

В. В. Вежновец, И. И. Лапука*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь,
e-mail: vezhn47@mail.ru, ilya.lapua@yandex.ru***ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА
В ОЗЕРЕ БАРКОВЩИНА УШАЧСКОГО РАЙОНА БЕЛАРУСИ**

Аннотация. Изучено таксономическое разнообразие, пространственное размещение зоопланктона и зообентоса в озере Барковщина с четким разделением водной толщи по температуре и полным отсутствием кислорода в гипolimнии и наличием здесь токсичного для водной фауны сероводорода. Разнообразие и количественные характеристики обоих сообществ максимальны на малых глубинах, где создаются благоприятные условия для жизнедеятельности, и резко снижаются с увеличением глубины, а в бескислородной и сероводородной зоне достигают своего минимума. Пространственная структура формируется в зависимости от концентрации кислорода и наличия сероводорода. Отсутствие кислорода и наличие сероводорода значительно обедняют водную фауну, что более отчетливо проявляется на бентосных животных.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, видовой состав, глубина, температура, содержание кислорода

V. V. Vezhnavecs, I. I. Lapuka*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources,
Minsk, Belarus, e-mail: vezhn47@mail.ru, ilya.lapua@yandex.ru***SPATIAL DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS IN LAKE BARKOVSHCHINA
USHACHSKY DISTRICT OF BELARUS**

Abstract. The taxonomic diversity, spatial distribution of zooplankton and zoobenthos in Barkovschina lake with clear division of water column by temperature and complete absence of oxygen in hypolimnion and presence of hydrogen sulfide toxic for aquatic fauna here was studied. The diversity and quantitative characteristics of both communities are maximal at shallow depths, where favourable conditions for life activity are created, and decrease sharply with increasing depth, and reach their minimum in the oxygen-free and hydrogen sulphide-free zone. The spatial structure is formed depending on oxygen concentration and presence of hydrogen sulfide. Lack of oxygen and presence of hydrogen sulfide significantly impoverish aquatic fauna, which is more clearly manifested in benthic animals.

Keywords: zooplankton, zoobenthos, species composition, depth, temperature, oxygen content

В. В. Вежновец, И. И. Лапука*Навукова-практычны цэнтр Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па біярэсурсах, Мінск, Беларусь,
e-mail: vezhn47@mail.ru, ilya.lapua@yandex.ru***ПРАСТОРАВАЕ РАЗМЕРКАВАННЕ ЗООПЛАНКТОНУ І ЗООБЕНТАСУ
Ў ВОЗЕРЫ БАРКАЎШЧЫНА ЎШАЦКАГА РАЁНА БЕЛАРУСІ**

Анатацыя. Вывучана таксанамічная разнастайнасць, прасторавае размяшчэнне зоопланктону і зообентасу ў возеры Баркаўшчына з выражаным падзелам воднай тоўшчы на тэмпературу і поўнай адсутнасцю кіслароду ў гіпалімініі і наяўнасцю тут таксічнага для воднай фаўны серавадароду. Разнастайнасць і колькасныя характарыстыкі абедзвюх супольнасцей максімальныя на малой глыбіні, дзе ствараюцца спрыяльныя ўмовы для жыццядзейнасці, і рэзка зніжаюцца з павелічэннем глыбіні, а ў бескіслароднай і серавадароднай зонах дасягаюць свайго мінімуму. Прастаравае структура фарміруецца ў залежнасці ад канцэнтрацыі кіслароду і наяўнасці серавадароду. Адсутнасць кіслароду і наяўнасць серавадароду значна збядняюць водную фаўну, што больш выразна праяўляецца на бентосных жывёлах.

Ключавыя словы: зоопланктон, зообентас, відавы склад, глыбіня, тэмпература, утрыманне кіслароду

Введение. Таксономическая, биоценотическая, трофическая и пространственная структура каждого конкретного водоема формируется и изменяется под влиянием конкретных экологических факторов. Тот или иной тип структуры характерен для определенных типов водоемов. В водных экосистемах видовое разнообразие формируется и поддерживается за счет гетерогенности условий обитания, создающихся также и за счет градиента основных экологических факторов, таких как температура и содержание кислорода в толще воды. В стратифицированных озерах за счет взаимодействий организмов с абиотической и биотической компонентами среды обитания создается и неравномерность в пространственном распределении основных сообществ.

