

ISSN 1810-9810 (Print)
УДК 574.5

А. Ю. Карпаева, К. В. Мягкова, Е. В. Корзун

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам,
Минск, Беларусь, e-mail: karpaevanastya1@gmail.com, e-mail: myksen@mail.ru,
e-mail: natrrix109@gmail.com*

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕСНОВОДНЫХ ФИТОПЛАНКТОНА И ЗООПЛАНКТОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В РАЙОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «ГОРА ВЕЧЕРНЯЯ»

Аннотация. Изучен таксономический состав и количественные показатели пресноводных фитопланктона и зоопланктона в районе Белорусской антарктической станции «Гора Вечерняя» (БАС). В двух подледных антарктических озерах, расположенных в окрестностях БАС, было выявлено 60 видов фитопланктона. Для них характерна низкая численность и биомасса. Доминирующими по численности и биомассе отделами являются Bacillariophyta и Cyanophyta. Преобладание отдела Cyanophyta связано с большим количеством биогенных элементов в изучаемых озерах. Видовой состав зоопланктона беден и представлен 5 видами коловраток, включающих также неопределяемые до вида особи подкласса Bdelloidea. Выявлена небольшая разница в таксономической структуре зоопланктона исследованных озер.

Ключевые слова: Антарктида, фитопланктон, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса

A. Yu. Karpaeva, K. V. Myagkova, E. V. Korzun

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, Minsk, Belarus,
e-mail: karpaevanastya1@gmail.com, e-mail: myksen@mail.ru
e-mail: natrrix109@gmail.com*

TAXONOMIC COMPOSITION AND QUANTITATIVE INDICATORS OF FRESHWATER PHYTOPLANKTON AND ZOOPLANKTON OF WATER BODIES IN THE AREA OF THE BELARUSIAN ANTARCTIC STATION "MOUNT VECHERNYAYA"

Abstract. The taxonomic composition and quantitative indices of freshwater phytoplankton and zooplankton in the vicinity of the Belarusian Antarctic station "Mount Vechernyaya" were studied. In two subglacial Antarctic lakes 60 phytoplankton species were identified. They are characterised by low abundance and biomass. The dominating by abundance and biomass divisions are Bacillariophyta and Cyanophyta. The predominance of the Cyanophyta division is associated with a large amount of biogenic elements in the studied lakes. The species composition of zooplankton is poor and is represented by 5 species of rotifers, including also indeterminate individuals of the Bdelloidea subclass. A slight difference in the taxonomic structure of zooplankton of the studied lakes was revealed.

Keywords: Antarctica, phytoplankton, zooplankton, species composition, abundance, biomass

А. Ю. Карпаева, К. В. Мягкова, Я. В. Корзун

*Навукова-практычны цэнтр Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па біярэсурсах,
Мінск, Беларусь, e-mail: karpaevanastya1@gmail.com, e-mail: myksen@mail.ru,
e-mail: natrrix109@gmail.com*

ТАКСАНАМІЧНЫ СКЛАД І КОЛЬКАСНЫЯ ПАКАЗЧЫКІ ПРАСНОВОДНЫХ ФІТАПЛАНКТОНУ І ЗААПЛАНКТОНУ ВОДНЫХ АБ'ЕКТАЎ У РАЁНЕ БЕЛАРУСКАЙ АНТАРКТЫЧНАЙ СТАНЦЫІ «ГАРА ВЯЧЭРНЯЯ»

Анотацыя. Вывучаны таксанамічны склад і колькасныя паказчыкі прэснаводных фітапланктону і заапланктону ў раёне Беларускай антарктычнай станцыі «Гара Вячэрняя» (БАС). У двух падледных антарктычных азёрах каля БАС было выяўлена 60 відаў фітапланктону. Для іх характэрна нізкая колькасць і біямаса. Дамінантнымі па колькасці і біямасе былі аддзелы Bacillariophyta і Cyanophyta. Перавага аддзела Cyanophyta звязана з вялікай колькасцю біягенных элементаў у азёрах. Відавы склад заапланктону бедны і прадстаўлены 5 відамі калаўротак, а таксама нявызначаных да віду асобін падкласа Bdelloidea. Выяўлена невялікая розніца ў таксанамічнай структуры заапланктону даследаваных азёр.

