

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДРОСЛЕЙ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2021

Мелькумов Г.М.

Воронежский государственный университет (г. Воронеж, Российская Федерация)

Аннотация. Работа посвящена многолетнему изучению видового разнообразия и экологических особенностей водорослей Воронежского водохранилища. В ходе альгологического исследования выявлено 228 видов водорослей, принадлежащих к 7 отделам, 14 классам, 38 порядкам, 60 семействам и 99 родам. Большинство видов относится к отделам Bacillariophyta (110 видов), Chlorophyta (60) и Cyanophyta (34). Установлено, что большинство водорослей водохранилища обладают одноклеточными и колониальными типами организации, шаровидными, грушевидными или нитчатыми структурами таллома, наличием жгутиковых стадий в жизненных циклах. Наибольшее число таксонов относятся к группам β -мезосапробионтов (74), ксеносапробионтов и олиго- β -мезосапробионтов (29). Чаше других в водоеме встречаются планктонные водоросли (116), реже – бентосные (62) и «перифитонные» (50). Основными факторами, способствующими «цветению» воды в Воронежском водохранилище, являются мелководья, сброс неочищенных сточных и ливневых вод, повышенная температура. Для решения этой проблемы предложены следующие мероприятия: грамотный и системный подход снижения загрязненности водохранилища, разработка эффективных методов регуляции качества воды, снижение доли антропогенной нагрузки на водоем, увеличение количества водной фауны, разработка безопасных методов улучшения состояния водной акватории.

Ключевые слова: видовое разнообразие; водоросли; таллом; структура; организация; панцирь; зооспоры; жгутик; сапробионты; экологические группы; планктон; бентос; эвтрофикация; Воронежское водохранилище.

SPECIES DIVERSITY AND ECOLOGICAL FEATURES OF THE VORONEZH RESERVOIR ALGAE

© 2021

Melkumov G.M.

Voronezh State University (Voronezh, Russian Federation)

Abstract. The work is devoted to the long-term study of the species diversity and ecological features of the Voronezh reservoir algae. The algological study revealed 228 species of algae belonging to 7 divisions, 14 classes, 38 orders, 60 families and 99 genera. Most species belong to the departments Bacillariophyta (110 species), Chlorophyta (60) and Cyanophyta (34). It has been established that most of the algae of the water reservoir have unicellular and colonial types of organization, spherical, pear-shaped or filamentous structures of the thallom, there are flagellar stages in life cycles. The largest number of taxa belongs to the groups of β -mesosaprobionts (74), xenosaprobionts and oligo- β -mesosaprobionts (29). Planktonic algae are more common in the water reservoir (116), while benthic (62) and «periphytic» (50) are less common. The main factors contributing to the «blooming» of water in the Voronezh reservoir are shallow waters, discharge of untreated sewage and stormwater, elevated temperature. To solve this problem the following measures are proposed: a competent and systematic approach to reducing the pollution of the water reservoir, development of effective methods for regulating water quality, reducing the proportion of anthropogenic load on the reservoir, increasing the number of aquatic fauna, development of safe methods to improve the condition of the water area.

Keywords: species diversity; algae; thallom; structure; organization; shell; zoospores; flagellum; saprobionts; ecological groups; plankton; benthos; eutrophication; Voronezh reservoir.

Введение

Развитие урбанизации и рост промышленных объектов в городах сопровождается рядом негативных факторов, приводящих к необратимым изменениям в биосистемах. Стабильность и продуктивность урбанизированных территорий в существенной степени зависит от интенсивности биологических процессов, протекающих в водных ценозах, одним из показателей которых является качественный и количественный состав микроорганизмов, как составляющих биоразнообразия [1, с. 50–52; 2; 3, с. 115–135; 4].