В процессе эволюции и естественного эвтрофирования в озерных экосистемах изменяются основные абиотические условия. При этом в гипolimнии и соответственно в бентали термически стратифицированных озер наблюдается недостаток кислорода или его отсутствие, что приводит к непригодности некоторых зон озер для обитания водных животных. Эти процессы сопровождаются и образованием сероводорода в глубинных слоях озер, который губительно действует на водную фауну. Исследованное озеро Барковщина уникально и характеризуется, кроме отсутствия кислорода в гипolimнии, наличием обширной сероводородной зоны.

Цель работы – оценить влияние основных факторов среды обитания на таксономический состав, обилие и распределение зоопланктона и зообентоса озера Барковщина.

Материал и методы. Озеро Барковщина (Малая Долговщина) находится в Ушачском районе Витебской области Республики Беларусь. Принадлежит к бассейну реки Ушача, расположено в 8 км к югу от г. п. Ушачи, недалеко от села Вашкова, среди леса. Площадь озера составляет 0,16 км² при длине 0,76 и наибольшей ширине 0,3 км. Максимальная глубина – 21,8 м. Высшая водная растительность занимает мелководье и образует полосу шириной от 10 до 250 м [1].

Исследование зообентоса в оз. Барковщина проводили 6 августа 2019 г. Температура воды изменялась от 21,4 у поверхности до 4,4 °C у дна. Толща воды была четко разделена по содержанию кислорода. Содержание растворенного кислорода снижалось до глубины 3,5 м (от 8,86 до 3,2 мг/л), а глубже наблюдалась бескислородная зона (рис. 1) и присутствовал интенсивный запах сероводорода. Важным обстоятельством является тот факт, что в д. Вашково еще в XIX веке была открыта лечебница на минеральных родниках «Барковщина», которые и сегодня являются достопримечательностью. Здесь бьет четыре ключа, два из которых радоновые, один богат железом, а еще один – сероводородом. [2]. Это свидетельствует о том, что сероводородная зона в этом водоеме образуется не только из-за процессов внутренней трансформации органического вещества, но и пополняется из источника, что косвенно подтверждается относительно высокой прозрачностью воды до 3,5 м, характерной для мезотрофных водоемов.

Приведенное четкое распределение температуры и содержания кислорода (рис. 1) создается при слабом перемешивании из-за малой площади и укрытости от ветра. По мнению Б. П. Владова, озеро относится к меромиктическим водоемам.

Исходя из вертикального распределения перечисленных параметров, пробы зообентоса отбирали на восьми станциях разной глубины, а зоопланктона на максимальной глубине. При изучении пространственного распределения зоопланктона использовали фракционные ловы через 5 м глубины количественной замыкающей планктонной сетью с диаметром входного отверстия 25 см и диаметром пор сита около 100 мкм. Пробы консервировали 4 %-ным формалином. Расчеты средней глубины нахождения (H , м) рассчитывали по формуле:

$$H = \sum n \cdot h / \sum n,$$

где n – численность на глубине облова, h – глубина облова.

Измерение температуры и кислорода в толще воды проводили термооксиметром Hanna HI 9143. Прозрачность воды определяли по белому диску Секки. Пробы обрабатывали под бинокулярным микроскопом МБС-9. Уточнение морфологических признаков для идентификации

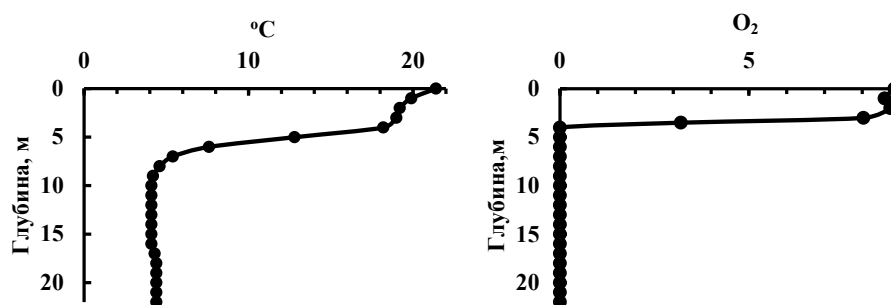


Рис. 1. Вертикальное распределение температуры (°C) и кислорода (O₂) в оз. Барковщина

животных проводили с использованием светового микроскопа проходящего света Jenaval с предельным увеличением $\times 600$ по определителям [3–10]. В основу систематической классификации положена система ITIS (Integrated Taxonomos Information System) (<http://www.itis.gov/>).