Ключавыя словы: Антарктыда, фітапланктон, заапланктон, відавы склад, колькасць, біямаса

Введение. Начало изучения антарктических экосистем белорусскими учеными было положено в период 16-й Советской антарктической экспедиции (САЭ), проходящей с 1970 по 1972 г. Однако несмотря на длительность изучения региона, исследования Антарктиды являются актуальными и по сей день [1].

Биологические антарктические исследования прежде всего направлены на изучение механизмов функционирования наземных и водных экосистем, которые существуют в экстремальных условиях.

© Карпаева А. Ю., Мягкова К. В., Корзун Е. В., 2023

Пониманию этих закономерностей служит изучение пресноводных фитопланктона и зоопланктона как первичных звеньев в экологической цепи.

Материалы и методы. Сбор материала проводился в декабре 2021 г. на двух водоемах вблизи БАС: озеро Нижнее (67,65 656 076° ю. ш., 46,15 944 073° в. д.) и временный водоем-таялка (67,65 698 901° ю. ш., 46,15 651 980° в. д.). Водоемы расположены в понижении рельефа восточнее мыса Доступный оазиса Вечерний. Площадь озера Нижнее составляет около 1,5 га, водоема-таялки – 0,15 га. Максимальная глубина – 6–8 м и 1 м соответственно. Температура воды во время сбора материала в озере Нижнее составляла 1,4 °С, в водоеме-таялке – 3,2 °С.

В течение 15 сезонных экспедиций озеро Нижнее ни разу полностью не освобождалось ото льда. В летний период его толщина составляет 4–5 м. В отдельные годы в январе/феврале возможно появление небольших открытых участков. В то же время, как утверждает М. В. Александров [2], ранее в теплые годы озеро полностью освобождалось ото льда, что зафиксировано в 1967 г. [3].

Отбор проб на станциях производился методом фильтрации через планктонную сеть по 50 и 500 л с поверхностного слоя озер. Пробы фиксировались 96%-ным спиртом. Исходный объем пробы фитопланктона (до концентрирования) составлял 50 л, а для исследования зоопланктона параллельно отбирали пробы объемом 50 и 500 л.

Плотность (численность) фитопланктона определяли счетным методом в камере Фукса-Розенталя объемом 3,2 мл. Просчет численности проводился по всему полю камеры. Количество клеток из-за малой численности выражалось в кл/л. Для большей точности расчет количества клеток производился по формулам:

$$M = \frac{m \cdot 103}{n \cdot V},$$

где M – количество клеток в 1 мл; m – количество просчитанных клеток (сумма); n – количество просчитанных маленьких квадратов камеры; V – объем части камеры, имеющей площадь маленького квадрата;

$$N = \frac{nv_1 \cdot 100}{V_2 \cdot V_3},$$

где N – число клеток в 1 л воды исследуемого водного объекта; n – число клеток, обнаруженных в просчитанных полосах камеры; v_1 – объем концентрата пробы, см³; V_2 – объем воды в просчитанных полосах камеры, см³; V_3 – объем профильтрованной пробы, см³.

По индивидуальным размерам клеток встреченных видов водорослей рассчитывались их объемы методом приравнивания формы клеток к геометрическим фигурам для последующего расчета биомассы. Видовой состав фитопланктона определяли с помощью светового микроскопа фирмы CarlZeiss (модель Axiostarplus) при увеличении $\times 100$, $\times 200$ и $\times 400$.

Для определения видовой состава зоопланктона в качественной пробе использовали микроскоп Leica MZ6 с проходящим светом (увеличение $\times 40$) и микроскоп фирмы CarlZeiss (модель Axiostarplus) при увеличении $\times 10$, $\times 40$ в соответствии с источником [4].

Результаты и их обсуждение. *Фитопланктон.* В результате обработки проб фитопланктона, собранных с 07.12.2021 по 14.12.2021 обнаружено 60 видов водорослей фитопланктона, относящихся к 5 отделам (табл. 1).

