

чае семена проросли, но покрылись плесенью. Было принято решение не просто заливать семена водой, но закрывать и заворачивать их в ткань. Второй раз семена проросли и не покрылись плесенью, но семядоли полностью превратились в листья проростка, а целью исследования изначально было определить изменения состава триглицеридов в тканях семени. Было принято решение повторить эксперимент.

5 марта 2024 г. образцы семян были исследованы с помощью микроскопов. Удалось сфотографировать жировые клетки семян подсолнечника (рис. 3–4) и момент начала преобразования жировых клеток в клетки эмбрионального листа проростка (рис. 4).

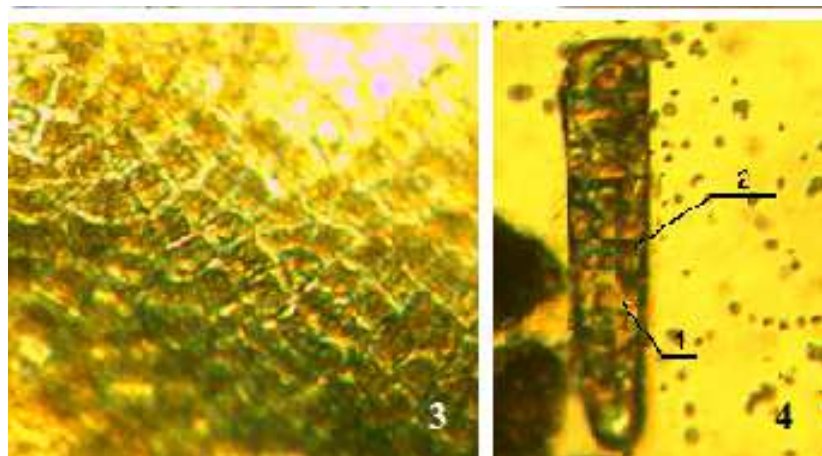


Рис. 3–4: 3 – жировые клетки в семени подсолнечника до прорастания;
4 – микроскопический снимок х 20 – начало прорастания семени подсолнечника:
(1) – жировые клетки, (2) – клетки, начавшие развитие с образованием хлорофилла

1. Guo S., Ge Y., Na Jom K. A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seeds and sprouts (*Helianthus annuus* L.) // *Chemistry Central Journal*. 2017. V.11. № 95. <https://doi.org/10.1186/s13065-017-0328-7>.

УДК 771.712

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕРА ТОРФЯНКА В РАЙОНЕ ЕГО ВОСТОЧНОЙ АКВАТОРИИ (ГОРОД ВЛАДИВОСТОК, МИКРОРАЙОН ПАТРОКЛ)

Г.К. Дроздов, 9 класс

МБОУ СОШ № 73, Владивосток, Россия

Ю.Д. Орел

МБОУ СОШ № 14, г. Владивосток, Россия

Т.С. Вшивкова, Ph.D., с.н.с., сотрудник МИОСТ ВВГУ

ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, Приморский край

О.В. Орел, к.б.н., с.н.с., ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

Международный институт окружающей среды и туризма, ВВГУ, Владивосток, Россия

ESTIMATION OF THE WATER QUALITY OF THE LAKE TORFYANKA IN THE ITS EASTERN AREA (VLADIVOSTOK CITY, PATROKL MICRODISTRICT)

Georgy K. Drozdov, 9th grade

Secondary School No. 73

Yulia D. Orel

Secondary School No. 14, Vladivostok, Russia

Tatyana S. Vshivkova, Ph.D., Senior Researcher

FSC Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok State University, Vladivostok, Russia

Oksana V. Orel, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

FSC Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Проблемы сохранения пресноводных ресурсов требуют хорошо развитой системы мониторинга и контроля как с государственной, так и общественной стороны. Особенно это касается малых водных объектов, наиболее беззащитных перед лицом нарастающей урбанизации. Эта проблема может быть решена при широком вовлечении общественности в дело спасения малых рек и озёр. В Приморском крае движение по спасению малых водных объектов и изучению их экологического состояния с помощью методов биоиндикации становится всё более популярным. Для этого в научных институтах и Научно-общественном координационном центре «Живая вода» разрабатываются методические руководства для общественных экспертов (волонтёров, школьников и студентов) – простые, но адекватно отражающие экологическое состояние водных объектов.

В основном юные эксперты-гидробиологи Приморского края сосредотачивают своё внимание на исследование малых рек, изучение стоячих водоёмов (малых озёр и прудов) проводилось не так широко, вероятно, из-за методических трудностей, не разработанности системы оценок для дальневосточных лентических экосистем. Поэтому наше внимание привлекло это направление, где много неясностей и трудностей.

