero (Lake Onega Basin)]. *Vestnik AGTU. Seriya Rybnoe khoziaistvo* [Vestnik of Astrakhan state technical university. Series: Fishing industry] 2, 66–75. (In Russian).
- Sokolova, N.Yu., 1985. Metody rascheta produktsii khironomid [Methods for calculating the production of chironomid]. In: Vinberg, G.G., Yarushina, M.I. (ed.), *Produktsiya populyatsii i soobshchestv vodnykh organizmov i metody ee izucheniya* [Production of populations and communities of aquatic organisms and methods of its study]. Ural Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR, 61–77. (In Russian).
- Syarki, M.T., Fomina, Yu.Yu., 2020. Sovremennoe sostoyanie zooplanktona ozera Munozero (Respublika Kareliya) [The current state of the zooplankton of Lake Munozero (Republic of Karelia)]. *Ecosystem transformation* 3 (1), 11–18.