

Научная статья
УДК 574.583:574.21:574.633
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-24-32>
EDN GLHMVM

Таксономический состав и экологические особенности фитопланктона озера Островито (Псковская область)

Татьяна Викторовна Дрозденко

*Псковский государственный университет,
Псков, Россия, tboichuk@mail.ru*

Аннотация. Озеро Островито, расположенное в Псковской области и принадлежащее бассейну р. Белявицы, притоку р. Великая, занимает площадь 1,1 км², имеет максимальную глубину 16,0 м и представляет собой важный рекреационный и рыбохозяйственный объект Псковской области, постоянно испытывающий на себе антропогенное воздействие из-за непосредственной близости деревень и базы отдыха. Проведены мониторинговые работы по оценке экологического состояния данного озера. Целью работы являлось исследование видового богатства, количественных характеристик и экологических особенностей фитопланктона оз. Островито в осенний период 2020 г. В ходе исследования идентифицировано 65 видовых и внутривидовых таксонов фитопланктона из 7 отделов. Основу флористического комплекса составляли представители отделов Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanobacteria. Анализ флористического сходства фитопланктонных сообществ исследуемых станций озера с использованием индекса Сьеренсена – Чекановского показал их среднюю степень сходства (от 43,3 до 58,1 %). Значения численности осеннего фитопланктона изменялись от 127 тыс. кл./л до 488 тыс. кл./л (средняя численность – около 290 тыс. кл./л). Биомасса фитопланктона колебалась в пределах 68,7–110 мкг/л (средняя биомасса – 96,1 мкг/л). Среднее значение индекса трофности Милиуса составило 21,1, что свидетельствует об олиготрофном типе водоема. Согласно эколого-географическому анализу в оз. Островито преобладали пресноводные широко распространенные планктонные формы микроводорослей, предпочитающие слабощелочные воды и указывающие на умеренное загрязнение водоема.

Ключевые слова: фитопланктон, таксономический состав, микроводоросли, численность, биомасса, трофность

Благодарности: исследование частично выполнено за счет гранта Псковского государственного университета (проект «Экологический мониторинг дельты реки Великой по структуре и физиологической активности фитопланктона и показателям качества воды»).

Для цитирования: Дрозденко Т. В. Таксономический состав и экологические особенности фитопланктона озера Островито (Псковская область) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 24–32. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-24-32>. EDN GLHMVM.

Original article

Taxonomic composition and ecological features of phytoplankton in Lake Ostrovito (Pskov region)

Tatyana V. Drozdenko

*Pskov State University,
Pskov, Russia, tboichuk@mail.ru*

Abstract. Lake Ostrovito is located in the Pskov region and belongs to the basin of the Belyavitsa River, a tributary of the Velikaya River. The lake covers an area of 1.1 km², with a maximum depth of 16.0 m and presents an important recreational and fishery facility in the Pskov region, constantly experiencing anthropogenic impact due to the close proximity of villages and recreation centers. Monitoring works have been conducted to assess the ecological state of this lake. The aim of the work was to study the species richness, quantitative characteristics and ecological features of phytoplankton of Lake Ostrovito in the autumn period of 2020. The study identified 65 species and intraspecific phytoplankton taxa from 7 phylums. The basis of the floral complex was made up of representatives of the departments Chlorophyta, Bacillariophyta and Cyanobacteria. The analysis of the floral similarity of phytoplankton communities of the studied lake stations using the Sierensen-Chekanovsky index showed their average degree of similarity (from 43.3 to 58.1%). The values of the abundance of autumn phytoplankton varied from 127 thousand cells/l to

488 thousand cells/l (the average number is about 290 thousand cells/l). Phytoplankton biomass ranged from 68.7-110 micrograms/l (average biomass – 96.1 micrograms/l). The average value of the Milius trophic index was 21.1, which indicates an oligotrophic type of reservoir. According to ecological and geographical analysis, freshwater widespread planktonic forms of microalgae predominated in Lake Ostrovito, preferring slightly alkaline waters and indicating moderate pollution of the reservoir.

Keywords: phytoplankton, taxonomic composition, microalgae, abundance, biomass, trophicity

Acknowledgment: the study was supported by a grant from the Pskov State University (project “Ecological monitoring of the Velikaya River Delta in terms of the structure and physiological activity of phytoplankton and water quality indicators”).

For citation: Drozdenco T. V. Taxonomic composition and ecological features of phytoplankton in Lake Ostrovito (Pskov region). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2023;2:24-32.* (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-24-32>. EDN GLHMVM.

Введение

В связи с увеличивающейся антропогенной нагрузкой на биосферу гидробиологический мониторинг является необходимым мероприятием для контроля благополучия водной среды. В качестве естественных водоемов озера играют важную роль в природе и являются уникальными объектами для исследования состояния окружающей среды [1]. Они располагают огромными природными ресурсами – пресной водой и рыбой. Разнообразие первичных продуцентов, являющихся начальным звеном в пищевых цепях любого водоема, определяет качество воды и, как следствие, рыбные богатства. Также микроводоросли выступают индикаторами всех протекающих в водных объектах процессов, в том числе и связанных с антропогенной деятельностью [2]. Обладающие высокой скоростью размножения и быстрой реакцией на изменения внешних условий, планктонные водоросли очень удобны в биоиндикационных исследованиях качества водной среды [3–5].