Водоросли представляют собой важный компонент водных экосистем и использование их для оценки состояния антропогенно нарушенных территорий представляет собой несомненный интерес для изучения, поскольку они являются автотрофными организмами [5, с. 195–312; 6, с. 211–240; 7, с. 1449–1461], а простота их культивирования и быстрота ре-

акции на резко изменяющиеся условия окружающей среды позволяют использовать их в качестве биоиндикаторов [8, с. 33–42; 9, с. 78–85; 10, с. 655–659; 11, с. 412–416; 12, с. 441–453; 13, с. 73–83; 14].

Альгофлора Воронежского водохранилища в настоящее время изучена довольно слабо. Имеются лишь отдельные научные статьи, посвященные изучению растительного покрова водохранилища [15, с. 52–56; 16, с. 141–143], также встречаются разрозненные данные о видовом составе фитопланктона рассматриваемой территории, полученные В.П. Платоновой более 20 лет тому назад [17, с. 57–74; 18, с. 63–64; 19, с. 119–128], что свидетельствует о том, что проводимое автором исследование важно и актуально.

Цель и объекты исследования

Целью работы является изучение видового состава и экологических особенностей водорослей Воронежского водохранилища.

Водоросли – это обширная, в значительной мере сборная группа преимущественно автотрофных талломных фотосинтезирующих одноклеточных, колониальных и многоклеточных водных и почвенных организмов. Они выступают важным компонентом водных экосистем, участвуют в образовании органического вещества в воде, круговороте биогенных веществ, являются ценозообразующим звеном в природе, применяются в индикационных и мониторинговых научных исследованиях [20, с. 100–108].

Материал и методы исследования

Сбор полевого материала проводился в весенне-осенний периоды 2018–2021 годов на территории Воронежского водохранилища. Отбор проб и их обработку проводили по общепринятым методикам [21, с. 6–28; 22, с. 24–29; 23, с. 71–73].

Для определения видов водорослей использовался световой микроскоп «Биомед-1». Идентификация водорослей и их морфологическое описание проводилось с помощью определителей, монографий и учебных пособий [24, с. 8–38; 25, с. 32–106; 26, с. 54–252; 27, с. 121–130; 28, с. 22–262; 29, с. 11–34; 30, с. 10–90; 31, с. 19–100; 32, с. 60–148; 33, с. 12–250]. Сапробность выявленных видов водорослей определялась в соответствии с классификацией водных зон сапробности среди гидробионтов [28, с. 22–262; 34]: организмы сильно загрязненных вод (полисапробионты); организмы умеренно загрязненных вод (мезосапробионты), с двумя подгруппами β -мезосапробионтов и α -мезосапробионтов; организмы слабо загрязненных вод (олигосапробионты); организмы совершенно чистых вод (ксеносапробионты).

Названия таксонов водорослей приводятся в соответствии с данными интернет-ресурса <https://www.algaebase.org> (по состоянию на 11.10.2021) и расположены согласно системе С.С. Бариновой, Л.А. Медведевой [28, с. 22–262].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного альгологического исследования выявлено 228 видов водорослей, обитающих в Воронежском водохранилище и относящихся к 7 отделам, 14 классам, 38 порядкам, 60 семействам и 99 родам.

Большинство выявленных видов относится к отделам Bacillariophyta (110 видов; 48,2% от общего числа), Chlorophyta (60; 26,3%) и Cyanophyta (34; 14,9%). Данные отделы представлены 3 (21,4% от

общего числа классов), 4 (28,6%) и 1 (0,4%) классами; 15 (39,5% от общего числа порядков), 11 (29,0%) и 4 (11,4%) порядками; 35 (58,3% от общего числа семейств), 19 (31,7%) и 7 (11,7%) семействами; 35 (35,4% от общего числа родов), 33 (33,3%) и 15 (15,2%) родами соответственно. Меньшим числом видов характеризуются отделы Euglenophyta (10 видов; 4,4%), включающий 1 класс (7,1%), 1 порядок (2,6%), 2 семейства (3,3%), 4 рода (4,0%), Ochrophyta (9; 3,9%) с 3 классами (21,4%), 4 порядками (10,5%), 8 семействами (13,3%), 8 родами (8,1%), Dinophyta (3; 1,3%), представленный 1 классом (0,4%), 2 порядками (5,3%), 2 семействами (3,3%), 2 родами (2,0%), Cryptophyta (2; 0,9%), включающий 1 класс (0,4%); 1 порядок (2,6%), 1 семейство (1,7%) и 1 род (1,0%) (рис. 1).

