

УДК 581.526.325 (292.471)

ОЦЕНКА ВИДОВОГО СОСТАВА МИКРОАЛЬГОФЛОРЫ СИСТЕМЫ ПРЕСНЫХ ВОДОЁМОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Н. В. БАГРОВА

Разумейко В. Н., Коваленко М. С., Ивашов А. В., Ончуров М. В.

*Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым,
razumeiko@gmail.com*

Приводится видовой состав фитопланктона и фитобентоса системы пресных водоемов Ботанического сада им. Н. В. Багрова, а также показатели численности и биомассы микроальгофлоры в зависимости от содержания фосфора и азота в воде.

Ключевые слова: фитопланктон, фитобентос, пресные водоемы, численность, биомасса.

ВВЕДЕНИЕ

Ботанический сад им. Н. В. Багрова является крупнейшей в Симферополе парковой экосистемой с разнообразной травянистой и древесно-кустарниковой растительностью и любимым местом, которое посещают местные жители и гости города. В юго-восточной части ботанического сада смонтирована единая водоносная система каскадных прудов наливного типа с самопроточным трубопроводом, оборудованным поверхностным фильтром-регулятором уровня воды. Общая сумма водной поверхности составляет 4343 м², средняя глубина прудов 1,2–1,6 м. Сотрудниками научного отдела ботанического сада детально описан флористический состав водной и околоводной экосистемы прудов (Беседин и др., 2014), однако сведения о составе микроальгофлоры искусственных водоёмов ботанического сада практически отсутствуют. Между тем, видовое богатство и сезонный ход динамики фитопланктона в прудах ботанического сада является важным показателем влияния антропогенной нагрузки. Динамика численности и биомассы микроводорослей отражает степень процесса эвтрофирования водоёмов и служит одним из признаков смены биологических сезонов года.

Цель нашей работы – выявить видовой состав фитопланктона и фитобентоса системы пресных водоемов Ботанического сада им. Н. В. Багрова и оценить уровень активной кислотности воды, её солёности, показатели численности и биомассы микроальгофлоры в зависимости от содержания фосфора и азота в воде.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основным материалом послужили пробы фитопланктона и фитобентоса, отобранные в прудах Ботанического сада им. Н. В. Багрова в период с сентября 2016 по май 2017 года с периодичностью 1 раз в неделю в 5 повторностях из каждого водоёма. Использовали общепринятые гидрохимические (Муравьёв, 2011; Другов, 2012) и гидробиологические (Методика ..., 1975; Абакумов, 1992) методики. Отбор проб произведен планктонной сетью Апштейна и черпателем с последующим осаждением отстойно-осадочным методом. Пробы фиксировали в 80 % этаноле. Доминантами считали виды, с численностью и биомассой более 10 % в общей пробе. Микроальгофлору изучали при помощи бинокулярного светового микроскопа «Микромед-3-30М», используя поляризованный синий и зелёный фильтр. Идентификацию видового состава альгофлоры проводили с использованием ряда определителей (Визначник ..., 1960, 1968, 1984; Гуревич, 1966; Асаул, 1975; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Диатомовые ..., 1992, 2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первичное ознакомление с состоянием пресноводных водоёмов ботанического сада показало высокую степень заиливания и активные процессы гниения в каскадных водоёмах, что связано с поступлением опада от прибрежной растительности и низкой степенью проточности водоёмов.

Температура воды в прудах за период активного роста водорослей в основном была на 3–5 градусов ниже температуры воздуха. При этом в толще водоёмов отмечена полная гомотермия – сходная температура от дна до поверхности. В январе на поверхности водоемов формировался ледовый покров. Самые низкие показатели температуры отмечены для последнего водоёма в каскаде, что связано с особенностями его территориального расположения – в самой низкой точке каскада, кроме того указанный пруд 17 олем открыт для ветров и более затенен. Колебание температуры воды в прудах ботанического сада соответствовали естественным сезонным колебаниям для Симферополя. Каких-либо температурных отклонений не наблюдалось.