Цель работы: исследовать видовой состав и структуру донных сообществ макрозообентоса оз. Торфянка и оценить его экологическое состояние на основе показателей макрозообентоса.

Задачи:

1. Выявить таксономический состав макрозообентоса оз. Торфянка в пределах его восточной акватории.
2. Определить основные метрики донных сообществ и рассчитать биотические индексы.

3. На основе полученных результатов произвести оценку качества вод озера и выявить тенденции изменения структурно-функциональных характеристик донных сообществ в условиях антропогенного воздействия.

4. Сформулировать предложения по сохранению биоразнообразия в оз. Торфянка для администрации города и защитников природы.

Краткая характеристика района исследований

Озеро Безымянное (на некоторых картах обозначено как Торфянка) расположено в 80 м от бухты Соболев во Владивостоке, с которой связано ручьём, со стоком в его юго-восточном углу (рис. 1). Координаты: 43.076254 N, 131.961051 E. Это одно из трёх естественных озёр Владивостока, другие два – Черепашье (у бухты Черепаша) и Чан (Юность). Озера (пруды) парка Минного городка – искусственного происхождения, а озеро между улицами Сафонова и Гризодубовой – это бывший карьер.

Озеро имеет длину до 278 м и ширину около 150 м, площадь около 3 га. В периоды прохождения интенсивных летних муссонных дождей и таяния снега площадь акватории озера может существенно увеличиваться за счёт стоков из ручьёв, а уровень воды подниматься. Глубина в центральной части достигает 3.5 м. Восточный берег местами обрывистый, глубина вблизи уреза достигает 1.2 м. У западного и северного берега находятся обширные заболоченные мелководья, зарастающие высшими водными растениями.



Рис. 1. Озеро Торфянка и места отбора имагинальных (стрелка слева) и бентосных проб (стрелка справа)

На севере в озеро впадает ручей Безымянный длиной около 1.4 км, образованный в результате слияния двух небольших ручьёв, с площадью водосбора свыше 130 га.

Озеро замерзает в ноябре, и к концу зимы (февраль – март) толщина льда находится в пределах 0.25–1.0 м, с максимумом в западной и центральной части. Зимой жители Владивостока любят дрейфовать на льду озера. Максимальная температура воды до 26–28°C достигается в середине августа. Общая мощность толщи озёрно-болотных отложений в озере, вскрытая скважинами, изменяется от 3 до 10 м и более. Делювиально-элювиальные отложения вскрыты лишь до глубины 7.0 м, и полная их мощность не ус-

тановлена. Вблизи берегов озера отдельными скважинами на глубине 5.6–6.5 м вскрыты толщи скальных осадочных пород – песчаников и песчано-глинистых сланцев, по-видимому, имеющих триасовый возраст, так как окружающая озеро местность (п-ов Басаргина) сложена триасовыми песчаниками с богатой фауной аммоноидей и пелеципод. Озёрно-болотные отложения в чаше озера представлены торфом, илами, песком и галечниково-гравийными грунтами, а у берегов с включениями щебня и дресвы. В левобережной части озера и в заболоченной пойме ручья, впадающего в северной части, дно сложено чёрным водонасыщенным торфом мощностью от 0.4 до 1.2 м. В центральной части озера находится серый ил, суглинистый, текучий, озёрно-болотного генезиса мощностью 1.0–4.3 м. Под торфом и илами залегают галечниково-гравийные отложения с крупным песком и прослойками ила лагунно-морского генезиса. Их мощность в юго-восточной части озера достигает 4.5 м. На южном побережье на участке, отделяющем озеро от бухты Патрокл, под галечно-гравийными отложениями с песком морского генезиса, имеющими мощность 4.5–6.0 м, находятся серые илы мощностью 2.0–9.5 м того же происхождения. Это подтверждается также включением в пески и илы раковин морских моллюсков. Очевидно, что эти морские отложения на южном побережье когда-то отделили чашу озера от морской акватории [1].

В озере существует давно сложившаяся экосистема пресноводных организмов, включающая различных представителей животного и растительного мира. Сведения, полученные в ходе бурения скважин на акватории озера, а также данные археологических раскопок раковинной кучи поселения периода палеометалла и другие говорят о его древней истории существования, насчитывающей не менее 5–5.5 тыс. лет [1].

