

ФИТОПЛАНКТОН УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЕМА (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. ВОСЬМЕРКА, Г. ТОЛЬЯТТИ, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) I. ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

© 2014 Е.С. Кривина, Н.Г. Тарасова

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 04.10.2014

В данной статье проведен флористический анализ структуры альгофлоры оз. Восьмерка, относящегося к группе малых урбанизированных водоемов умеренной зоны, в период с 1991 г. по 2013 г. Подробно рассмотрены спектры ведущих таксономических единиц, проанализированы ключевые изменения в их структуре за период исследования. Дана эколого-географическая характеристика фитопланктона изучаемого водоема.

Ключевые слова: фитопланктон, флористический анализ, виды-индикаторы, сапробность

Малые водоемы, расположенные на урбанизированных территориях, являются важным климатообразующим компонентом городского ландшафта, играют важную рекреационную и эстетическую роль. Однако со стороны города экосистемы подобных водоемов испытывают серьезную нагрузку, которая зачастую провоцирует развитие антропогенной эвтрофикации, а также токсификацию, заиление, аккумуляцию загрязняющих веществ [1, 5, 7, 16-18].

Одним из способов диагностики состояния водного объекта, уровня трофии и степени загрязнения вод служат исследования альгофлоры водного объекта, т. к. структура и функциональные особенности фитопланктона во многом определяют структуру и функционирование водных экосистем в целом. Все изменения в озерных экосистемах, в т. ч. и эвтрофирование, прежде всего, отражаются на сообществах автотрофных организмов [12].

Согласно литературным данным и имеющемуся картографическому материалу, цепь Васильевских озер, расположенных в районе г. Тольятти, возникла в современном виде относительно недавно (в 50-60-х годах XX в). До заполнения Куйбышевского водохранилища существовало одно озеро – Б. Васильевское. Остальные озера, кроме Отстойника, образовались в результате затопления естественных понижений рельефа в этом районе грунтовыми водами, уровень которых поднялся при наполнении водохранилища. В настоящее время каскад Васильевских озер окружает город на северо-востоке. Озера принадлежат бассейну р. Пискалы, впадающей в р. Волга. Все озера связаны единым водоносным горизонтом, имеющим уклон с севера на юг.

На их экологическое состояние оказывают влияние многочисленные отдыхающие города, крупные поселения (с. Васильевка, дачные массивы), очистные сооружения ВАЗа и ТоАЗа.

Проведенные в конце 1980-х – начале 1990-х гг. исследования водоемов сотрудниками ИЭВБ РАН оценили трофическое состояние значительной части озер на тот момент как гипертрофное [5].

С июня по октябрь 2013 г. сотрудниками лаборатории экологии простейших и микроорганизмов ИЭВБ РАН были возобновлены работы на этих водоемах. Среди прочих проводилось изучение альгофлоры планктона оз. Восьмерка, расположенного в Комсомольском районе г. Тольятти. Данный водоем окружен дачным массивом и испытывает значительную рекреационную нагрузку в летний период от многочисленных отдыхающих. Работы проводили с учетом сезонной динамики фитопланктона и его вертикального распределения.

Оз. Восьмерка расположено в южной части цепи Васильевских озер. Оно имеет неправильную, продолговатую форму. Длина водоема 700 м, объем – 395 000 м³, площадь около 12,88 га, максимальная глубина – 8,0 м, средняя – 3,1 м.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данной работе представлены материалы, полученные при ежемесячном исследовании альгофлоры оз. Восьмерка, проводившиеся в период с июня по сентябрь 1991 г. и с июня по октябрь 2013 г. При этом в 90-ые годы XX в. изучение фитопланктона проводили, в основном, в прибрежной части водоема (раз в сезон учитывали его вертикальное распределение в глубоководной части), а в 2013 г. работы проводились в самой глубокой части озера, при этом учитывали детально вертикальное распределение водорослей в толще воды (в зоне хемоклина шаг отбора проб составлял 25 см).

Изучение фитопланктона озера проводилось по стандартным гидробиологическим методикам

Кривина Елена Сергеевна, старший лаборант лаборатории экологии простейших и микроорганизмов, revelisa@yandex.ru; *Тарасова Наталья Геннадьевна*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, tnag@mail.ru

[4]. Пробы фитопланктона отбирали батометром Рутнера, объемом 2 л. В 1991 г. материал фиксировали раствором формалина, в 2013 г. – раствором Люголя и затем дофиксировали раствором формалина. Концентрацию проводили методом фильтрации 0,5 л через мембранный фильтр с диаметром пор 1 мкм с использованием насоса Комовского.

Концентрат пробы приводили к объему 10 мл. Для количественного подсчета водорослей использовали камеру Учинской объемом 0,01 мл. Для большей достоверности учета клеток просчитывали по 10 полос в двух повторах. Подсчет организмов вели под микроскопом «Биолар» (Польша) при увеличении в 600 раз.

Помимо численности вычисляли биомассу фитопланктона. Для этого пользовались методом приведенных геометрических фигур, разработанных Г.В. Кузьминым (1984) [2]. При этом формулы каждой водоросли приводили к определенной геометрической фигуре и вычисляли ее объем. Биомасса определялась в мг/л.

Эколого-географический анализ альгофлоры проводили по данным, приведенным в определителях, основываясь при этом на наиболее известных и разработанных системах.

При анализе альгофлоры в соответствии с точкой зрения А.И. Толмачева (1974) к ведущим семействам были отнесены те семейства, которые сделали наибольший вклад в видовое богатство биоценоза водоема и в сумме объединяли более

40% видового богатства альгофлоры и составляли «лицо» биоценоза [11].