При анализе морфологических особенностей водорослей установлено, что подавляющее число видов обладают одноклеточными и колониальными типами организации таллома, в меньшей степени – многоклеточными. По структуре таллома водоросли характеризуются шаровидными (коккоидными), грушевидными (монадными) и нитчатыми (трихальными) формами.

Для многих таксонов характерно наличие жгутиковых стадий и хлоропластов с пиреноидами, отличающихся своим строением. Количество хлоропластов может варьировать от 1 до нескольких. Расположение пиреноида в хроматофорах в клетках является важным диагностическим признаком при определении некоторых видов из отделов Euglenophyta и Chlorophyta.

При сравнении видов из отдела Bacillariophyta обнаружено, что основным отличием в строении таллома водорослей этой группы является форма панциря, характер расположения створок панциря, центрального и терминальных узелков. Другим важным признаком выступает наличие или отсутствие центрального шва, расположенного на брюшной стороне.

Обнаруженные водоросли отличаются способом расселения и распространения. У одних видов стенки таллома (одноклеточные, многоклеточные, колониальные формы) ослизняются, у других – присутствует в циклах развития жгутиковые клетки (зооспоры).

При анализе физико-биохимических свойств сапробионтов установлено, что выявленные виды водорослей Воронежского водохранилища относятся к 15 экологическим группам (рис. 2).