Результаты и их обсуждение. Зоопланктон озера состоял из 34 видов и форм (табл. 1), что характерно для такого типа озер. По видовому богатству преобладали коловратки (13 видов) и более 50 % встреченных животных. Относительно слабо представлены веслоногие ракообразные (только 4 вида), больше – ветвистоусые (Cladocera) (7 видов). Из редких видов, не характерных для планктона, был найден у дна мейобентическая форма – гарпактицида *Nitocrella hibernica* (Brady, 1880). На всех глубинах бескислородной зоны в зоопланктоне встречались личинки хаоборид, которые достаточно хорошо переносят условия дефицита кислорода. Из видов-индикаторов повышенной трофности встречены: коловратка *Anuraeopsis fissa fissa* (Gosse, 1851) и ветвистоусый рачек *Bosmina coregoni coregoni* (Baird, 1857). По количеству видов и составу доминирующего комплекса озеро относится к эвтрофным водоемам.

Т а б л и ц а 1. Количество видов и численность зоопланктона в оз. Барковщина

Показатель	Количество видов	%	тыс.экз/м³	%
Rotifera	13	54,2	172,4	61,5
Copepoda	4	16,7	42,7	15,2
Cladocera	7	29,2	65,3	23,3
Всего	24	100,0	280,4	100,0

По встречаемости в планктоне этих видов, а также по величине общей численности 280,4 тыс.экз/м³, озеро относится к эвтрофным, несмотря на высокую величину прозрачности, характерную для мезотрофных озер. Численность коловратки преобладала над ракообразными и составила 61,5 %. Их виды и стали основой доминирующего по численности комплекса в этом озере (табл. 2), в который вошли еще науплиальные стадии развития циклопов и *Daphnia cucullata*. По соотношению численности кладоцера/копепода [11] озеро также можно отнести к эвтрофным.

Т а б л и ц а 2. Доминирующий комплекс видов в оз. Барковщина

Вид	% численности
<i>Filinia major</i> (Colditz, 1914)	26,9
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	12,0
<i>Keratella quadrata</i> (Muller, 1786)	9,0
<i>Cyclopoida nauplii</i>	5,3
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)	9,0

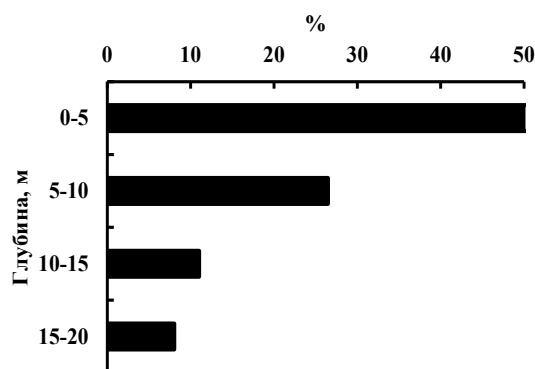


Рис. 2. Вертикальное распределение численности зоопланктона в оз. Барковщина

Распределение зоопланктона по горизонтам зависело от температуры и кислорода, 54 % всего зоопланктона концентрировалось в верхнем 5-метровом слое воды, в котором кислород не лимитировал развитие животных. Остальная часть зоопланктонного сообщества располагалась ниже, постепенно снижая численность с глубиной (рис. 2).

Изменение численности по вертикали у основных групп повторяло общую картину для всего зоопланктона, но отличалось степенью концентрации животных в эпилимнионе. Более равномерно в пространстве были распределены коловратки (рис. 3). В верхнем слое воды их было 38,5 %, и далее ко дну шло постепенное снижение численности.