Процентное распределение отделов в водоемах варьировало незначительно. В озере Нижнее ведущее место по количеству видов занимали отдел Bacillariophyta – 38 % (20 видов) и отдел Суанопхита – 37 % (19 видов). В водоеме-таялке наблюдались почти такие же процентные значения: на отдел Bacillariophyta приходилось 32 % (13 видов) от общего числа видов, а на отдел Суанопхита – 40 % (16 видов). Значительно меньше встречено Chlorophyta – 11 видов в озере Нижнее и 10 видов в водоеме-таялке. Остальные отделы представлены 1–3 видами (рис. 1). Всего в озере Нижнее идентифицировано 52 вида, в водоеме-таялке – 40 видов.

Согласно литературным сведениям типично антарктическими видами, которые постоянно присутствуют в материалах, являются диатомовые *Thalassiosira antarctica*, *Leptolyngbya antarctica* и *Chlorella antarctica*. Из космополитов наиболее часто встречаются *Melosira granulata* и *Euglena* sp. Кроме того, при таянии льда в планктоне часто появляются пресноводные и солоноватоводные водоросли из родов *Amphora* и *Oscillatoria* [5].

При исследовании фитопланктона Антарктиды было отмечено, что для этой зоны характерна смешанная планктонная флора, состоящая из космополитов, антарктических, арктобореальных и тропических видов, а также бентических, ледовых и пресноводных видов [5].

Т а б л и ц а 1. Перечень видов фитопланктона, зарегистрированного в озере Нижнее и временном водоеме-таялке в декабре 2021 года

Вид	Озеро Нижнее	Водоем-таялка	Вид	Озеро Нижнее	Водоем-таялка
Отдел Суанопфита			Отдел Chlorophyta		
<i>Anabaena planctonica</i> (Brunnthalер) Komárek	+	+	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	+	
<i>Anathece</i> sp.	+	+	<i>Melosira granulate</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+
<i>Aphanocapsa</i> sp.	+	+	<i>Navicula</i> sp.	+	+
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	+	+	<i>Nitzschia</i> sp.	+	
<i>Gloeocapsa magma</i> (Breb.) Kützing	+	+	<i>Nitzschia</i> sp. (2)	+	+
<i>Gloeocapsa</i> sp.	+	+	<i>Fragilaria</i> sp.	+	+
<i>Gloeothece</i> sp.	+	+	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		+
<i>Lyngbya</i> sp.	+		<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	+	
<i>Leptolyngbya</i> sp.	+		<i>Pinnularia</i> sp.	+	+
<i>Leptolyngbya antarctica</i> (W.West & G.S.West) Anagnostidis and Komárek	+	+	<i>Skeletonema subsalsum</i> (Cleve-Euler) Bethge	+	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	+	+	<i>Synedra berolinebsis</i> Lemmermann		+
<i>Microcystis</i> sp.	+	+	<i>Stauroneis</i> sp.	+	
<i>Nostoc commune</i> Vaucher	+	+	<i>Thalassiosira</i> sp.		+
<i>Nostoc</i> sp.	+		Отдел Chlorophyta		
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	+	+	<i>Chlamydomonas</i> sp.	+	+
<i>Schizothrix</i> sp.	+	+	<i>Chlorella antarctica</i> (F.E.Fritsch) Wille	+	
<i>Stigonema minutum</i> Hassall ex Bornet & Flahault	+	+	<i>Coccomyxa</i> sp.	+	
<i>Phormidium</i> sp.	+	+	<i>Granulocystopsis pseudocoronata</i> (Korshikov) Hindák	+	
<i>Phormidium autumnale</i> Gomont.	+		<i>Kirchneriella</i> sp.	+	+
<i>Pseudoanabaena</i> sp.		+	<i>Lobomonas</i> sp.	+	+
Отдел Bacillariophyta			<i>Mougeotia</i> sp.	+	+
<i>Achnanthes</i> sp.	+		<i>Oedogonium microgonium</i> Prescott	+	+
<i>Actinastrum intermedia</i> Lagerheim	+		<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	+	+
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+		<i>Oocystis borgei</i> Snow	+	
<i>Achnantheidium brevipes</i> Ag.	+		<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E. Hegewald		+
<i>Amphora</i> sp.	+	+	<i>Schizochlamys gelatinosa</i> A. Braun		+
<i>Cocconeis</i> sp.	+		<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli		+
<i>Cyclotella</i> sp.	+	+	<i>Tetracystis</i> sp.	+	+
<i>Cymbella</i> sp.	+		Отдел Cryptophyceae		
<i>Diatoma ovale</i> (Fricke) Hust.		+	<i>Cryptomonas</i> sp.	+	
<i>Eunotia</i> sp.	+	+	Отдел Euglenophyta		
<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	<i>Euglena</i> sp.	+	+
			Всего	52	40