Оз. Островито находится в Пустошкинском районе Псковской области, относится к бассейну р. Бежавицы, притоку р. Великая, имеет площадь 1,1 км² и максимальную глубину 16,0 м (средняя глубина составляет 6,0 м). Озеро является проточным, имеет песчано-илисто-каменистое дно. Тип озера – лещово-уклейный с судаком. Массовыми видами рыб являются лещ, щука, ерш, окунь, плотва, белый амур, судак, пелядь, чудской сиг, язь,

линь, красноперка, щиповка, верховка, вьюн, угорь, пескарь, укляя, густера, карась, голец, бычок-подкаменщик, карп, пестрый толстолобик [6].

Оз. Островито представляет собой важный рекреационный и рыбохозяйственный объект Псковской области, постоянно испытывающий на себе антропогенное воздействие из-за непосредственной близости деревень и базы отдыха, поэтому мониторинговые работы по оценке экологического состояния данного озера являются необходимыми.

Изучение видовой структуры фитопланктона озера является актуальным не только с точки зрения инвентаризации биоразнообразия, но и в целях наиболее эффективного использования и охраны водоема [7]. Альгологические исследования позволят выявить и оценить неблагоприятные изменения во всей экосистеме водоема даже при проведении краткосрочного мониторинга [8].

Целью настоящей работы являлось исследование видового богатства, количественных характеристик и экологических особенностей фитопланктона оз. Островито в осенний период 2020 г.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в октябре 2020 г. Сбор гидробиологического материала осуществлялся в октябре 2020 г. с поверхностного горизонта пяти станций (ст.) (рис. 1).

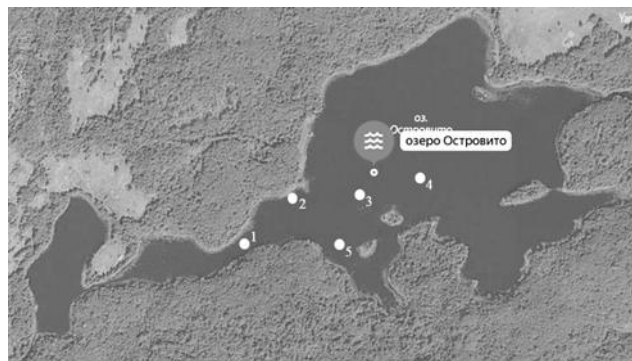


Рис. 1. Карта-схема оз. Островито со станциями отбора проб

Fig. 1. Map of Lake Ostrovito with sampling stations

Для отбора использовали пластиковые емкости объемом 0,5 л. Собранный материал фиксировали 40 %-м формалином до слабого запаха и обрабатывали общепринятыми методами [9] в лаборатории комплексных экологических исследований Псковского государственного университета.

Фитопланктон отбирали пробоотборниками объемом 0,5 л с поверхностного слоя (0,3–0,5 м). Пробы фиксировали формалином (40 %), доводя до концентрации 2–4 %. Обработку материала проводили стандартными методами [9, 10].

Исследование таксономического состава фитопланктона проводили с помощью определителей, указанных в [3]. При выделении отделов водорослей придерживались системы, принятой на сайте AlgaeBase [11].

Численность микроводорослей просчитывали в камере Нажотта (0,05 мл) и пересчитывали на 1 л по общепринятой формуле [3]. Биомассу водорослей вычисляли методом приведения формы водорослей к геометрическим фигурам [12].

К доминирующим относили виды, численность которых составляла более 10 % общей численности микроводорослей.

Сходство видового состава фитопланктонных сообществ исследуемых станций оценивалось с использованием индекса Сьеренсена – Чекановского [13].

Для расчета трофического статуса водоема использовали индекс трофности Милиус [14]. Экологические характеристики водорослей узнавали из монографии Д. Н. Судницыной [7, 15].

Статистическую обработку данных и построение графических изображений производили с использованием программы «МО Excel».

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования осеннего фитопланктона оз. Островито было идентифицировано 65 видовых и внутривидовых таксонов фитопланктона из 7 отделов, из которых по представленности видами доминировали 3: Chlorophyta (30,8 %), Bacillariophyta (27,7 %) и Cyanobacteria (16,9 %). Заметный вклад в видовое богатство фитопланктонных сообществ вносили также представители отдела Chrysophyta (9,2 %) (рис. 2, табл. 1).