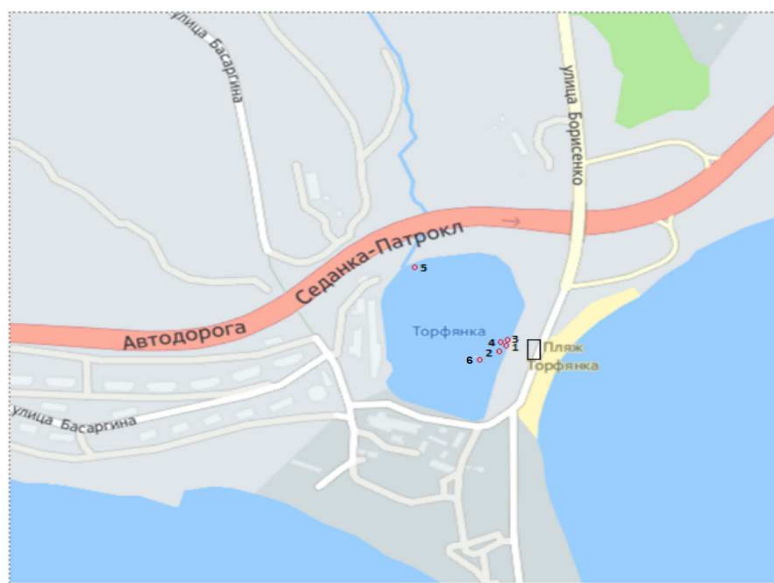


Рис. 2. Карта-схема озера и станции отбора проб макрозообентоса

Места сборов, материал и методы

Пробы водных беспозвоночных (макрозообентос) отбирались на 5 точках, расположенных в северо-восточной (ст. 1–4, 6) (рис. 2). Дата отбора проб 1 июля 2023 г. Метод отбора: донным сачком в точках 1–2 и 6 – на мягких грунтах (сложенных из ила, тонкого песка, глинистых фракций, детрита), на участке, свободном от высшей водной расти-

тельности; и на участке с зарослями водной растительности (точки 3–4) путём «прочёсывания» сачком растительности и мягких донных субстратов [3].

Цвет воды серо-буро-зеленоватый, слабомутная. Пробы макрозообентоса отбирались в точках 1–4 и 6 донным сачком (в точке 5 отбирали имаго амфибиотических насекомых на светоловушки; результаты имагинальных сборов в данную статью не включены). Дата отбора бентосных проб: 1 июля 2023 г. Температура воздуха = 19°C, воды = 19.5°C. Солёность, 0.4–0.5‰ («пресные воды»).

Точки 1–2: расположены в восточной части озера вблизи главной дороги, у кафетерия. Дата отбора бентосных проб: 1 июля 2023 г. Места сбора расположены на открытом, свободном от растительности участке с мягкими грунтами, сложенными из ила, тонкого песка, глинистых фракций, детрита. Пробы отбирались непосредственно у берега (точка 1) и на удалении, в 3–4 м от берега (точка 2). Глубина в месте отбора пробы 30–40 см.

Точки 3–4. Прибрежный участок, заросший высшей водной растительностью. Пробы отбирались путём «прочёсывания» сачком растительности и мягких донных субстратов. Глубина в месте отбора пробы 20–30 см.

Точка 6. Участок в 6–7 м от берега, западнее точек 1–2. Дно илисто-глинистое с развитой у дна водной растительностью. Глубина в месте отбора пробы 50–60 см.

Видовой состав водных беспозвоночных

В фауне водных беспозвоночных озера Торфянка выявлено 43 вида из 39 родов, по крайней мере 28 семейств, 23 отрядов, 10 классов, 5 типов (табл. 1). Ниже представлен таксономический список обнаруженных водных беспозвоночных.

Таблица 1

Представленность видового состава водных беспозвоночных бас. оз. Торфянка

Таксоны	Количество			
	отрядов	семейств	родов	видов
ТИП Круглые черви – Nematoda				
Класс Нематоды – Nematoda	1	1	1	1
ТИП Кольчатые черви – Annelida				
Класс Поясковые черви – Clitellata				
Подкласс Малощетинковые черви – Oligochaeta	3	3	3	3
Подкласс Пиявки – Hirudinea	2	2	5	7
Класс Многощетинковые черви – Polychaeta	1	1	1	1
ТИП Моллюски – Mollusca				
Класс Брюхоногие – Gastropoda	1	1	1	2
Класс Двустворчатые – Bivalvia	2	2	3	3
ТИП Мшанки – Bryozoa или Ectoprocta				
Класс Покрыторотые – Phylactolaemata	1	1	1	1