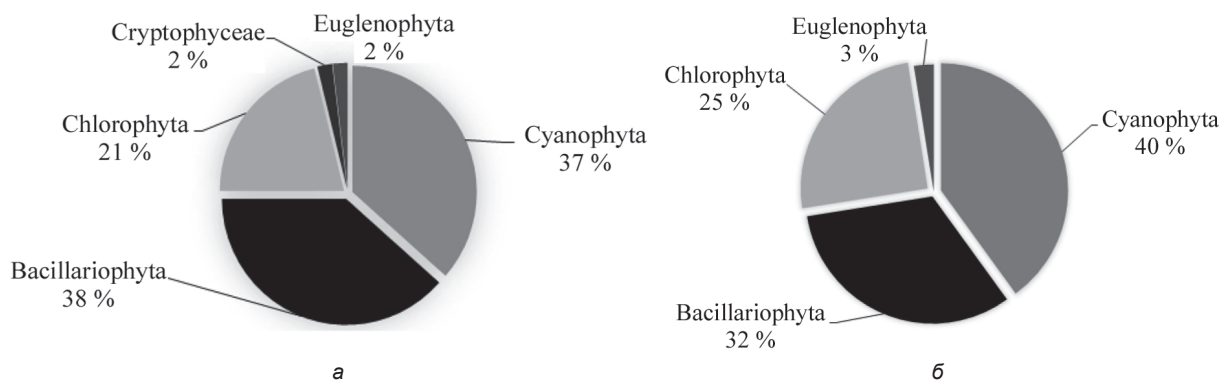


Рис. 1. Таксономическая структура сообщества фитопланктона в озере Нижнее (а) и водоеме-таялке (б) в окрестностях БАС в декабре 2021 г.

Приведенные литературные данные подтверждаются и нашими исследованиями. Так, видовое разнообразие фитопланктона в этот период формировалось в основном за счет представителей диатомовых и некоторых родов отдела цианобактерий. Наиболее разнообразными по количеству видов были диатомовые, принадлежащие к родам *Achnantheidium* (2 вида), *Nitzschia* (2), *Fragilaria* (2), *Pinnularia* (2). Из цианобактерий наибольшим числом видов характеризовались роды *Leptolyngbya* (2), *Phormidium* (2), *Gloeocapsa* (2) и *Nostoc* (2).

По видовому составу фитопланктон в обоих водоемах почти идентичен, однако по значениям численности и биомассы водорослей они существенно различаются. Эти расхождения могут быть объяснены различным количеством биогенных элементов, поступающих в водоемы.

Среднее количество видов в озерах составляет примерно 18 видов. Наибольшее количество зафиксировано в одной из повторностей проб озера Нижнее – 24 вида, наименьшее (12 видов) – в водоеме-таялке.

Средняя численность фитопланктона в декабре в озере Нижнее составила 1 488 кл/л, в водоеме-таялке – 474 кл/л. Общая низкая численность, по всей видимости, может быть связана с влиянием жесткого УФ на флору верхних водных слоев [5], откуда отбирался материал для исследования, а также низких температур воды (до 3,2 °С).

Наибольший вклад в численность фитопланктона в этот период был внесен за счет отделов Cyanophyta и Bacillariophyta. Средняя численность цианобактерий на озере Нижнее составила 1 097 кл/л, для диатомовых – 195 кл/л. В водоеме-таялке эти величины также значительно различались. Численность цианобактерий составила 363 кл/л, диатомовых – 60 кл/л (рис. 2).