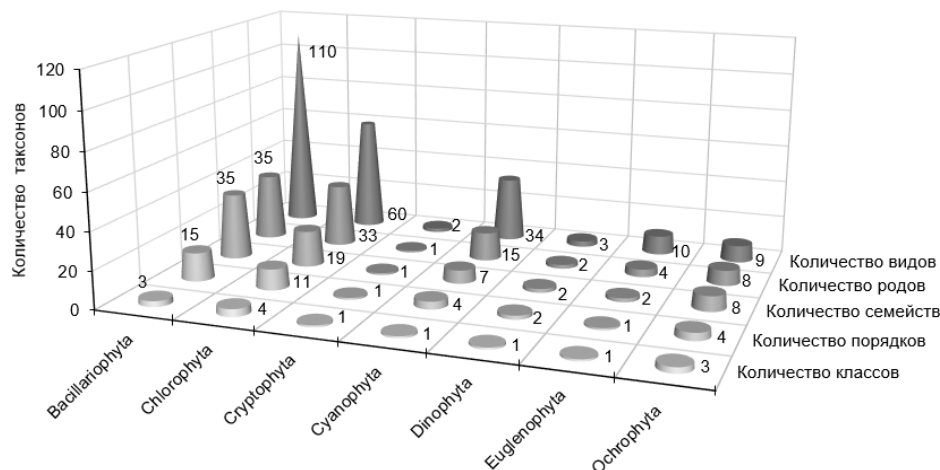


Рисунок 1 – Таксономическое распределение водорослей Воронежского водохранилища

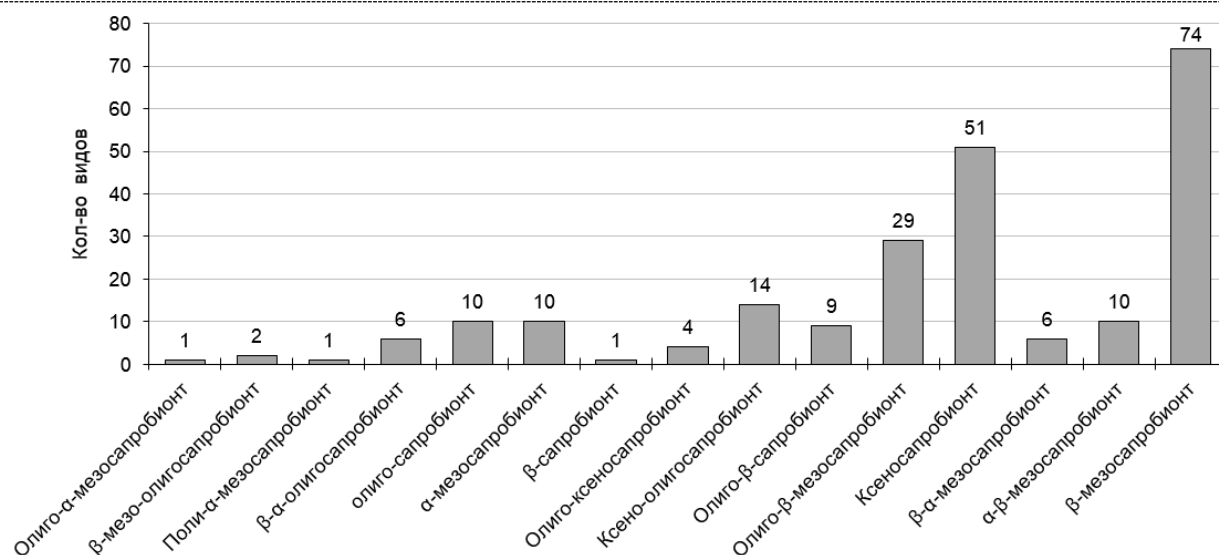


Рисунок 2 – Распределение видов водорослей-сапробионтов Воронежского водохранилища

Наибольшее число выявленных видов относилось к группам β-мезосапробионтов (74; 32,5%), ксено-сапробионтов (51; 22,4%), олиго-β-мезосапробионтов (29; 12,7%), ксено-олигосапробионтов (14; 6,2%), олиго-сапробионтов, α-мезосапробионтов, α-β-мезосапробионтов (10; 4,4%). Меньшим числом видов представлены группы олиго-β-сапробионтов (9; 3,9%), β-α-олигосапробионтов, β-α-мезосапробионтов (6; 2,6%), олиго-ксеносапробионтов (4; 1,8%), β-мезо-олигосапробионтов (2; 0,9%), олиго-α-мезосапробионтов, поли-α-мезосапробионтов, β-сапробионтов (1; 0,4%).

При анализе экологических групп водорослей было отмечено, что большинство видов относится к планктонным организмам (116 видов; 50,9% от общего числа видов), бентосным (62; 27,2%) и «перифитонным» (50; 21,9%) (рис. 3).

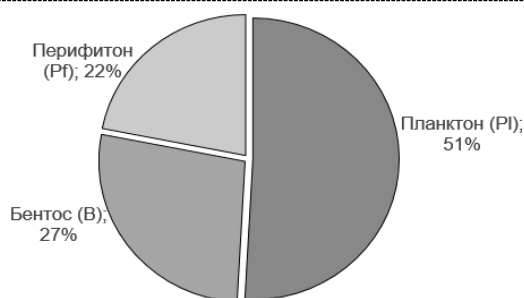


Рисунок 3 – Экологические группы водорослей Воронежского водохранилища

В результате альгологического обследования прибрежно-водной территории Воронежского водохранилища установлено, что некоторые из выявленных водорослей (виды из родов *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Tribonema* и др.) вызывают «цветение» водоемов, что губительно влияет на жизнь и существование в водной среде живых организмов. «Цветение» воды, главным образом, связано с 3 основными причинами. Во-первых, за время существования водохранилища произошли значительные изменения в его характеристиках. На мелководьях интенсивно развивается водная растительность, которая в процессе жизнедеятельности фильтрует и утилизирует различные химические вещества, которые, накапливаясь в продуктах разложения, приводят к вторич-