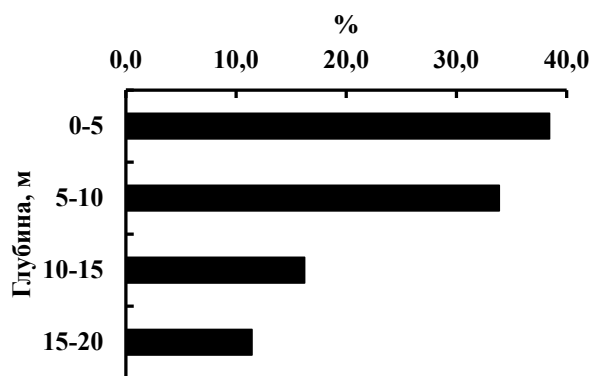


Рис. 3. Вертикальное распределение численности коловраток

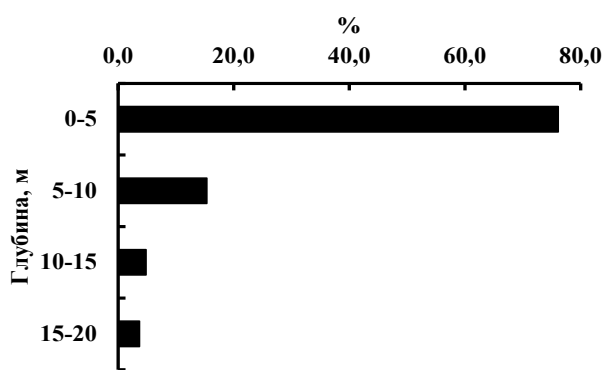


Рис. 4. Распределение веслоногих ракообразных в толще воды оз. Барковщина

На втором месте по избеганию неблагоприятных условий в мета- и гипolimнии стоят веслоногие ракообразные (рис. 4). Их относительная плотность в верхнем слое воды составила 76,1 %.

Наибольшая концентрация до 89,2 % наблюдалась у ветвистоусых ракообразных (рис. 5).

Если сравнивать все три группы по величине средней глубины размещения, то для коловраток эта величина составляет 7,5, копепоид – 4,3, кладоцеры имеют среднюю глубину 3,6 м (табл. 3).

Из коловраток глубже всего находится *Filinia major*, ее средняя глубина размещения в этом озере днем составляет 10,5 м, у поверхности обитает *Ascomorpha ecaudis* – 2,5 м. Из копепоид у дна при полном отсутствии кислорода встретился представитель придонной фауны и интерстициали *Nitocrella hibernica*, остальные виды были в слое 0–5 м. Для ветвистоусых раков *Daphnia longispina* максимальная глубина составляла 6,3, а для доминирующего вида *Daphnia cucullata* средний показатель обитания – 3 м (табл. 3).

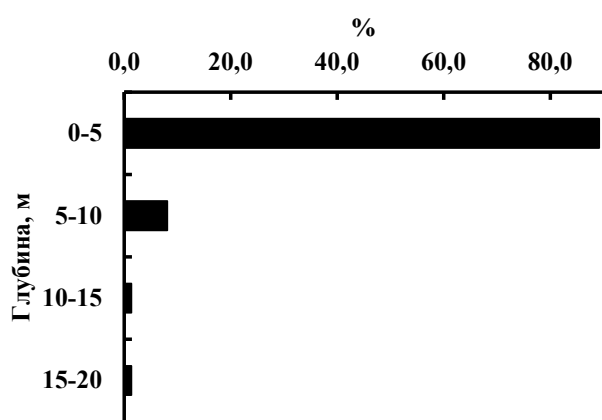


Рис. 5. Вертикальное распределение численности ветвистоусых ракообразных

Таблица 3. Средняя глубина размещения видов в толще воды

Вид	H, м
<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1851)	4,2
<i>Ascomorpha ecaudis</i> (Perty, 1850)	2,5
<i>Ascomorpha saltans</i> (Bartsch, 1870)	5,0
<i>Asplanchna priodonta priodonta</i> (Gosse, 1850)	5,6
<i>Collotheca pelagica</i> (Rousselet, 1893)	2,5
<i>Filinia major</i> (Colditz, 1914)	10,5
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	4,8
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	5,1
<i>Keratella quadrata</i> (Muller, 1786)	5,8
<i>Polyarthra dolichoptera dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	8,0
<i>Polyarthra major</i> (Burckhardt, 1900)	4,2
<i>Polyarthra remata</i> (Skorikov, 1896)	5,6
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	6,8