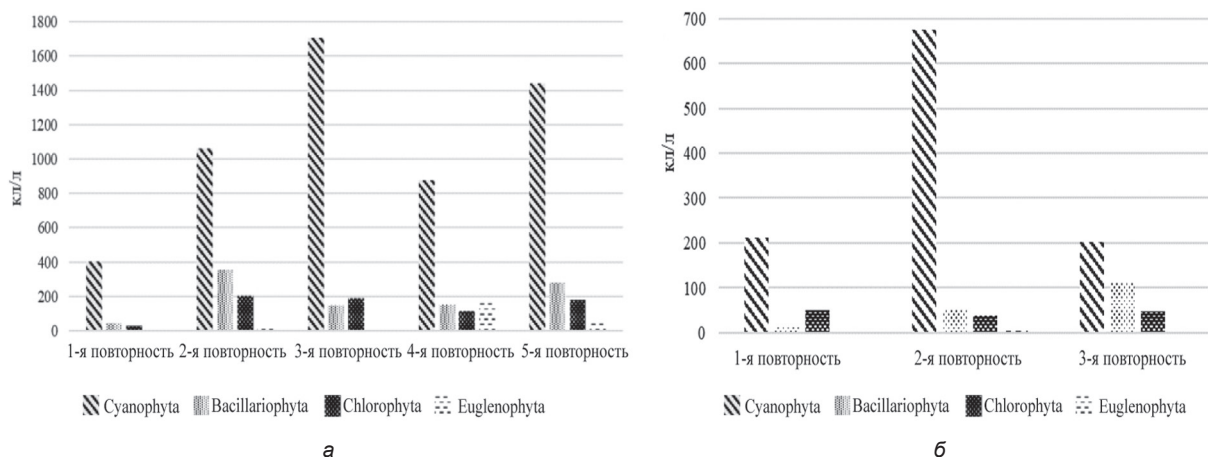


Рис. 2. Численность фитопланктона в озере Нижнее (а) и водоеме-таялке (б) в окрестностях БАС в декабре 2021 г.

Высокая численность отдела Cyanophyta относительно отдела Bacillariophyta связана с большим количеством органических веществ, которые попадали в озеро Нижнее вместе с потоками талых вод. В водоеме-таялке приток органических веществ мог осуществляться при попадании в озеро продуктов жизнедеятельности птиц. Предположение о высоком содержании органики в водоемах подтверждается большой численностью видов из рода *Euglena* в обоих водоемах (рис. 3).

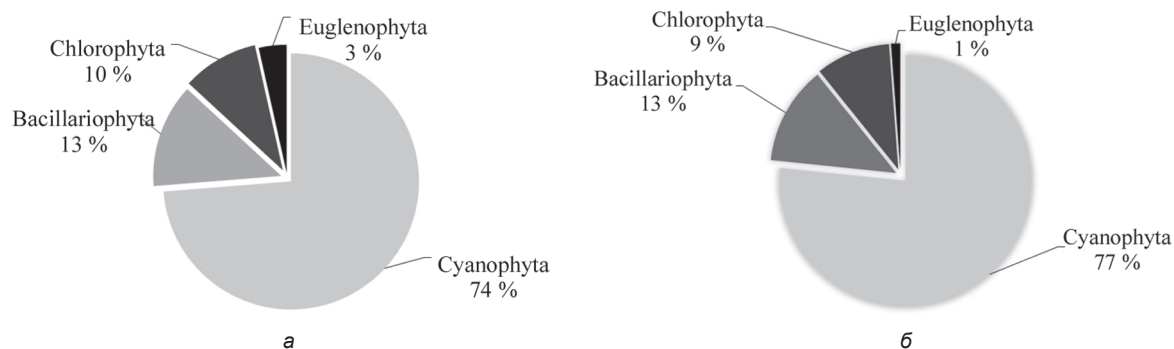


Рис. 3. Соотношение отделов фитопланктона в озере Нижнее (а) и водоеме-таялке (б) по средней численности в декабре 2021 г.

Иные закономерности были характерны для биомассы фитопланктона. В декабре для озера Нижнее она составляла $1\,160 \text{ мг/л} \cdot 10^{-9}$ и $443,49 \text{ мг/л} \cdot 10^{-9}$ – для водоема-таялки.