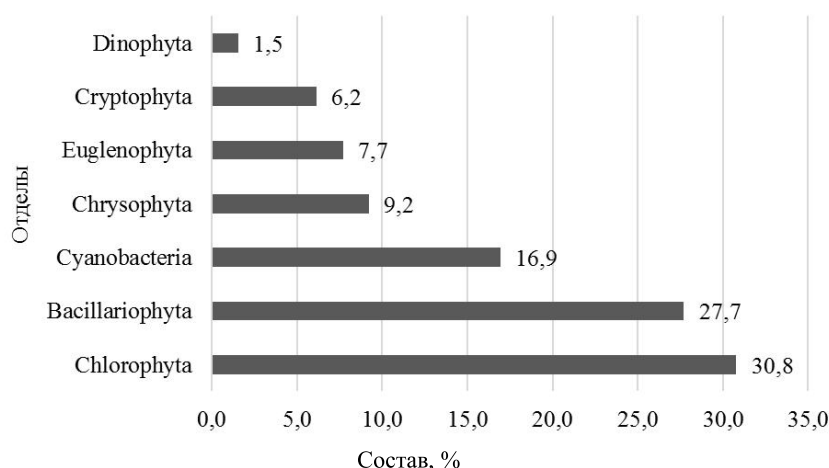


Рис. 2. Общий таксономический состав фитопланктона оз. Островито

Fig. 2. General taxonomic composition of the phytoplankton in Lake Ostrovito

Таблица 1

Table 1

Таксономический список фитопланктона оз. Островито (октябрь, 2020 г.)*

Taxonomic list of phytoplankton of Lake Ostrovito (October, 2020)

№ п/п	Видовые и внутривидовые таксоны микроводорослей	Станции				
		1	2	3	4	5
1	<i>Anabaena</i> sp.	–	–	–	√	–
2	<i>Aphanizomenon flos-agua</i>	–	–	–	√	–
3	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	√	–	–	–	–
4	<i>Aphanotece microscopica</i>	√	√	√	–	–
5	<i>Asterionella formosa</i>	–	–	√	–	√

Окончание табл. 1
 Ending of the table 1

Drozdhenko T. V. Taxonomic composition and ecological features of phytoplankton in Lake Ostrovno (Pskov region)

№ п/п	Видовые и внутривидовые таксоны микроводорослей	Станции				
		1	2	3	4	5
6	<i>Aulacoseira granulata</i>	✓	✓	✓	✓	✓
7	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	–	–	–	✓	–
8	<i>Bulbohaete</i> sp.	–	✓	–	–	–
9	<i>Chlamydomonas globosa</i>	✓	✓	✓	–	–
10	<i>Chlamydomonas</i> sp.	✓	✓	✓	✓	✓
11	<i>Chlorella vulgaris</i>	✓	✓	✓	✓	✓
12	<i>Chromulina rosanoffii</i>	✓	✓	✓	–	–
13	<i>Chroomonas acuta</i>	✓	✓	–	–	–
14	<i>Closterium</i> sp.	–	–	–	–	–
15	<i>Chroococcus minimus</i>	–	–	–	✓	–
16	<i>Chrysococcus rufescens</i>	✓	✓	✓	✓	✓
17	<i>Cocconeis placentula</i>	✓	–	✓	✓	–
18	<i>Cymatopleura solea</i>	–	–	✓	–	–
19	<i>Cryptomonas erosa</i>	✓	–	–	–	–
20	<i>Cryptomonas ovata</i>	–	–	✓	–	–
21	<i>Cryptomonas</i> sp.	✓	✓	–	–	✓
22	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	–	✓	✓	–	–
23	<i>Cyclotella</i> sp.1	✓	✓	✓	✓	✓
24	<i>Cyclotella</i> sp.2	–	–	–	–	✓
25	<i>Dinobryon sociale</i>	✓	✓	–	✓	✓
26	<i>Didimocystis planctonicus</i>	✓	–	✓	✓	✓
27	<i>Dinobryon divergens</i>	✓	✓	✓	✓	✓
28	<i>Elaktothrix gelatinosa</i>	–	✓	–	–	✓
29	<i>Euglena</i> sp.	–	✓	–	–	–
30	<i>Fragilaria</i> sp.	–	–	–	–	✓
31	<i>Fragilaria crotonensis</i>	✓	✓	✓	✓	✓
32	<i>Gymnodinium</i> sp.	–	–	✓	–	✓
33	<i>Kephyron</i> sp.	✓	–	✓	–	✓
34	<i>Lepocinclis ovum</i>	–	–	–	–	✓
35	<i>Lepocinclis</i> sp.	–	✓	–	–	–
36	<i>Mallomonas</i> sp.	✓	–	–	–	✓
37	<i>Merismopedia tenuissima</i>	✓	✓	✓	✓	✓
38	<i>Merismopedia minima</i>	–	–	–	–	✓
39	<i>Microcrocis viridis</i>	–	✓	–	–	✓
40	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	✓	–	–	–	–
41	<i>Monoraphidium minutum</i>	–	–	✓	✓	✓
42	<i>Navicula dicephala</i>	✓	–	–	✓	–
43	<i>Navicula radiosa</i>	✓	–	–	–	–
44	<i>Navicula</i> sp.	–	–	✓	–	–
45	<i>Oocystis lacustris</i>	✓	–	–	–	–
46	<i>Oocystis</i> sp.	✓	✓	✓	–	–
47	<i>Phacotus lenticularis</i>	–	–	✓	–	✓
48	<i>Pinnularia gibba</i>	–	–	–	✓	–
49	<i>Planctolyngbya limnetica</i>	–	–	–	✓	–
50	<i>Planothidium lanceolatum</i>	✓	–	✓	–	–
51	<i>Rhabdogloea scenodesmoides</i>	✓	–	–	–	–
52	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	–	✓	✓	–	–
53	<i>Snowella lacustris</i>	–	–	–	–	✓
54	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	–	✓	–	–	–
55	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> var. <i>pusilla</i>	✓	✓	✓	✓	✓
56	<i>Shroederia setigera</i>	–	✓	–	–	–
57	<i>Stigeoclonium</i> sp.	–	✓	–	–	–
58	<i>Tabellaria fenestrata</i>	✓	–	–	–	–
59	<i>Tetraedron incus</i>	✓	–	–	–	–
60	<i>Tetraedron minimum</i>	–	✓	–	–	–
61	<i>Tetrastrum triangulare</i>	✓	–	–	–	✓
62	<i>Trachelomonas volvocina</i>	✓	✓	✓	✓	✓
63	<i>Trachelomonas</i> sp.	–	–	–	–	✓
64	<i>Ulnaria acus</i>	✓	✓	✓	✓	✓
65	<i>Ulothrix</i> sp.	–	–	✓	–	–