Вид	H, м
Среднее для Rotifera	7,5
<i>Cyclopoida nauplii</i>	5,4
<i>Cyclopoida copepodit</i>	4,3
<i>Diaptomus nauplii</i>	4,0
<i>Diaptomus copepodit</i>	2,6
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	2,8
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	4,1
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	3,2
<i>Nitocrella hibernica</i> (Brady, 1880)	17,5
Среднее для Copepoda	4,3
<i>Bosmina coregoni coregoni</i> (Baird, 1857)	3,1
<i>Ceriodaphnia quadrangula hamata</i> (Sars, 1862)	5,3
<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	4,2
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)	3,0
<i>Daphnia galeata</i> (Sars, 1863)	5,4
<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Muller, 1785)	6,3
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> (Lievin, 1848)	3,2
Среднее для Cladocera	3,6
Rotifera+Copepoda+ Cladocera	6,1

Из приведенных в таблице видов только коловратка *Filinia major* размещалась относительно глубже других видов. Этот вид образовывал максимум в слое 5–10 м, что свидетельствует о его способности переносить низкое содержание кислорода и наличие сероводорода. Сходное распределение этого вида нами наблюдалось в восточном заливе оз. Северный Волос, где этот вид занимал глубину от 10 до 18 м при наличии сероводорода. В целом следует отметить отсутствие в зоопланктоне холодолюбивых видов, способных развиваться при низкой температуре в гипolimнионе, но при достаточном количестве кислорода. Обычно в таких условиях развиваются веслоногие ракообразные рода *Cyclops*, а в менее трофных водах – реликтовые ракообразные [12].

Таким образом, зоопланктон в оз. Барковщина распределяется в озере по глубинам крайне неравномерно. При отсутствии кислорода в нижележащих слоях основная масса приурочена к верхнему эпилимниальному слою. Вертикальное распределение основных групп неодинаково, коловратки более равномерно распределены по вертикали, чем ракообразные. Все ракообразные сконцентрированы в более аэрируемых верхних слоях воды, при этом наибольшая агрегированность животных наблюдается у ветвистоусых.

Зообентос. Видовое богатство зообентоса было представлено 35 таксонами от вида и выше. Если сравнивать с мезотрофным оз. Сита, где пробы отбирались в тот же период, то количество таксонов в оз. Сито было 47, что на 12 таксонов больше. Наибольшим количеством были отмечены представители отряда двукрылых – 12 таксонов.

Наиболее распространенный показатель значимости вида в сообществе – его встречаемость (P , %). При этом различают абсолютную встречаемость – отношение количества проб, в которых обнаружен данный таксон, к общему количеству проб, и относительную встречаемость – отношение абсолютной встречаемости к сумме регистраций всех таксонов биоценоза. Наиболее часто употребляется следующая шкала встречаемости: константные таксоны – встречаемость более 50 %, второстепенные – 25–50 %, случайные – менее 25 % [13]. Константный таксон в данном озере был только один: *Chaoborus crystallinus* (De Geer, 1776) (63 %). Второстепенных было 9 таксонов: *Oligochaeta gen. spp.*, *Polypedilum nubeculosum* (Meigen, 1804) – 38 %; *Viviparus viviparus* (Linnaeus 1758), *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767), *Caenis horaria* (Linnaeus, 1758), *Chironomus gr. plumosus* (Meigen, 1830), *Cladotanytarsus mancus* (Walker, 1856), *Dicrotendipes*