В основном биомасса поддерживалась за счет отдела диатомовых водорослей, в то время как доля отдела Cyanophyta была несколько ниже (см. рис. 3) В озере Нижнее биомасса отдела Bacillariophyta составила $487,89 \text{ мг/л} \cdot 10^{-9}$ (42 %), в водоеме-таялке – $170,5 \text{ мг/л} \cdot 10^{-9}$ (38 %). Биомасса цианобактерий в озере Нижнее составила $427,1 \text{ мг/л} \cdot 10^{-9}$ (37 %), в водоеме-таялке – $212,2 \text{ мг/л} \cdot 10^{-9}$ (48 %). Примерно одинаковый процент по биомассе приходится на отдел Chlorophyta: для озера Нижнее – 8 %, для водоема-таялки – 10 % (рис. 4).

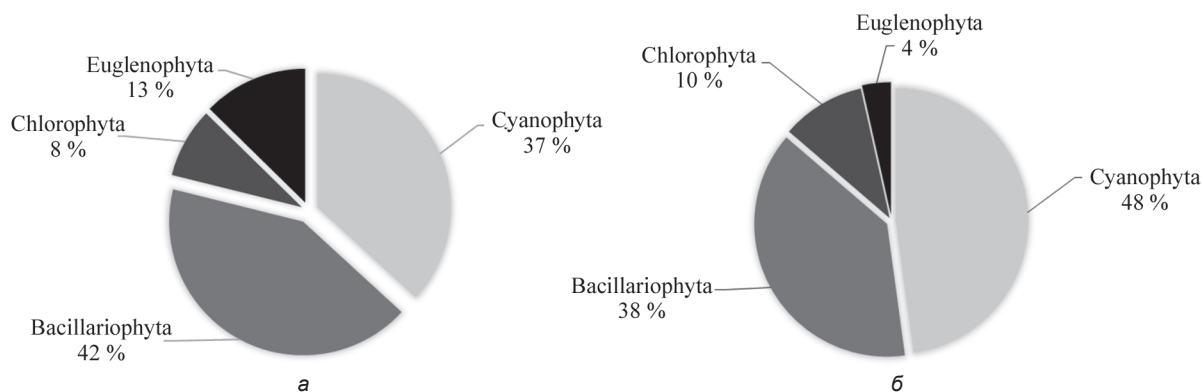


Рис. 4. Соотношение отделов фитопланктона в озере Нижнее (а) и водоеме-таялке (б) по средней биомассе в декабре 2021 г.

Основная биомасса водорослей в декабре складывалась за счет крупных и средних по размерам диатомовых водорослей – *Cyclotella* sp. и *Amphora* sp.

Данные таксономические исследования согласуются с материалами предыдущих работ по фитопланктону пресноводных озер Антарктиды, проведенных З. И. Горельшевой [6].

Зоопланктон. В результате обработки проб зоопланктона, отобранных с 07.12.2021 по 25.12.2021, было обнаружено 4 вида коловраток, а также особи *Bdelloidea* sp., неопределяемые до вида. Ветвистоусые и веслоногие ракообразные в пробах обнаружены не были (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Перечень видов зоопланктона, зарегистрированного в озере Нижнее и в водоеме-таялке в декабре 2021 г.

Вид	Озеро Нижнее	Водоем-таялка
<i>Bdelloidea</i> sp.	+	+
<i>Cephalodella sterea</i> Gosse	+	+
<i>Encentrum martoides</i> Fott	+	
<i>Lepadella patella</i> Müller		+
<i>Keratella</i> sp.	+	

Видовой состав зоопланктона в антарктических озерах не отличается видовым разнообразием. Не было выявлено различия между пробами разного объема профильтрованной воды. В некоторых пробах зоопланктон не обнаружен. Наибольший вклад в сообщество внесли представители подкласса *Bdelloidea*. Кроме того, при воздействии консервантов они сжимались и невозможно было достоверно установить их видовую принадлежность [7].

Ранее были исследованы другие озера оазиса Вечерний, где было выделено 6 видов коловраток, такие как *Bdelloidea* sp., *Collotheca sterea* Gosse, *Collotheca* sp., *Epiphanes senta*, *Lepadella patella* Müller, *Encentrum* sp. [8]. В двух исследованных нами озерах были определены *Cephalodella sterea* Gosse и особи подкласса *Bdelloidea*. Помимо данных видов в озере Нижнее были обнаружены такие виды, как *Encentrum martoides* Fott и *Keratella* sp., а в водоеме-таялке – *Lepadella patella* Müller. В сравнении с ранее проведенными исследованиями в соседних водоемах полученные данные показывают сходную низкую численность зоопланктона [7, 8].