Таксоны	Количество			
	отрядов	семейств	родов	видов
ТИП Членистоногие – Arthropoda				
Надкласс Ракообразные – Crustacea				
Класс Жаброногие – Branchiopoda	1	1	2	3
Класс Веслоногие ракообразные – Maxillopoda				
Подкласс Копеподы – Copepoda	1	1	1	1
Подкласс Остракоды – Ostracoda	3?	3	3	3
ПОДТИП Хелицеровые – Chelicerata				
Класс Паукообразные – Arachnida				
Подкласс Клещи – Acari	1	1	1	1
ПОДТИП Трахейные – Tracheata				
Надкласс Шестиногие – Hexapoda				
Класс Насекомые – Insecta				
Отряд Подёнки – Ephemeroptera	1	1	1	1
Отряд Полужесткокрылые – Heteroptera	1	1	1	1
Отряд Ручейники – Trichoptera	1	1	1	1
Отряд Жесткокрылые – Coleoptera	1	6	6	6
Отряд Перепончатокрылые – Hymenoptera	1	1	1	1
Отряд Двукрылые – Diptera	1	2	7	7
ВСЕГО:	23	28	39	43

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОЗЕРА ТОРФЯНКА

ТИП NEMATHELMINTHES Vogt, 1851 — СВОБОДНОЖИВУЩИЕ НЕМАТОДЫ

Класс Nematoda Rudolphi, 1808 – Нематоды

Отряд Chromadorida Filipjev, 1929 – Хромадорида

1. Chromadorida gen. sp.

ТИП ANNELIDA Lamarck, 1809 – КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Класс Clitellata Michaelsen, 1919 – Поясковые черви

Подкласс Oligochaeta Grube, 1850 – Малощетинковых черви

Отряд Naidomorpha Ščekanovskaja, 1962 – Наидообразные

Семейство Naididae Bencham, 1890 – Наидиды

Род *Chaetogaster* Baer, 1827 – Хаэтогастеры

2. *Chaetogaster* sp.

3. Oligochaeta indet. spp.

Отряд Opisthopora Michaelsen, 1930 – Опистофоры

Семейство Lumbricidae Rafinesque-Schmaltz, 1815 – Настоящие дождевые черви

Род *Lumbricus* Linnaeus, 1758

4. *Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758 – Обыкновенный дождевой червь

Подкласс Hirudinea Lamarck, 1818 – Пиявки

Отряд Arhynchobdellida Blanchard, 1894 – Челюстные (бесхоботные) пиявки

Семейство Erpobdellidae Blanchard, 1894 – Глоточные пиявки

Род *Erpobdella* de Blainville, 1818 – Малые ложноконские пиявки, эрпобделлы

5. *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758)

6. *Erpobdella* sp. 1.

7. Erpobdellidae gen. sp. 2.

8. Erpobdellidae gen. sp. 3.

Отряд Rhynchobdellida Blanchard, 1894 – Хоботные пиявки

Семейство Glossiphoniidae Vaillant, 1890 – Глоссифониды или Плоские пиявки

Род *Helobdella* Blanchard, 1896 – Хелобделлы

9. *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758) – Двуглазая пиявка

10. *Helobdella* sp. 3

Род *Glossiphonia* Johnson, 1817 – Глоссифонии

11. *Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758) – Улитковая пиявка или клепсина

Класс Polychaeta Grube, 1850 – Многощетинковые черви

Отряд Spionida Dales 1963 – Спиониды

Семейство Spionidae Grube, 1850 – Спионидовые

12. Spionidae gen. sp.

ТИП MOLLUSCA Linnaeus, 1758 – Моллюски или Мягкотелые

Класс Gastropoda Cuvier, 1795 – Брюхоногие моллюски

Отряд Pulmonata Cuvier, 1817 – Лёгочные моллюски

Семейство Lymnaeidae Rafinesque, 1815 – Прудовики

Род *Radix* Montfort, 1810 – Радиксы

13. *Radix* sp. 1

14. *Radix* sp. 2

Класс Bivalvia Linnaeus, 1758 – Двустворчатые моллюски

Отряд Unionida Gray, 1854 – Униониды

Семейство Unionidae Rafinesque, 1820 – Перловицы

Подсемейство Anodontinae – Беззубки

Род *Buldotskia* Moskvicheva, 1973 – Беззубка Булдовского

15. *Buldotskia suffunica* (Lindholm, 1925)