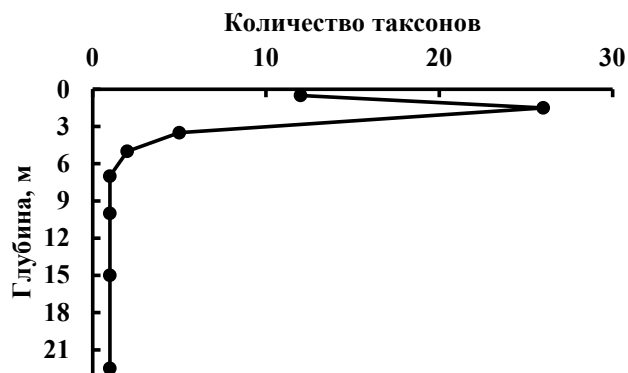


Рис. 6. Изменение видового богатства зообентоса по глубинам

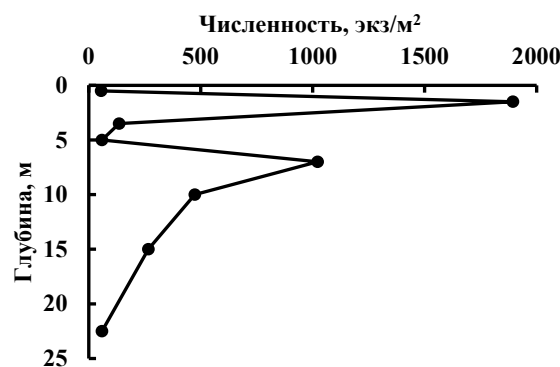


Рис. 7. Распределение численности зообентоса по глубинам

nervosus (Staeger, 1839), *Procladius* sp. – 25 %. Остальные таксоны относятся к случайным. Из полученных данных видно, что наибольшей значимостью в связи с недостатком кислорода обладают некоторые представители двукрылых и олигохеты, которые могут переносить дефицит кислорода. Максимальное количество было на глубине 1,5 м (26); минимальное (1) располагалось от 7 до 22,5 м (рис. 6), здесь зарегистрирован только *Chaoborus crystallinus*.

На рис. 6 видно, что после глубины 1,5 м, где было отмечено максимальное количество таксонов, идет постепенное снижение количества зарегистрированных таксонов. Снижение видового богатства имеет прямую зависимость как от количества растворенного кислорода ($r = 0,9$; $p \leq 0,01$), так и от температуры воды ($r = 0,73$; $p \leq 0,05$).

Численность зообентоса в оз. Барковщина колебалась от 56 до 1881,5 экз./м², при средней численности 499,6 экз./м² (рис. 7), согласно О. Ф. Якушко, озеро относится к эвтрофному типу [14].

Распределение численности, как и количества таксонов по глубинам, шло от прибрежья до глубины 1,5 м. Далее численность снижалась с достаточно большим всплеском на глубине 7 м, который обусловлен обильным развитием личинок отряда двукрылых (Diptera).

В литоральной зоне зарегистрированы представители отряда стрекоз (*Erythromma* sp. – 12 экз./м²) и семейства хирономид (*Cladotanytarsus mancus* и *Dicrotendipes nervosus* – по 10 экз./м²). Данные таксоны являются обычными обитателями литоральной зоны [15,16], что и объясняет их встречаемость и относительно других таксонов высокую численность. Максимум плотности на 1,5 м частично обусловлен развитием двусторчатого *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), который составил на этой глубине треть численности зообентоса – 592,6 экз./м². Вторым по численности таксоном являлся *Olygochaeta* sp. – 266,7 экз./м². Эта глубина характеризовалась самым большим видовым разнообразием и около 50 % численности равномерно распределялась между личинками хирономид (*Dicrotendipes nervosus* – 103,7 экз./м², *Fleuria lacustris* (Kieffer, 1924) – 118,5 экз./м²), ракообразных *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) – 192,6 экз./м²) и др. таксонами. На глубине 3,5 м, как и в прибрежной зоне, доминировали представители олигохет (*Olygochaeta* sp. – 44,4 экз./м²) и хирономид (*Tanytus* sp. – 74,1 экз./м²). Пик плотности на 7 м обеспечен планктонобентическими личинками *Chaoborus crystallinus*.

Численность *Chaoborus crystallinus* возрастала с глубины 5 до 7 м от 44,4 до 1022,2 экз./м², и далее постепенно падала до 59,3 экз./м² на максимальной глубине. Объяснить такое преваширование хаоборид, начиная с глубины 5 м, и отсутствие других таксонов зообентоса можно тем, что они способны переносить низкое содержание кислорода. Кроме того, содержание сероводорода в воде даже в самых малых концентрациях смертельно для многих водных организмов [17], но, согласно [18], личинки хаоборид приспособились к выживанию в таких условиях, имеют суточные миграции в толще воды, ночью перемещаясь к поверхности, а в дневное время личинки «отдыхают» в анаэробной грязи. Описанный адаптационный механизм позволяет им выживать при отсутствии кислорода и наличии летальных для других животных концентраций сероводорода.