Отметим, что большая часть водоема находилась подо льдом и вода для пробы отбиралась с поверхности. Ввиду этого можно предположить, что весь зоопланктон находился в придонном слое озера, что можно объяснить как некоторым воздействием УФ-лучей, так и наличием пищи для зоопланктона в донных отложениях. Ранее проводились исследования российскими коллегами в других озерах Холмов Тала, которые показали отсутствие планктона в верхних слоях воды (0–5 м) подо

льдом, но были зарегистрированы особи в интегрированных сетных пробах и на поверхности донных осадков [9].

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований в двух подледных антарктических озерах, расположенных в окрестностях БАС, было выявлено 60 видов фитопланктона. Для них были характерны низкая численность и биомасса. Доминирующими по численности и биомассе отделами были диатомовые и цианобактерии. Преобладание отдела Cyanophyta, в данном случае может объясняться большим количеством биогенных элементов. Видовой состав зоопланктона в данных озерах очень беден и представлен 5 видами коловраток, включающих также неопределяемые до вида особи подкласса Bdelloidea. Выявлена небольшая разница в таксономической структуре зоопланктона озер.

Проведенные исследования подтверждают факт необходимости дальнейшего изучения водных антарктических экосистем, необходимых для понимания закономерностей функционирования экосистем в экстремальных условиях.

Список использованных источников

1. Гигиняк, Ю. Г. Комплексные биологические исследования, проводимые белорусскими специалистами в Антарктике / Ю. Г. Гигиняк, О. И. Бородин // Тр. Белорус. гос. ун-та. Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 29.
2. Александров, М. В. Ландшафтная структура и картирование оазисов Земли Эндерби / М. В. Александров. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 152 с.
3. Основные гидрохимические характеристики антарктических озер Холмов Тала / С. В. Какарека [и др.] // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2019. – Т. 65, № 4. – С. 422–437.
4. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск: БГУ, 1999. – 396 с.
5. Чудиновских, Е. С. Состав и распределение фитопланктона в районе украинской антарктической станции «Академик Вернадский» в 2007/2008 гг. / Е. С. Чудиновских // Природная среда Антарктики: современное состояние изученности: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (пос. Нарочь, Респ. Беларусь, 18–21 мая 2016 г.) / ред. совет.: В. Е. Мямин [и др.]. – Минск: Конфидо, 2016. – С. 370.
6. Горельшева, З. И. Таксономическое разнообразие водорослей озерных и наземных экосистем в районах деятельности Белорусских антарктических экспедиций / З. И. Горельшева [и др.] // Мониторинг состояния природной среды Антарктики и обеспечение деятельности национальных экспедиций: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (к. п. Нарочь, 26–29 мая 2014 г.). – Минск: Экоперспектива, 2014. – С. 54.
7. Вежновец, В. В. Заметки по составу зоопланктона озер в районах деятельности белорусских антарктических экспедиций / В. В. Вежновец // Мониторинг состояния природной среды Антарктики и обеспечение деятельности национальных экспедиций: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (к. п. Нарочь, 26–29 мая 2014 г.). – Минск: Экоперспектива, 2014. – С. 126–129.
8. Майсак, Н. Н. Изучение видового состава коловраток (Rotifera) в оазисах Восточной Антарктиды по результатам сборов Белорусской антарктической экспедиции в 2009–2014 гг. / Н. Н. Майсак [и др.] // Природная среда Антарктики: современное состояние изученности: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (пос. Нарочь, Респ. Беларусь, 18–21 мая 2016 г.). – Минск: Конфидо, 2016. – С. 220–225.
9. Шаров, А. Н. Гидрологический и биологический режимы озер Восточной Антарктиды / А. Н. Шаров, А. В. Толстиков // Трансформация экосистем. – 2020. – № 3. – С. 77–86.

Поступила 06.03.2023