ному загрязнению. Во-вторых, одним из негативных антропогенных факторов, влияющих на состояние акватории, является сброс неочищенных сточных и ливневых вод. Также водоемом как местом сброса стоков пользуются некоторые предприятия. К тому же на активность водной растительности (и как следствие – на чистоту воды и запах) влияет температура, повышение которой приводит к усилению «цветения». Жара усиливает эвтрофикацию водоема. В результате в Воронежском водохранилище прогрессирует недостаток кислорода и развитие болезнетворной микрофлоры, что способствует чрезмерному росту водной растительности, в том числе видов сине-зеленых, зеленых и желто-зеленых водорослей – загрязнителей водной территории.

Заключение

Наибольший вклад в видовое разнообразие Воронежского водохранилища вносят представители водорослей из отделов *Bacillariophyta* и *Chlorophyta*, относящиеся к β-мезосапробионтам, ксеносапробионтам, олиго-β-мезосапробионтам, планктонным и бентосным экологическим группам.

К наиболее перспективным мероприятиям по улучшению качества воды Воронежского водохранилища относятся грамотный и системный подход снижения загрязненности водохранилища, разработка эффективных методов регуляции качества воды, снижение доли антропогенной нагрузки на водоем, увеличение количества водной фауны, разработка альтернативных безопасных методов улучшения состояния водной акватории.

Детальный анализ видового состава и морфолого-экологических особенностей водорослей позволит дать более полную альгологическую картину Воронежского водохранилища.

Список литературы:

1. Гузев В.С., Левин С.В. Перспективы эколого-микробиологической экспертизы состояния почв при антропогенных воздействиях // Почвоведение. 1991. № 9. С. 50–62.
2. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем. Новосибирск: Наука, 1991. 222 с.
3. Булгаков Н.Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей сре-