Важной составляющей для характеристики экосистемы водоёмов является количество растворенных в воде солей. В ходе исследований сезонных колебаний солёности в водоемах ботанического сада отмечено наличие сульфатов в интервале от 46 до 69 мг/л, хлоридов – от 14 до 17 мг/л, содержание нитратов не превышало 5 мг/л. Таким образом, достаточно высокое содержание солей в прудах ботанического сада способствовало росту водорослей.

Взаимодействие ионов водорода с углекислым газом и анионами является одной из причин колебания уровня рН воды. Поглощение водорослями углекислого газа ведет к увеличению рН. Общая кислотность среды в прудах ботанического сада в летний период характеризовалась слабой щелочностью, в то же время в осенний период она была нейтральной. Самые высокие значения рН фиксировались в августе 2016 года и мае 2017, а самые низкие – в январе 2017 года. В водоёмах отмечено малое количество сероводорода, о чём свидетельствовало увеличение положительных показателей еН от весны к осени. Зимой по естественным причинам большая часть водорослей погибала, в процессе их гниения выделялся углекислый газ и это способствовало понижению рН.

Видовое богатство микроальгофлоры. Для оценки видового разнообразия были использованы наиболее массовые виды, характерные для каскада водоемов ботанического сада. Согласно оригинальным данным, в основной массе микроальгофлора водоёмов ботанического сада включает 14 видов микроводорослей, относящихся к 10 родам, 9 семействам и 4 отделам (Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophyta). Представители других отделов в прудах ботанического сада обнаружены в пробах единично и в дальнейшем не учитывались в исследовании. Наибольшее видовое богатство таксонов микроводорослей в водоёмах ботанического сада отмечено у отдела диатомовые с 50 % долей доминирующих видов (табл. 1). В общем видовом богатстве прудов доля массовых видов зеленых водорослей составила 28,6 %, что свидетельствует о кодоминантной роли видов указанного отдела в сообществе микроальгофлоры. Видовое богатство отдела сине-зелёных водорослей составило 14,29 %, отдела эвгленовые – 7,1 % от общего числа видов в экосистеме прудов ботанического сада.

Таблица 1

Таксономическое богатство микроальгофлоры прудов
Ботанического сада им. Н. В. Багрова

Отдел	Количество таксонов			Доля видов, %
	семейств	родов	видов	
Cyanophyta	2	2	2	14,29
Bacillariophyta	4	4	7	50
Chlorophyta	2	3	4	28,6
Euglenophyta	1	1	1	7,1

Выявленное соотношение видов в сообществе альгофлоры водоёмов ботанического сада является часто встречаемым в аналогичных искусственных водных экосистемах Крыма (Виноградова, 1994). В большей степени это связано с физиологическими особенностями и широкой экологической валентностью видов микроводорослей. Так, защитные кальцитовые покровы диатомовых водорослей обеспечивают высокую степень устойчивости видов к колебаниям природных условий среды. Благодаря костным основаниям, панцирные пластины часто являются одним из ключевых компонентов для создания донных отложений в водоёмах, что в свою очередь создаёт благоприятные условия для массового развития диатомовых водорослей. Закономерное субдоминирующее положение видов зелёных водорослей в видовом богатстве альгофлоры прудов ботанического сада очевидно связано с достаточным содержанием растворённых солей и хорошей освещённостью водной поверхности водоёмов.

Видовое разнообразие микроводорослей водной экосистемы ботанического сада является типовым для большинства водоёмов Крымского полуострова (Гринёв, 2007). Схожесть видового состава микроальгофлоры прудов ботанического сада с другими водными объектами Крыма объясняется в первую очередь тем, что вода в них поступает из искусственного Марьинского озера, а в него из естественного источника – реки Салгир, являющейся поставщиком вод для множества мелких и крупных водоёмов Крыма.