* «✓» – присутствие вида на станции; «–» – отсутствие вида; фоном выделены виды, обнаруженные на всех станциях исследования.

В зависимости от станции исследования количество видовых таксонов водорослей изменялось от 22 до 33 (рис. 3).

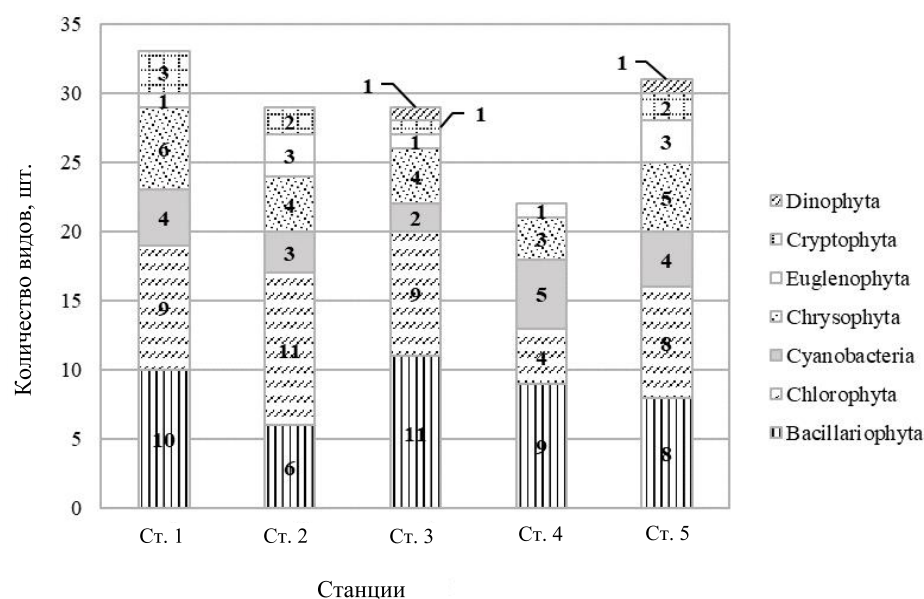


Рис. 3. Вклад отделов в видовое богатство альгофлоры оз. Островито на исследуемых станциях

Fig. 3. Contribution of sections to the species richness of the algoflora in Lake Ostrovito at the researched stations

Наиболее богата диатомовыми водорослями была ст. 3, содержащая 11 видов. На ст. 2 самым богатым в видовом отношении отделом являлся отдел Chlorophyta, представленный 11-ю видами. На ст. 4, по сравнению с другими станциями, было выявлено меньше всего видовых таксонов микроводорослей – 22, однако количество видов цианобактерий было самым высоким – 5. Максимальное число золотистых водорослей зарегистрировано на ст. 1 (6 видов). Количество представителей отдела Cryptophyta

изменялось от 1 до 3 видов в зависимости от станции. Динофитовые водоросли отмечались только на ст. 3 и 5 и были представлены лишь одним видом – *Gymnodinium* sp. (см. рис. 3, табл. 1).

При анализе флористического сходства альгофлор разных станций с использованием индекса Сьеренсена – Чекановского отмечалась средняя степень сходства: от 43,3 до 58,1 %. Наиболее близки в видовом отношении были станции 1 и 2, наименее – 2 и 5 (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Сходство видового состава фитопланктонных сообществ по индексу Сьеренсена – Чекановского, %

Similarity of the species composition of phytoplankton communities according to the Sjorensen – Chekanowski index, %

Станция	1	2	3	4	5
1		58,1	57,1	50,1	56,3
2	58,1		57,6	47,1	43,3
3	57,1	57,6		53,8	49,2
4	50,9	47,1	53,8		52,8
5	56,3	43,3	49,2	52,8	

Количественные показатели фитопланктона в оз. Островито на всех станциях были на низком уровне. Это связано с тем, что исследование проводилось в конце вегетационного периода фитопланктона.