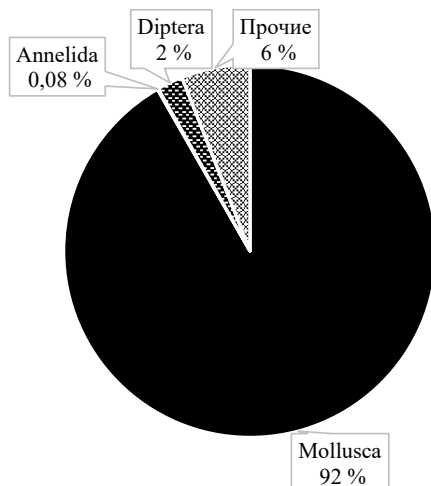


Рис. 8. Распределение биомассы по основным таксономическим группам в оз. Барковщина

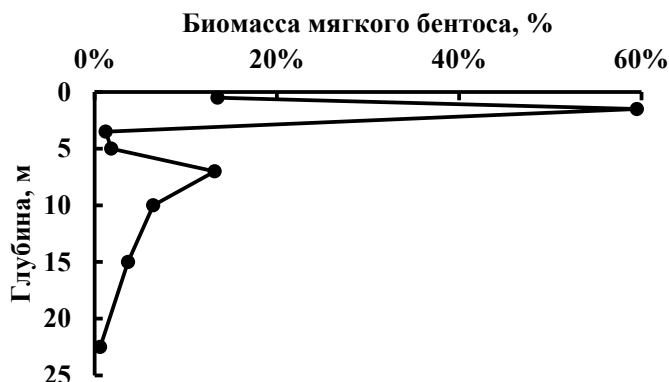


Рис. 9. Распределение биомассы мягкого зообентоса по глубине в оз. Барковщина

Биомасса оз. Барковщина колебалась от 0,2 до 379,8 г/м², при средней биомассе 49,6 г/м². Такие значения характерны для высокотрофных водоемов и объясняются малыми величинами в малоприспособленной для жизни бескислородной зоне. Распределение биомассы по основным таксонам в оз. Барковщина было представлено явным доминированием типа моллюски (рис. 8).

Такое распределение биомассы по основным таксонам было определено воздействием экологических факторов: в большей степени количеством растворенного кислорода, что обусловило обильное развитие моллюсков и концентрированность биомассы зообентоса до глубины 1,5 м. Возможно, такие условия не дают развиваться другим таксонам, в том числе и мягкому бентосу.

Распределение биомассы по глубинам полностью повторяет график распределения численности зообентоса. Наибольшая биомасса была отмечена на глубине 1,5 м (379,8 г/м²) за счет большой биомассы моллюсков (360,3 г/м²). После глубины 1,5 м биомасса, как и численность, шла на спад с небольшим возрастанием на глубине 7 м. Также после глубины 1,5 м биомасса определялась только мягким зообентосом, в частности, с глубины 7 м всю биомассу, как и численность, составляли двукрылые (рис. 9).

Таким образом, при наличии четкого разделения водной толщи по температуре, содержанию кислорода и наличию сероводорода наблюдается пространственная структура, зависящая от этих ведущих факторов. Пространственное распределение таксономического разнообразия и количественных показателей зообентоса в сероводородном оз. Барковщина полностью повторяет ход концентрации кислорода и зависит от него, что подтверждается статистически. Наличие сероводорода значительно обедняет ниже лежащие слои воды, начиная с глубины 3,5 м, отрицательно влияет на таксономическое разнообразие, количественное развитие зообентоса. Согласно полученным данным, для оз. Барковщина сложно определить уровень трофии, так как по численности зообентоса озеро относится к эвтрофному типу, по биомассе – высокотрофному, а по прозрачности – к мезотрофному. Для определения трофического статуса подобных водоемов необходимо учитывать неравномерность в распределении и максимальную концентрацию животных в очень узком аэрируемом слое воды. В нашем случае скопления дрейссены на малой глубине определили большую биомассу, не характерную для этого типа озер.