Отряд Sphaeriida Lemer, Bieler & Giribet, 2019 – Шаровки

Семейство Sphaeriidae Deshayes, 1855 (1820) – Шаровки или Сферииды

Подсемейство Sphaeriinae Deshayes, 1855 (1820) – Шаровки

Род *Musculium* Link, 1807 – Шаровки

16. *Musculium* sp. 1

Подсемейство Pisidiinae Gray, 1857 – Горошинки

Род *Euglesa* Leach in Jenyns, 183 – Эуглезы

17. *Euglesa* sp. 2

ТИП BRYOZOA Ehrenberg, 1831 (или ECTOPROCTA) – МШАНКИ

Класс Phylactolaemata Allman, 1856 – Филактолаэматы или Покрыторотые

Отряд Plumatellida Pennak, 1953 – Плюмателлидные

Семейство Plumatellidae Allman, 1856 – Плюмателлиды

Род *Hyalinella* Jullien, 1885 – Хиалинеллы

18. *Hyalinella minuta* Toriumi, 1955

ТИП ARTHROPODA Gravenhorst, 1843 – ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

- Надкласс Crustacea Pennant, 1777 – Ракообразные
Класс Branchiopoda Latreille, 1817 – Жаброногие
Надотряд Cladocera Latreille, 1829 – Ветвистоусые ракообразные
Отряд Anomopoda Sars, 1865 – Аномоподы
Семейство. Daphniidae Straus, 1820 – Дафниевые
Род *Daphnia* O.F. Müller, 1785 – Дафнии
19. *Daphnia* sp. 1 (10 экз.)
20. *Daphnia* sp. 2 (8 экз.)
21. Daphniidae indet. sp. 3 (2 экз.)
Класс Maxillopoda Dahl, 1956 – Веслоногие ракообразные
Подкласс Sorapoda Milne-Edwards, 1840 – Копеподы
Отряд Harpacticoida Sars, 1903 – Гарпактикоиды
Семейство Harpacticidae Sars, 1904 – Гарпактициды
22. Harpacticidae gen. sp.
Подкласс Ostracoda Latreille, 1806 – Остракоды или Ракушковые раки
Отряд Podocopa Sars, 1866 – Подокопиды
Семейство Cyprinidae Baird, 1845 – Циприниды
23. *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller, 1776)?
24. Ostracoda fam. gen. sp. 1 (пёстрые)
25. Ostracoda fam. gen. sp. 2 (палевые)

ПОДТИП CHELICERATA Heymons, 1901 – ХЕЛИЦЕРОВЫЕ

- Класс Arachnida Lamarck, 1801 – Паукообразные
Подкласс Acari Leach, 1817 – Клещи
Надотряд Acariformes Zakhvatkin, 1952 – Акариформные
Отряд Hydracarina – Водяные клещи
26. Hydracarina fam. gen. sp. 1

ПОДТИП HEXAPODA Latreille, 1825 – ШЕСТИНОГИЕ

- Класс Insecta Linnaeus, 1758 – Насекомые
Семейство Caenidae Klapalek, 1909 – Цениды
Род *Caenis* Stephens, 1835 – Ценисы
27. *Caenis* sp.
Отряд Heteroptera Latreille, 1810 – Водные клопы
Семейство Corixidae Leach, 1815 – Гребляки
Род *Sigara Fabricius*, 1775 – Сигары
28. *Sigara* sp.
Отряд Trichoptera Kirby, 1813 – Ручейники
Подотряд Annulipalpia Martynov, 1924 – Кольчатощупиковые
Род *Hydroptila* Dalman, 1819 – Гидроптилы
29. *Hydroptila* sp.
Отряд Coleoptera Linnaeus, 1758 – Жесткокрылые или жуки
Подотряд Adepaga Schellenberg, 1806 – Плotosядные жуки
Семейство Haliplidae Aubé, 1836 – Плавунчики
Род *Halipus* Latreille, 1802 – Плавунчики
30. *Halipus* sp.
Подотряд Polyphaga – Разноядные жуки
Семейство Dryopidae Billberg, 1820 – Прицепыши