Значения численности фитопланктона изменялись от 127 тыс. кл./л на ст. 4 до 488 тыс. кл./л на ст. 2.

Средняя численность микроводорослей составила около 290 тыс. кл./л.

Самые низкие значения биомассы отмечены на ст. 5 – 68,7 мкг/л, высокие – на ст. 2 – 109,1 мкг/л. Средняя биомасса фитопланктона озера в исследованный период составила 96,1 мкг/л (табл. 3).

Количественные показатели фитопланктона оз. Островито
 Quantitative indicators of phytoplankton in Lake Ostrovito

Показатель	Станция					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
<i>N</i> , тыс. кл./л	342,4	488,0	276,8	127,4	210,7	289,1 ± 136,8
<i>B</i> , мкг/л	99,2	109,1	105,0	98,7	68,7	96,1 ± 15,9

Почти на всех станциях исследования среди доминант по численности отмечались диатомовая *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen (кроме ст. 2) (рис. 4) и золотистая водоросль *Chrysococcus rufescens* Klebs (кроме ст. 3) (рис. 5).

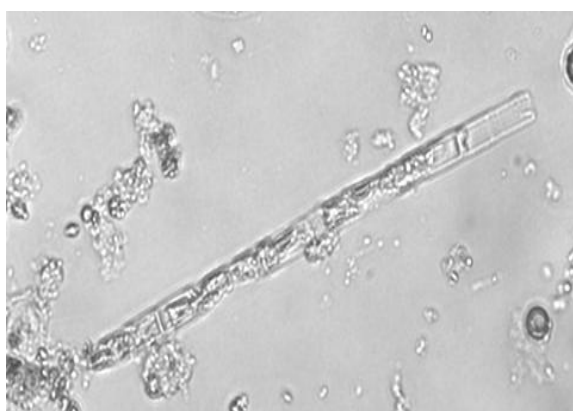


Рис. 4. *Aulacoseira granulata*

Fig. 4. *Aulacoseira granulata*

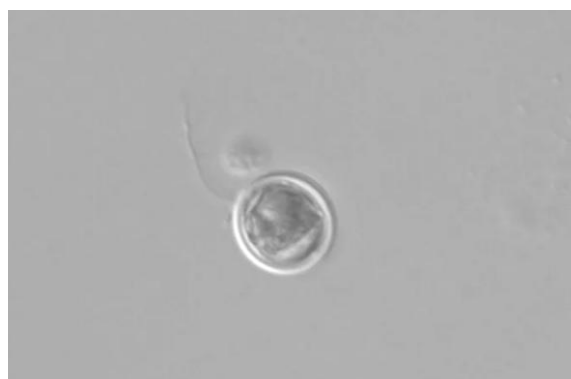


Рис. 5. *Chrysococcus rufescens*

Fig. 5. *Chrysococcus rufescens*

Также на разных станциях исследования среди доминант отмечались цианобактерии *Aphanothece microscopica* Nägeli, *Aphanocapsa delicatissima* West & G. S. West, *Microcystis viridis* (A. Braun) Lemmermann и *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák.

При анализе вклада основных отделов водорослей в общую численность показано (рис. 6) что на всех станциях, кроме ст. 4, значительную роль играли цианобактерии (29,1–57,7 %).

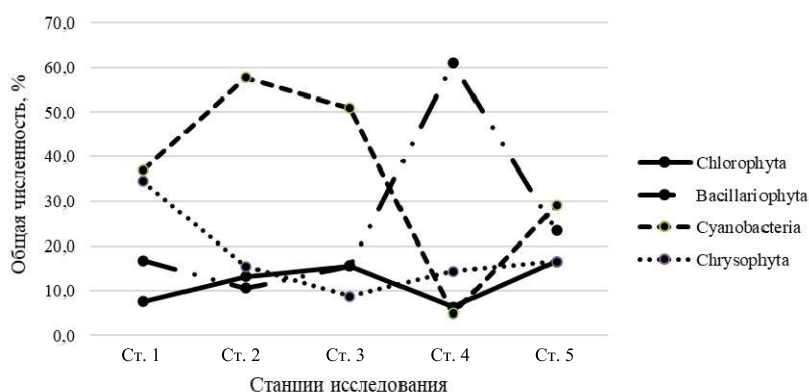


Рис. 6. Вклад основных отделов водорослей в общую численность

Fig. 6. Contribution of the main sections of algae to the total abundance

На ст. 4 вместо цианобактерий в количественном отношении доминировали диатомовые водоросли. Вклад золотистых водорослей в численность особенно заметен на ст. 1 – около 35 %.