Среди массовых видов микроводорослей прудов ботанического сада (табл. 2) 6 видов составляют фитопланктон, 5 – являются обитателями бентоса. Как известно, большинство этих видов могут свободно обитать как в умеренно кислой, так и слабощелочной среде (Абакумов, 1992). В водоёмах отмечены 4 вида микроводорослей (табл. 2 – алкалифилы). В результате процессов жизнедеятельности которых происходит постепенное защелачивание водной среды, такие виды могут быть использованы в качестве естественных индикаторов уровня рН в прудах.

В прудах ботанического сада было обнаружено достаточно высокое количество биогенных веществ. Одним из самых массовых веществ был аммонийный азот (рис. 3). Его содержание колебалось от 0,4 мг/л до 2,1 мг/л, что указывает на умеренное загрязнение воды согласно стандартам СанПин к воде в искусственных водоёмах городской зоны.

Также отмечено колебание в концентрации солей фосфатов в воде в прудах ботанического сада (рис. 3). Максимальные значения накопления фосфатов в воде было зафиксировано в начале осени – 0,4 мг/л (сентябрь) и минимальные – зимой – 0,12 мг/л (январь). Общее содержание фосфатов в воде и сырая биомасса микроводорослей положительно коррелируют между собой ($r=0,95$; $p\leq 0,05$).

При статистическом анализе данных достоверно отмечена обратная пропорциональная связь биомассы альгофлоры и концентрации азота в воде ($r=-0,54$; $p\leq 0,05$). Максимальная концентрация азота фиксировалась в январе, что может быть связано с деструкцией биомассы фитопланктона, которая была накоплена при летнем цветении, а также выделением органического азота животными, обитающими в воде.

Таблица 2

Видовой состав и экологическая характеристика массовых видов микроальгофлоры Ботанического сада им. Н. В. Багрова

Вид	С	А	Г	Э
1	2	3	4	5
Bacillariophyta				
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	о	инд	инд	к
<i>C. stuxbergii</i> Cleve 1894	о	инд	инд	к
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	α	инд	инд	к, bn

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
<i>N. radiosa</i> Kützing 1844	о-β	ал	инд	к, bn
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg 1843	β	инд	инд	к, bn
<i>Nitzschia linearis</i> var sp. W.Smith 1853	о	ал	инд	к, bn
<i>N. hungarica</i> Grunow 1862	о	ал	инд	к, bn
Chlorophyta				
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard 1888	α	инд	инд	к, pl
<i>C. moewusii</i> Gerloff 1940	β	инд	инд	к, pl
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck 1890	о	инд	инд	к, pl
<i>Pandorina morum</i> (O.F. Müller) Bory 1824	β	инд	инд	к, pl
Cyanophyta				
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler 1925	β	ал	инд	к, pl
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892	A	инд	инд	к, pl
Euglenophyta				
<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830	B	инд	инд	к, pl

Примечание к таблице.

С – сапробность, о – олигосапроб, α – альфамезосапроб, β – бэтамезосапроб;

A – ацидофильность, инд – индифферент, ал – алкалофил;

Г – галобность, инд – индифферент;

Э – обитание, к – космополит, bn – бентос, pl – планктон.