31. Dryopidae gen. sp. 1 (имаго)
32. Coleoptera fam. sp. 1: имаго (точка 1)
33. Coleoptera fam. sp. 2: имаго (точка 3)
34. Coleoptera fam. sp. 3: имаго (точка 1)
35. Coleoptera fam. sp. 4 (куколка «red eyes»)
 - Отряд Hymenoptera Linnaeus, 1758 – Перепончатокрылые
 - Надсемейство Chalcidoidea Latreille, 1817 – Хальциды
 - Семейство Perilampidae Latreille, 1809 – Перилампыды
 - Род *Perilampus* Latreille, 1809 – Перилампусы
36. *Perilampus* sp.
 - Отряд Diptera Linnaeus, 1758
 - Подотряд Nematocera Schiner, 1862 – Длинноусые двукрылые
 - Семейство Chironomidae Newman, 1834 – Комары-звонцы
 - Подсемейство Chironominae Newman, 1834 – Хирономины
 - Триба Chironomini Newman, 1834 – Хирономини
 - Род *Chironomus* Meigen, 1803 – Хирономусы
37. *Chironomus* spp.
 - Род *Endochironomus* Kieffer, 1918 – Эндохирономусы
38. *Endochironomus tendens* (Fabricius, 1775)
 - Род *Parachironomus* Lenz, 1921 – Парахирономусы
39. *Parachironomus parilis* (Walker, 1856)
 - Род *Polypedilum* Kieffer, 1912 – Полипедилумы
40. *Polypedilum (Pentapedilum) sordens* (Wulp, 1875)
 - Триба Tanytarsini Zavrel, 1917 – Танитарзины
 - Род *Paratanytarsus* Thienemann & Bause, 1913 – Паратанитарзусы
41. *Paratanytarsus dissimilis* (Johannsen, 1905)
 - Подсемейство Orthoclaadiinae Lenz, 1921 – Ортокладиины
 - Род *Cricotopus* van der Wulp, 1874 – Крикотопусы
42. *Cricotopus* sp.
 - Подотряд Brachycera Schiner, 1862 – Короткоусые двукрылые
 - Семейство Tabanidae Latreille, 1802 – Слепни
43. Tabanidae gen. sp.

Структура донного сообщества восточной акватории оз. Торфянка

Списки групп организмов, обнаруженных в местообитаниях восточной акватории озера, приведены в общей таблице (табл. 2). В ней указана информация о численности групп ($N_{экз}$), их доле в структуре сообществ (в %), приведены толерантные значения таксонов (TV), и произведение $TV \times N_{экз}$, необходимо для расчёта биотических индексов. Данные по толерантным значениям (TV) взяты из монографии Т.С. Вшивковой и др. [3]. Структура донного сообщества, выраженная в % численности, представлена в табл. 2. Доминирующей группой в бентосе являются хирономиды, которые составляют почти половину численности донного населения (около 43%), а также олигохеты (16,4%) и пиявки (15,1%). Довольно многочисленны ракообразные остракоды (11,5%). Основываясь на доминантных таксонах, составляющих более 15% от общего числа организмов, относим данное сообщество к типу «**Chironomidae + Oligochaeta + Hirudinea**». В оз. Торфянка это сообщество населяет глинисто-илистые с детритными отложениями грунты (точки 1–2) с включением зарослей прибрежной высшей водной растительности и водорослевыми агломерациями (точки 3–4, 6). Графически структура сообщества представлена на циклограмме (рис. 3).



Рис. 3. Структура донного сообщества на участке оз. Торфянка в восточной части акватории

Общая доля доминирующих таксонов в исследуемом сообществе «**Chironomidae + Oligochaeta + Hirudinea**», включая субдоминантов, составляет 91,8 %. Причём, все доминирующие группы вполне или относительно толерантны к органическим загрязнениям. Усреднённое значение TV доминирующих групп: Chironomidae + Oligochaeta + Hirudinea + Ostracoda + Lymnaeidae равно 7.5 ($7+8+8+8+8 = 28/5$), это значит, что в сообществе представлены, главным образом, группы беспозвоночных, свойственные водам «плохого» качества.

Метрики биоразнообразия, биотические индексы и оценка качества вод восточной части озера Торфянка по биологическим показателям

Оценка качества вод восточной части озера проводилась на основе анализа метрик биоразнообразия, долевого представления индикаторных групп организмов и по биотическим индексам в соответствии с рекомендациями, изложенными в монографии Т.С. Вшивковой с соавторами (2019); там же приведены техники расчёта биотических индексов и пределы их применения.

В табл. 2 приводятся основные метрики биоразнообразия (на основе таксономического состава и по показателям численности), результаты расчётов 10 биотических индексов и оценка качества вод восточной части оз. Торфянка на основе этих биологических показателей.