Основная роль в биомассе принадлежит отделу Bacillariophyta (48,7–94 %) за счет крупноклеточных представителей; на ст. 2 и 3 заметно присутствие в биомассе зеленых водорослей (рис. 7).

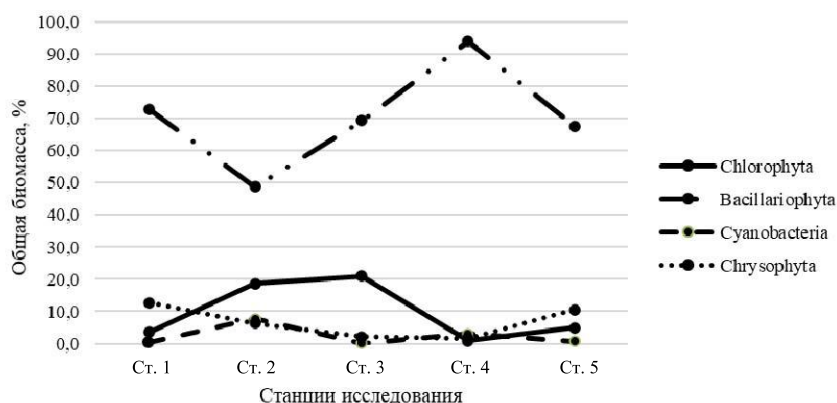


Рис. 7. Вклад основных отделов водорослей в общую биомассу

Fig. 7. Contribution of the main sections of algae to the total biomass

Рассчитанный индекс трофности Милиус был наименьшим на ст. 5 и составлял 17,9, наибольшим – на ст. 2 – 22,5. На ст. 1 индекс Милиус был 21,6, на 3 станции – 22,1, на ст. 4 – 21,4. Все полученные значения указывали на олиготрофный тип оз. Островито. Средний индекс трофности Милиус составил 21,1.

Эколого-географический анализ фитопланктона показал, что по распространению доминировали широко распространенные виды микроводорослей (космополиты) – 41 вид (63 %). Также были встречены голарктические и бореальные группы, содержащие 3 и 2 вида соответственно. Данных не было почти у 30 % водорослей (рис. 8, а).

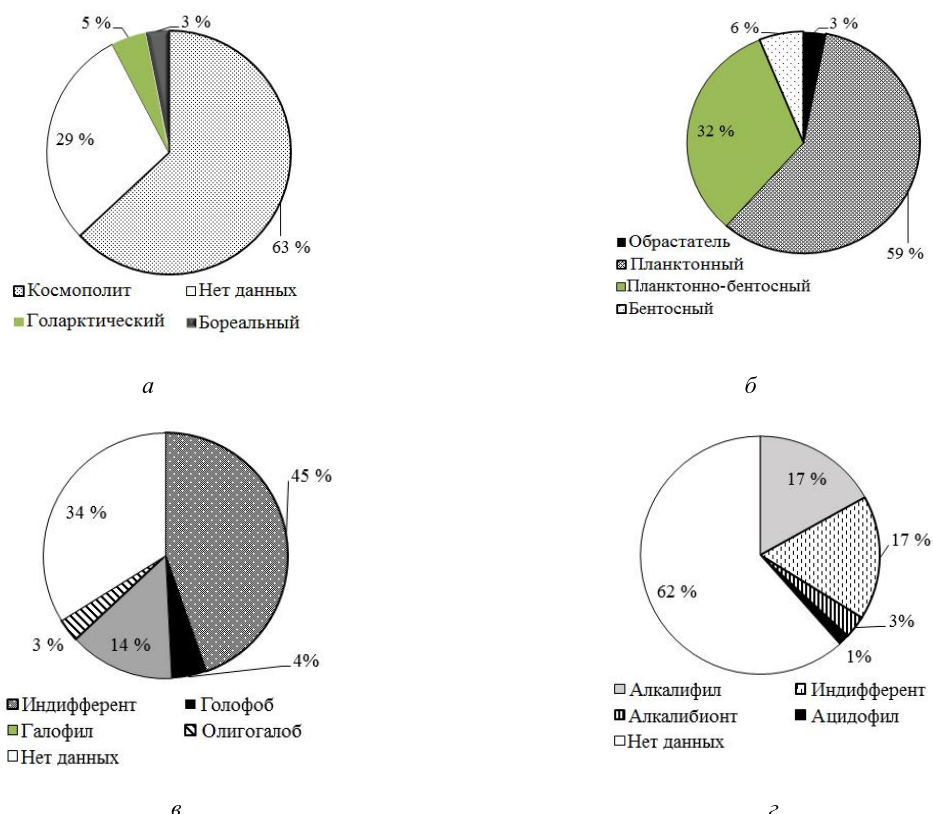


Рис. 8. Эколого-географическая характеристика фитопланктона оз. Островито: а – по распространению; б – по приуроченности к местообитанию; в – по отношению к солености; г – по отношению к pH

Fig. 8. Ecological and geographical characteristics of phytoplankton in Lake Ostrovito: а – by distribution; б – by confinement to the habitat; в – in relation to salinity; г – in relation to pH

По приуроченности к местообитанию 38 видовых таксонов микроводорослей относилась к планктонным формам (59 %), 21 – к планктонно-бентосным (32 %), 4 – к бентосным (6 %), к обрастателям – 2 (см. рис. 8, б).