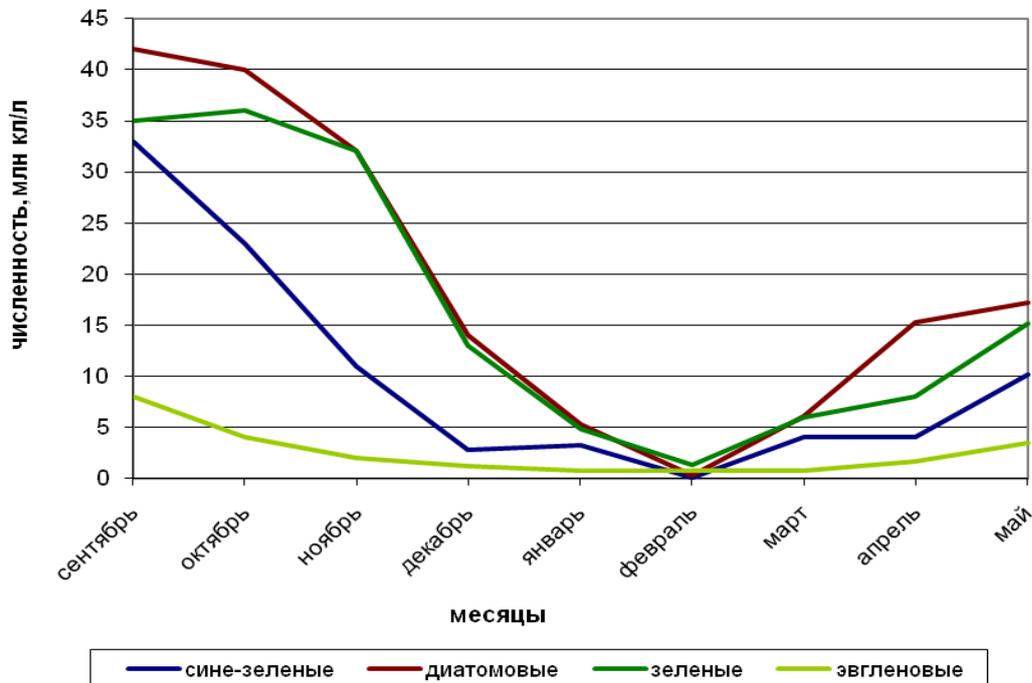


Рис. 1. Динамика численности массовых видов из различных отделов альгофлоры в прудах Ботанического сада им. Н. В. Багрова

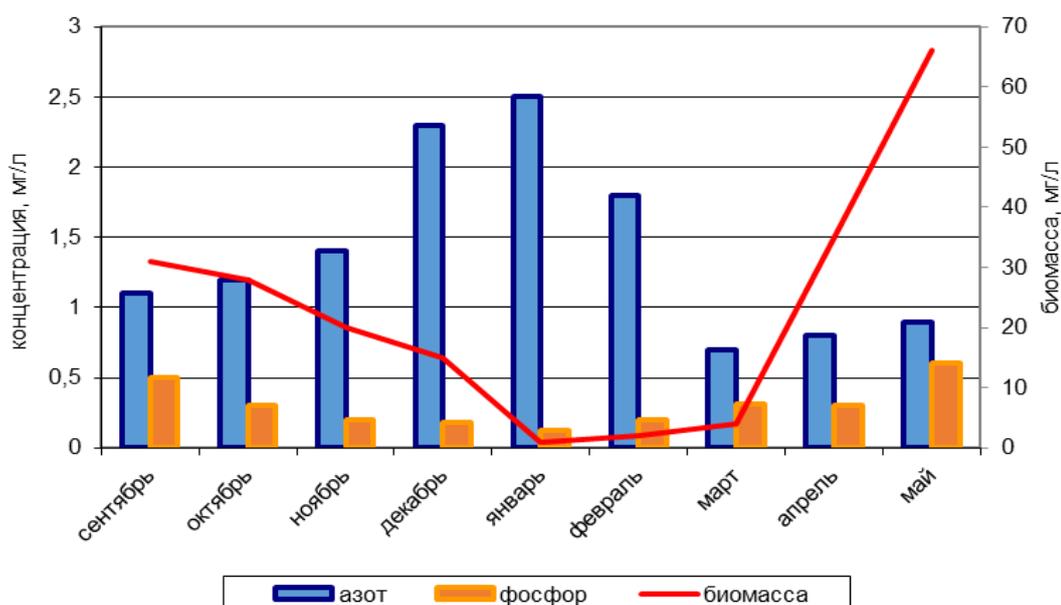


Рис. 3. Динамика накопления общей сырой биомассы альгофлоры и концентрация аммонийного азота и фосфатов в прудах Ботанического сада им. Н. В. Багрова