Таблица 2

Структура донного сообщества восточного кластера оз. Торфянка (точки 1–4, 6)

Таксоны	Семейства	N _{ex}	%	Категория доминантности	TV	TV x N _{ex}
Нематоды	Nematoda fam. indet	5	0.5		5	25
Олигохеты	Oligochaeta spp.	168	16.4	Д	8	1344
Пиявки	Erpobdellidae, Glossiphoniidae	155	15.1	Д	8	1240
Полихеты	Spionidae	1	0.1	B2	6	6

Таксоны	Семейства	N _{ex}	%	Категория доминантности	TV	TV x N _{ex}
Брюхоногие моллюски	Lymnaeidae	59	5.8	СД	8	472
Двустворчатые моллюски	Sphaeriidae, Unionidae	19	1.9	B1	6	114
Мшанки	Plumatellidae	1	0.1	B2	5	5
Ветвистоусые раки	Daphniidae	18	1.8	B1	8	144
Гарпактициды	Harpacticidae	27	2.63	B1	8	216
Остракоды	Cyprinidae и др.	118	11.5	СД	8	944
Водные клещи	Hydracarina fam. indet	1	0.1	B2	6	6
Водные клопы	Corixidae	2	0.2	B2	5	10
Ручейники	Hydroptilidae	1	0.1	B2	6	6
Жесткокрылые	Haliplidae, Dryopidae и др.	5	0.5	B2	5	25
Перепончатокрылые	Perilampidae	4	0.4	B2	?	?
Двукрылые	Chironomidae	441	43.0	Д	7*	3087
	Tabanidae	1	0.1	B2	6	6
Всего экз.		1026		Σ (TV x N)		7650
Тип сообщества: «Chironomidae + Oligochaeta + Hirudinea»						
<i>Доминанты</i>	<i>Субдоминанты</i>	<i>Второстепенные виды</i>				
Chironomidae (43%)	Ostracoda (11,5%)	Harpacticidae (2,63%)				
Oligochaeta (16,4%)	Gastropoda: Lymnaeidae (5,8%)	Bivalvia (1,9%)				
Hirudinea (15,1%)		Daphniidae (1,8%)				
		другие, менее 1%				
Качество воды		плохое				
Цветовая кодировка						

Примечание: Д – доминант (15% и более), СД – субдоминант (5.0–14.9%), B1 – второстепенные виды (1–4.9%), B2 – второстепенные виды – менее 1%; TV – толерантное значение таксона, * – толерантное значение (TV) разных подсемейств и родов сем. Chironomidae (выявленных в наши пробах) варьирует от 6 до 8, мы взяли среднее значение = 7; N_{ex} – число организмов; TV x N_{ex} – произведение толерантного значения (TV) на число организмов (N_{ex}).

Таблица 3

Показатели по таксономическому составу, численности, биотические индексы и категории качества воды для восточного кластера оз. Торфянка (точки 1–4, 6)

Показатели	Числовые выражения показателей и результаты оценки качества вод
Таксономические метрики	
Общее число таксонов (N_t)	43
Количество таксонов ЕРТ ($N_{t-ЕРТ}$)	1
<i>Категория качества</i>	
Показатели на основе численности организмов	
Общее число организмов, экз.	1026
Общее число экземпляров ЕРТ, экз.	1
Общее число организмов Ephemeroptera, экз.	0
Общее число организмов Plecoptera, экз.	0
Общее число организмов Trichoptera, экз.	1
Общее число Oligochaeta, экз.	168
Общее число Chironomidae, экз.	441
Общее число моллюсков Gastropoda, экз.	59
Общее число моллюсков Bivalvia, экз.	19
Общее число пиявок (Hirudinea), экз.	155
Доля групп (в % численности)	
Доля организмов ЕРТ, $\%N_{ex-ЕРТ}$	0.1
<i>Категория качества</i>	
Доля двукрылых к общему числу организмов, $\%Dip$	42.98
Доля хирономид, $\%N_{Ch}$	42.98
Доля олигохет, $\%N_{Ol}$	16.37
Доля пиявок (Hirudinea), $\%N_{Hd}$	15.1
Общая доля хирономид и олигохет, $\%N_{Ch+O}$	59.4
Категория качества по N_{Ch+O}	<i>F-P</i>
Общая доля хирономид, олигохет и пиявок, $\%N_{Ch+O+Hd}$	74.5
<i>Категория качества по $N_{Ch+O+Hd}$</i>	
Доля толерантных организмов, $\%TO$	99.9
Доминирующий таксон	Chironomidae
Доля доминирующего таксона, $\%DT$	59
Значения биотических индексов	
Значение Индекса НТ (<i>High Taxa Index</i>)	6.84
<i>Категория качества по Индексу НТ</i>	