По отношению к фактору солености доминировали индифференты – 29 видовых таксонов фитопланктона (45 %). Среди галофилов и галофобов встречено 9 (14 %) и 3 (4 %) вида соответственно. Данных по этому фактору не имелось у 22 видов встреченных водорослей (см. рис. 8, в).

По отношению к рН воды 40 микроводорослей данных не имело (62 %). На алкалифилов и индифферентов приходилось по 11 представителей (по 17 %). Было встречено 2 алкалибионта (3 %) и 1 ацидофил (1 %) (см. рис. 8, з).

Большинство идентифицированных микроводорослей являлись β-мезосапробами, составляющими 44 % от видов, имеющих данные, что свидетельствует о β-мезосапробной зоне самоочищения озера (рис. 9).

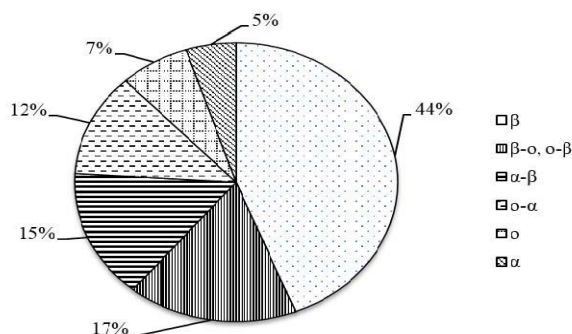


Рис. 9. Группы фитопланктона по отношению к загрязнению органическим веществом

Fig. 9. Groups of phytoplankton by organic matter pollution

Полученные данные эколого-географического анализа фитопланктона оз. Островито в целом соотносятся с таковыми у фитопланктона других исследованных водоемов Псковской области [1, 3].

Заключение

Таким образом, в осенний период 2020 г. в оз. Островито идентифицировано 65 видовых и внутривидовых таксонов фитопланктона из 7 отделов. Основу флористического комплекса составляли представители отделов Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanobacteria.

Анализ флористического сходства фитопланктонных сообществ исследуемых станций озера с использованием индекса Сьеренсена – Чекановского показал их среднюю степень сходства (от 43,3 до 58,1 %).

Значения численности осеннего фитопланктона изменялись от 127 тыс. кл./л до 488 тыс. кл./л.

Средняя численность составила около 290 тыс. кл./л. Биомасса фитопланктона наблюдалась в пределах 68,7–110 мкг/л. Средняя биомасса составила 96,1 мкг/л.

Почти на всех станциях исследования по численности доминировали диатомовая водоросль *Aulacoseira granulata* и золотистая водоросль *Chrysooccus rufescens*.

Среднее значение индекса трофности Милиус составило 21,1, что свидетельствует об олиготрофном типе водоема.

Согласно эколого-географическому анализу в оз. Островито преобладали пресноводные широко распространенные планктонные формы микроводорослей, предпочитающие слабощелочные воды и указывающие на умеренное загрязнение водоема.

Список источников

1. Дрозденко Т. В. Фитопланктон как индикатор экологического состояния водоема (на примере озера Барское, Псковская область) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер.: Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 225–231. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-225-231.
2. Судницкая Д. Н. Разнообразие водорослей озер и рек Псковской области // Вестн. Псков. гос. педагог. ун-та. Сер.: Естественные и физико-математические науки. 2007. № 2. С. 3–13.
3. Дрозденко Т. В., Ангал Т. К. Оценка качества воды устья реки Великой по показателям фитопланктона //

- Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 51–60. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-1-51-60.
4. Barinova S., Krupa E. Bioindication of Ecological State and Water Quality by Phytoplankton in the Shardara Reservoir, Kazakhstan // Environment and Ecology Research. 2017. N. 5 (2). P. 73–92. DOI: 10.13189/eer.2017.050201
5. Kaiser M. J. Marine Ecology: Processes, systems, and impacts. Oxford: Oxford University Press, 2011. 576 p.
6. Озера Пустошкинского района // Озера и реки Псковской области. URL: http://pskovfish.ru/ozero-sp/ozera_pust.htm (дата обращения: 22.12.2022).

7. Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.

8. Малышева А. А., Кривина Е. С., Кузьмина К. А. Состав и структура фитопланктона памятника природы оз. Яицкое (Самарская область, Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018. № 3 (3). С. 70–79. DOI: 10.24189/ncr.2018.042.

9. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: метод. рук. М.: Университет и школа, 2003. 157 с.

10. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979. 168 с.

11. Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения: 22.05.2021).

12. Кузьмин Г. В. Таблицы для вычисления биомассы водорослей. Магадан: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1984. 47 с.

13. Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 176 с.