- ды: обзор существующих подходов // Успехи современной биологии. 2002. Т. 122, № 2. С. 115–135.
4. Кузнецова Е.В. Альгофлора урбанизированных территорий города Мелеуз и его окрестностей: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Уфа, 2006. 195 с.
5. Metting B. The systematics and ecology of soil algae // *The Botanical Review*. 1981. Vol. 47, № 2. P. 195–312.
6. Pipe A.E., Shubert L.E. The use of algae as indicators of soil fertility // *Algae as ecological indicators* / ed. L.E. Shubert). London: Acad. Press, 1984. P. 211–240.
7. Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // *Почвоведение*. 1998. № 12. С. 1449–1461.
8. Brookes P.S., McGrath S.P., Heijnen C. Metal residues in soils previously treated with sewage-sludge and their effects on growth and nitrogen fixation by bluegreen algae // *Soil Biology and Biochemistry*. 1988. № 1. P. 33–42.
9. Солодова М.С., Мелькумов Г.М. Новые данные к изучению родового состава и биоэкологических особенностей водорослей-индикаторов водных объектов Воронежской области // *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2016. № 2–1. С. 78–85.
10. Twiss M.R. Copper tolerance of *Chlamydomonas acidophila* (Chlorophyceae) isolated from acidic, copper-contaminated soils // *Journal of Phycology*. 1990. № 4. P. 655–659. DOI: 10.1111/j.0022-3646.1990.00655.x.
11. Москвич Н.П. Опыт использования водорослей при изучении санитарного состояния почв // *Ботанический журнал*. 1973. Т. 58, № 3. С. 412–416.
12. Штина Э.А. Почвенные водоросли как биологические индикаторы // *Ботанический журнал*. 1990. Т. 75, № 4. С. 441–453.
13. Кабилов Р.Р. Альгоиндикация с использованием почвенных водорослей (Методические аспекты) // *Альгология*. 1993. Т. 3, № 3. С. 73–83.
14. Кабилов Р.Р. Альготестирование и альгоиндикация (методические аспекты, практическое использование). Уфа: БГПИ, 1995. 124 с.
15. Хлызова Н.Ю. Особенности формирования и современное состояние растительности Воронежского водохранилища // *Лесные экосистемы зеленой зоны города Воронежа: сб. науч. ст. по мат-лам науч.-практ. конф. «Проблемы устойчивого развития и управления лесными экосистемами зеленой зоны города Воронежа»*. Воронеж, 1999. С. 52–56.
16. Хлызова Н.Ю. Основные тенденции развития растительного покрова Воронежского водохранилища на современном этапе // *Экологические и правовые аспекты эксплуатации водохранилищ*. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. С. 141–143.
17. Платонова В.П., Животова Е.Н. К изучению фитопланктона Воронежского водохранилища // *Тр. биол. учеб.-науч. базы Воронеж. гос. ун-та «Веневитиново»*. 1996. № 8. С. 56–74.
18. Платонова В.П. Фитопланктон Воронежского водохранилища в условиях антропогенного воздействия // *Экология и охрана природы города Воронежа*. Воронеж, 1990. С. 63–64.
19. Платонова В.П. Таксономическая и экологическая характеристика фитопланктона в ранний период существования Воронежского водохранилища // *Растительный покров Центрального Черноземья и его охрана: сб. статей / под ред. К.Ф. Хмелева*. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. С. 119–128.
20. Каплин В.Г. Биоиндикация состояния экосистем: учеб. пособие. Самара: Самарская ГСХА, 2001. 143 с.
21. Ковтун О.А., Снегирева А.А. Методические указания по изучению фитомикробентоса и фитоперифитона. Одесса: ОНУ им. И.И. Мечникова, 2012. 36 с.
22. Мелькумов Г.М. Спецпрактикум. Альгология: учебное пособие. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. 145 с.
23. 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.
24. Киселев И.А. Изучение планктона водоемов. М.-Л.: АН СССР, 1950. 41 с.
25. Гуревич А.А. Пресноводные водоросли. Определитель. М.: Просвещение, 1966. 113 с.
26. Горбунова Н.П. Альгология. М.: Высшая школа, 1991. 256 с.
27. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
28. Барина С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.
29. Таскаева Н.Я. Краткий определитель пресноводных водорослей. М., 2002. 52 с.
30. Балашова Н.Б., Никитина В.Н. Водоросли. Л.: Лениздат, 1989. 116 с.
31. Балашова Н.Б., Тобиас А.В., Гимельбрант Д.Е. Летняя практика по альгологии и микологии в Санкт-Петербургском университете. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2005. 237 с.
32. Анисимова О.В., Гололобова М.А. Краткий определитель родов водорослей Московской области: учебное пособие. М.: Тип. Знак Почета изд-ва МГУ, 2006. 159 с.
33. Дьяков Ю.Т. Ботаника: курс альгологии и микологии: учебник. М.: МГУ, 2007. 559 с.
34. Перцева Е.В., Бурлака Г.А. Определитель макрозообентоса пресных водоемов: учеб.-метод. пособие. Самара: РИЦ СГСХА, 2012. 269 с.

| Информация об авторе(-ах): | Information about the author(-s): |
|--|--|
| <p>Мелькумов Гавриил Михайлович, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и микологии; Воронежский государственный университет (г. Воронеж, Российская Федерация). E-mail: agaricbim86@mail.ru.</p> | <p>Melkumov Gavriil Mikhailovich, candidate of biological sciences, associate professor of Botany and Mycology Department; Voronezh State University (Voronezh, Russian Federation). E-mail: agaricbim86@mail.ru.</p> |

Для цитирования:

Мелькумов Г.М. Видовое разнообразие и экологические особенности водорослей Воронежского водохранилища // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 4. С. 75–78. DOI: 10.17816/snv2021104111.