Показатели	Числовые выражения показателей и результаты оценки качества вод
2. FE Family Biotic Index (FE FBI)	6.83
<i>Категория качества по Индексу FE FBI</i>	
3. Индекс Вудивисса (IW)	6-7
<i>Категория качества по Индексу IW</i>	G-F
4. Индекс FE BMWP	34
<i>Категория качества по Индексу BMWP</i>	F
5. Индекс FE ASPT	1.1
<i>Категория качества по Индексу FE ASPT</i>	
6. Индекс Гутнайта-Уитлея (G-W)	16.37
<i>Категория качества по Индексу G-W</i>	G
7. Индекс SO (Индекс чувствительных организмов)	0.1
<i>Категория качества по Индексу</i>	
8. Индекс Майера	12
<i>Качество вод по Индексу Майера</i>	F
9. Citizen Monitoring Biotic Index (CMBI)	1.1
<i>Качество вод по Индексу CMBI</i>	
10. Индекс M = B/P (Bivalvia/Pulmonata)	0.32
<i>Качество вод по Индексу M</i>	

Примечание. Качество воды отличное – E (excellent), хорошее – G (good), слабое загрязнение – G-F (good-fair), неудовлетворительное – F (fair), плохое – P (poor). Описание индексов и техники их расчётов приведены в монографии Т.С. Вшивковой и др. (2019).

Исследованное сообщество можно охарактеризовать как находящееся в угнетённом состоянии, переходящее в деградирующее. Вероятно, ухудшение условий обитания гидробионтов и изменение экологического состояния озера в восточной его части произошло под влиянием антропогенного воздействия, которое сложилось в результате сбросов канализационных вод (которое длится более 5 лет) в северной части озера и, возможно, из-за отходов кафетерия, находящегося на восточном берегу озера вблизи от исследованного участка.

Тем не менее, присутствие в авиафауне потамофильных видов ручейников и подёнок, собранных на светоловушки летом 2023 и 2024 гг. (данные по имагинальным материалам приводятся в другой работе), и прилетевших, вероятно, с озёрной акватории, даёт надежду на нахождение в озере участков с благоприятными условиями существования и водой лучшего качества. Для подтверждения этого следует провести новые серии отбора проб по всей площади озера и особенно в районе его южной и западной части.

Выводы.

Видовой состав макрозообентоса восточной акватории оз. Торфянка представлен 43 таксонами из 39 родов, 28 семейств, 23 отрядов, 10 классов, 5 типов животных.

Оценка качества вод по биотическим метрикам и 10 биотическим индексам позволила классифицировать воды озера как «загрязнённые» и «плохого» качества. Расхож-

дение оценок качества вод разными показателями было несущественным, за исключением индексов Вудивисса и Гутнайта-Уитлея – единственных, включённых в ГОСТ, которые оценивают воды как «слабо загрязнённые» или даже «хорошего» качества.

Необходимо провести сравнение оценок по биологическим показателям с данными химического и микробиологического анализов, для составления адекватного заключения об экологическом состоянии озера.

Необходимо провести дополнительные исследования донных сообществ по всей акватории озера, в его прибрежных и центральной частях.

Рекомендации:

Следует обратить внимание муниципалитета и контролирующих природоохранных служб г. Владивосток и Приморского края (Росприроднадзор, Роспотребнадзор, Примгидромет) на продолжающиеся сбросы канализационных вод со стороны микрорайона Патрокл и возможное загрязнение вод озера в результате работы кафетерия, расположенного на его восточном берегу. Необходимо установить регулярный мониторинг экологического состояния озера Торфянка совместными усилиями государственных, общественных и образовательных организаций (школы, вузы) с привлечением специалистов ДВО РАН.

1. Раков В.А., Шарова О.А. Современное состояние и проблемы сохранения экосистемы реликтового озера во Владивостоке // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2008. № 4. С. 76–81.

2. Реликтовое безымянное озеро во Владивостоке // Патрокл. 2017. Электронный ресурс: <https://patrokl.info/2017/02/03/lake/> (доступ 30 марта 2024 г.).

3. Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2019. 240 с.

УДК 556.53

СТРУКТУРА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ РЕК ПРИМОРСКОГО КРАЯ)*

Г.К. Дроздов, Г.С. Тищенко, 9 класс

МБОУ СОШ № 73, г. Владивосток, Россия

Т.С. Вшивкова, Ph.D., с.н.с.

ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН; заведующий научной лабораторией экологического мониторинга, доцент, Международный институт окружающей среды и туризма, ВВГУ, Владивосток, Россия

* Работа выполнена в лаборатории ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН и научной лаборатории экологического мониторинга Международного института окружающей среды и туризма (ВВГУ) и доложена на XX Международной молодёжной экологической конференции «Человек и Биосфера» в марте 2023 г. (1 место); в апреле 2024 г. на международном этапе Российского открытого молодёжного водного конкурса в г. Москве авторы проекта получили диплом победителя в номинации «Сохранение биоразнообразия водных объектов».