14. Исаченко А. Г., Бовыкин И. В., Румянцев В. А., Сорокин И. Н. Теоретические вопросы классификации озер / под ред. Н. П. Смирнова. СПб.: Наука, 1993. 185 с.

15. Судницына Д. Н. Альгофлора водоемов Псковской области. Псков: ООО «ЛОГОС Плюс», 2012. 224 с.

References

1. Drozdenko T. V. Fitoplankton kak indikator ekologicheskogo sostoianii vodoema (na primere ozera Barskoe, Pskovskaia oblast') [Phytoplankton as indicator of ecological state of reservoir (study of Lake Barskoe, Pskov region)]. *Izvestiia Saratovskogo universiteta. Novaia seriia. Seriia: Khimiia. Biologiia. Ekologiia*, 2018, vol. 18, iss. 2, pp. 225-231. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-225-231.

2. Sudnitsyna D. N. Raznoobrazie vodoroslei ozer i rek Pskovskoi oblasti [Diversity of algae in lakes and rivers of Pskov region]. *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriia: Estestvennye i fiziko-matematicheskie nauki*, 2007, no. 2, pp. 3-13.

3. Drozdenko T. V., Antal T. K. Otsenka kachestva vody ust'ia reki Velikoi po pokazateliam fitoplanktona [Estimation of water quality in mouth of Velikaya River according to phytoplankton indicators]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriia: Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 1, pp. 51-60. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-1-51-60.

4. Barinova S., Krupa E. Bioindication of Ecological State and Water Quality by Phytoplankton in the Shardara Reservoir, Kazakhstan. *Environment and Ecology Research*, 2017, no. 5 (2), pp. 73-92. DOI: 10.13189/eer.2017.050201.

5. Kaiser M. J. *Marine Ecology: Processes, systems, and impacts*. Oxford, Oxford University Press, 2011. 576 p.

6. Oзера Pustoshkinskogo raiona [Lakes of Pustoshkinsky region]. *Ozera i reki Pskovskoi oblasti*. Available at: http://pskovfish.ru/ozero-sp/ozera_pust.htm (accessed: 22.12.2022).

7. Barinova S. S., Medvedeva L. A., Anisimova O. V. *Bioraznoobrazie vodoroslei-indikatorov okruzhaiushchei sredy* [Biodiversity of environmental indicator algae]. Tel'-Aviv, PiliesStudio, 2006. 498 p.

8. Malysheva A. A., Krivina E. S., Kuz'mina K. A. *Sostav i struktura fitoplanktona pamiatnika prirody oz. laitskoe (Samarskaia oblast', Rossiia)* [Composition and structure of phytoplankton of natural monument of Lake Yaitskoe (Samara region, Russia)]. *Nature Conservation Research. Zapovednaia nauka*, 2018, no. 3 (3), pp. 70-79. DOI: 10.24189/ncr.2018.042.

9. Sadchikov A. P. *Metody izucheniia presnovodnogo fitoplanktona: metodicheskoe rukovodstvo* [Methods for studying freshwater phytoplankton: methodological guide]. Moscow, Universitet i shkola Publ., 2003. 157 p.

10. Fedorov V. D. *O metodakh izucheniia fitoplanktona i ego aktivnosti* [On methods of studying phytoplankton and its activity]. Moscow, Izd-vo MGU, 1979. 168 p.

11. Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at: <http://www.algaebase.org> (accessed: 22.05.2021).

12. Kuz'min G. V. *Tablitsy dlia vychisleniia biomassy vodoroslei* [Tables for calculating algae biomass]. Magadan, Izd-vo DVNTs AN SSSR, 1984. 47 p.

13. Shmidt V. M. *Statisticheskie metody v sravnitel'noi floristike* [Statistical methods in comparative floristry]. Leningrad, Izd-vo Leningr. un-ta, 1980. 176 p.

14. Isachenko A. G., Bovykin I. V., Rumiantsev V. A., Sorokin I. N. *Teoreticheskie voprosy klassifikatsii ozer* [Theoretical questions of lake classification]. Pod redaktsiei N. P. Smirnova. Saint-Petersburg, Nauka Publ., 1993. 185 p.

15. Sudnitsyna D. N. *Al'goflora vodoemov Pskovskoi oblasti* [Algoflora of reservoirs of Pskov region]. Pskov, ООО «ЛОГОС Плюс», 2012. 224 p.

Статья поступила в редакцию 20.01.2023; одобрена после рецензирования 27.03.2023; принята к публикации 05.06.2023
The article is submitted 20.01.2023; approved after reviewing 27.03.2023; accepted for publication 05.06.2023

Информация об авторе / Information about the author

Татьяна Викторовна Дрозденко – кандидат биологических наук; доцент кафедры экологии и экспериментальной биологии, старший научный сотрудник лаборатории комплексных экологических исследований; Псковский государственный университет; tboichuk@mail.ru

Tatyana V. Drozdenko – Candidate of Biological Sciences; Assistant Professor of the Department of Ecology and Experimental Biology, Senior Researcher of the Laboratory of Integrated Environmental Research; Pskov State University; tboichuk@mail.ru