Заключение. Пространственное распределение зоопланктона и зообентоса в оз. Барковщина крайне неравномерное и зависит от концентрации кислорода и наличия сероводорода в глубоких слоях воды. Основная часть этих сообществ размещается в прибрежье и эпилимнионе, где создаются благоприятные условия для жизнедеятельности. Отсутствие кислорода в ниже лежащих слоях резко снижает таксономическое разнообразие, основная масса животных

приурочена к верхнему эпилимниальному слою. Вертикальное распределение основных групп и даже отдельных популяций, входящих в сообщества, неодинаково: в зоопланктоне коловратки более равномерно распределены по вертикали, чем ракообразные и глубже расположены. Ракообразные более сконцентрированы в аэрируемых верхних слоях воды, при этом наибольшая концентрация животных наблюдается у ветвистоусых ракообразных. Из организмов зообентоса только личинки хаборид днем населяют бескислородную насыщенную сероводородом зону.

Благодарности. Работа частично поддержана Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (грант № Б20МС-017).

Список использованных источников

1. Блакітная кніга Беларусі: Энцыклапедыя: рэдкал. Н. Ф. Дзісько [і інш.]. – Минск: БелЭн, 1994. – 415 с.
2. Planeta Belarus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://planetabelarus.by>. – Дата доступа: 26.01.2021.
3. Мануйлова, Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е. Ф. Мануйлова. Определители по фауне СССР. – М.-Л.: Наука, 1964. – Т. 88. – 326 с.
4. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР / Л. А. Кутикова. Определители по фауне СССР. – Л.: Наука, 1970. – Т. 104. – 744 с.
5. Монченко, В. И. Свободноживущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна / В. И. Монченко. – Киев: Наукова думка, 2003. – 350 с.
6. Боруцкий, Е. В. Определитель Calanoida пресных вод СССР / Е. В. Боруцкий, Л. А. Степанова, М. С. Кос. – Л.: Наука, 1991. – 504 с.
7. Качалова, О. Л. Отряд ручейники Trichoptera / О. Л. Качалова, Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – С. 477–510.
8. Лукин, Е. И. Класс пиявки Hirudinea / Е. И. Лукин, Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – С. 201–212.
9. Макаренченко, Е. А. Семейство комары звонцы Chironomidae / Е. А. Макаренченко, С. Я. Цалохин // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб., 1999. – Т. 4. – С. 210–296.
10. Попова, А. Н. Отряд стрекозы Odonata / А. Н. Попова, Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – С. 266–287.
11. Петрович, П. Г. Зоопланктонное сообщество как показатель типологии озер Беларуси / П. Г. Петрович, П. А. Митрахович, С. А. Бойкова; в сб.: Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 18–19.
12. Вежновец, В. В. Пространственное распределение *Limnocalanus grimaldii* var. *macrurus* Sars в оз. Ю. Волос / В. В. Вежновец; в сб.: Итоги и перспективы гидробиологических исследований в Белоруссии. – Минск, 1983. – С. 83–88.
13. Количественные методы экологии и гидробиологии: сб. науч. тр., посвящ. А. И. Баканова / Отв. ред. чл.-корр. РАН Г. С. Розенберг. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 42 с.
14. Озера Беларуси: Справ. Б. П. Власов [и др.]. – Минск, 2004. – 284 с.
15. Karatayev, A. Y. Some patterns of the vertical distribution of macrozoobenthos in the littoral zone of thermal power plant's cooling reservoirs / A. Y. Karatayev, I. V. Karatayeva // Hydrobiological Journal. – 1992. Vol. 27(5). – P. 7–15. Translated into English from Gidrobiologicheskii Zhurnal. – 1991. – Vol. 27(2). – P. 19–26.
16. Лапука, И. И. Таксономическая и пространственная структура зообентоса трансграничного (Беларусь–Латвия) озера Сита / И. И. Лапука, В. В. Вежновец, А. А. Шкуте // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2021 – Т. 66, № 1 – С. 53–63. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-1-53-63>
17. Лоскутова, О. А. Сообщества беспозвоночных в сероводородных источниках крайнего севера (бассейн р. Уса, Россия) / О. А. Лоскутова [и др.]: тр. Карельского науч. центра РАН. – 2020. – № 1. – С. 71–86. DOI: 10.17076/bg1130
18. A comparison of results from previous and present investigations of benthic macroinvertebrates in the small and shallow Lake Shoji, Fuji Five Lakes / K. Hirabayashi // Japan. Fauna norvegica. – 2012. – Vol. 31. – P. 47–54.

Поступила 10.02.2021