ВЫВОДЫ

1. Пруды Ботанического сада имени Н. В. Багрова характеризуются высокой степенью заиливания, активными процессами гниения, что связано с поступлением опада прибрежной растительности и низкой степенью их проточности. Температура воды имела слабовыраженную неоднородность как по глубине так и по прудам, и в активный период роста водорослей была на 3–5 градусов ниже чем воздуха. Солёность воды увеличивалась в зимне-весенний период, что связано с поступлением растворённых элементов с водосборной территории во время паводков. Щелочность возрастала в мае – августе, скорее всего из-за поглощения углекислого газа из воды фотосинтезирующими водорослями.
2. Видовое богатство микроальгофлоры прудов ботанического сада представлено 4 отделами, включающими 14 видов водорослей из 9 семейств. В исследуемых водоемах не удалось определить еще около 15 видов. Среди определенных видов доминируют диатомовые водоросли, содоминантами являются зелёные водоросли. 6 видов являются планктонными и 5 – бентосными обитателями воды, 4 вида водорослей чаще встречаются в более щелочной водной среде и могут быть видовыми индикаторами уровня pH в прудах. Большинство видов альгофлоры – мезосапробы.
3. Отмечены колебания в динамике численности и накоплении биомассы микроальгофлоры в прудах ботанического сада. Численность водорослей снижалась от максимальных показателей в сентябре и практически до нуля в феврале и затем восстанавливалась к маю.
4. Установлена положительная корреляция ($r=0,95$; $p\leq 0,05$) между накоплением биомассы водорослей и концентрацией фосфатов и отрицательная ($r=-0,54$; $p\leq 0,05$) между накоплением биомассы альгофлоры и содержанием аммонийного азота.

Список литературы

Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 318 с.

Асаул З. І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. – К.: Наук. думка, 1975. – 408 с.

Беседин В. А., Халявина С. В., Репецкая А. И., Леонов В. В. О дендрологической экспозиции «Водоёмы ботанического сада ТНУ им. В. И. Вернадского» // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. (Сер.: «Биология, химия»). – Т. 27 (66). – 2014. – № 5. – С. 165–171.

Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – К.: Наук. думка, 1938–1993: Вип. 1, ч. 1. Кондратьева Н. В., Коваленко О. В., Приходькова Л. П. Синьозелені водорості – Суанophyta. Ч. 1. Загальна характеристика синьозелених водоростей – Суанophyta. Клас Хроококові – Chroococcophyceae. Клас Хамесифонові – Chamaesiphonophyceae – К.: Наук. думка, 1984. – 388 с. Вип. 1, ч. 2. Кондратьева Н. В. Синьозелені водорості – Суанophyta. Ч. 2. Клас Гормогонієві – HORMOGONIOPHYCEAE. – К.: Наук. думка, 1968. – 524 с. Вип. 11. Топачевский О. В., Оксіюк О. П. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae) – К.: Вид-во АН УРСР, 1960. – 412 с.

Гуревич А. А. Пресноводные водоросли (определитель). – М.: Просвещение. 1966. – 112 с.

Диадомовые водоросли России и сопредельных стран: Ископаемые и современные. Т. II, вып. 3 / И. В. Макарова, Н. И. Стрельникова, Т. Ф. Козыренко и др. / Под ред. И. В. Макаровой. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 112 с.

Диадомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. II, вып. 2 / Под ред. И. В. Макаровой. – СПб.: Наука, 1992. – 125 с.

Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 678 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / ред. В. И. Митропольский, Ф. Д. Мордухай-Болтовский. – М., 1975. – 240 с.

Муравьев А. Г. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. А. Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2011. – 246 с.

Паламарь-Мордвинцева Г. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11 (2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. Chlorophyta. Conjugatophyceae. Desmidiaceae (2). – Л., 1982. – 624 с.

Razumeiko V. N., Kovalenko M. S., Ivashov A. V., Onchurov M. V. Estimation of the species composition of the microalgore flora of the fresh water system of the botanical garden N.V. Bagrov // Ekosystemy. 2017. Iss. 12 (42). P. 16–21.

Gives the species composition of the phytoplankton and phytobenthos of the system of freshwater reservoirs N. V. Bagrov Botanical garden, and indices of abundance and biomass of microalgae depending on the content of phosphorus and nitrogen in water.

Key words: phytoplankton, phytobenthos, fresh water reservoirs, abundance, biomass.

Поступила в редакцию 17.07.2017