К доминирующим видам относили те, численность и биомасса которых составляла 10 и более % от общей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Видовое богатство фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий умеренной зоны обычно сильно колеблется, зависит от гидролого-гидрохимических характеристик и экологических особенностей водоема [9]. Согласно И. С. Трифионовой (1994), для отдельно взятого озера умеренной зоны видовое богатство водорослей зависит также от величины водоема [13].

В результате проделанной работы за весь период исследований в составе фитопланктона оз. Восьмерка было выявлено 237 таксонов водорослей рангом ниже рода. Они относились к 95 родам, 43 семействам, 18 порядкам, 14 классам, 8 отделам. Причем, в составе альгофлоры изучаемого водоема в 1991 г. было зарегистрировано 146 видов, разновидностей и форм водорослей, в 2013 г. – 227 (табл. 1). Таким образом, видовое богатство оз. Восьмерка, которое относится к малым водоемам урбанизированных территорий умеренной зоны, было достаточно высоким в 1991 г. и высоким в 2013 г. Среднее число видов в одной пробе в 1991 г. составило 83 таксона рангом ниже рода, в 2013 г. – 86.

Таблица 1. Таксономическая структура альгофлоры оз. Восьмерка

Таксоны	Cyanophyta		Bacillariophyta		Xanthophyta		Cryptophyta		Dinophyta		Euglenophyta		Chlorophyta	
	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013
Классы	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	5	5
Порядки	3	3	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	5	6
Семейства	8	8	11	13	1	2	1	1	3	3	1	1	11	15
Роды	15	17	17	22	1	2	2	3	4	4	3	3	23	36
Виды	26	44	41	54	2	4	8	12	5	5	6	11	49	80
Внутривидовые	2	4	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Всего видовых и внутривидовых таксонов	28	48	47	65	2	4	8	12	5	5	6	11	50	82

Увеличение видового богатства было связано, в первую очередь, с обнаружением в 2013 г. новых представителей семейств *Anabaenaceae* (8 новых таксонов рангом ниже рода) и *Phormidiaceae* (5) из отдела синезеленые водоросли (цианопрокариоты), семейств *Fragilariaceae* (5), *Nitzschaceae* (5) и *Cymbellaceae* (5) из отдела диатомовые водоросли, семейств *Scenedesmaceae* (6), *Chlamydomonadaceae* (5) из отдела зеленые водо-

росли. Примечательно, что значительная часть видов (36%) являются обитателями эвтрофных и гиперэвтрофных водоемов.

Увеличение таксономических единиц водорослей рангом ниже рода наблюдалось во всех отделах, кроме Dinophyta. В целом видовое богатство возросло в 1,56 раза. Наиболее значительными были изменения в отделах эвгленовые водоросли (в 1,8 раза), синезеленые водоросли (в 1,7

раза), зеленые водоросли (в 1,6 раза). Подобное увеличение видового богатства водорослей может быть связано, с одной стороны, с более детальным изучением вертикального распределения фитопланктона в 2013 г. по сравнению с 1991 г., а с другой – с изменениями условий существования водорослей, произошедших за указанный период.

Наибольшим видовым богатством стабильно отличался отдел зеленых водорослей (36% от общего числа видов, разновидностей и форм водорослей в 1991 г., 37% в 2013 г.), затем следовали диатомовые (34% в 1991 г. и 29% в 2013 г.) и синезеленые (цианопрокариоты) (20% в 1991 г. и 21% в 2013 г.) водоросли. Доля других отделов в формировании альгофлоры составляла менее 10%. Именно такое соотношение основных отделов водорослей характерно для Куйбышевского водохранилища, в результате заполнения которого и образовалось это озеро [14]. Количество классов, порядков и семейств в составе альгофлоры озера в различные периоды исследования оставались примерно одинаковыми. Различия в таксономической структуре начинали проявляться на уровне родов и видов, и были связаны с увеличением видового богатства отделов синезеленых, диатомовых и зеленых водорослей в 2013 г. по сравнению с 1991 г.

В число порядков наиболее богатых по числу семейств и в 1991 г., и в 2013 г. входили *Chlorococcales* (9 и в 1991 г., и в 2013 г.), *Raphales* (5 в 1991 г. и 4 в 2013 г.), *Chroococcales* (4 и в 1991 г., и в 2013 г.), *Oscillatoriales* (3 и в 1991 г., и в 2013 г.), *Peridinales* (3 и в 1991 г., и в 2013 г.). Почти половина порядков была представлена одним семейством (8 в 1991 г., 9 в 2013 г.). Высокое таксономическое разнообразие порядков *Chlorococ-*

cales, *Raphales*, *Chroococcales* вообще характерно для водоемов Средней и Нижней Волги и низовой реки, в т. ч. и для Куйбышевского водохранилища. Однако в оз. Восьмерка в ранг «ведущих» входил порядок *Oscillatoriales*, роль которого в Куйбышевском водохранилище незначительна. Кроме того, в оз. Восьмерка незначительна роль порядка *Heterococcales*, традиционно занимающего 4 место по числу семейств в водоемах указанного региона.

За период исследований состав спектра ведущих порядков существенно не изменился. По числу видов, разновидностей и форм водорослей наиболее таксономически разнообразны и в 1991 г., и в 2013 г. были порядки *Chlorococcales* и *Raphales*, на долю которых приходилось более 40 % водорослей рангом ниже рода (табл. 2). Отличительной особенностью состава спектра ведущих порядков 2013 по сравнению с 1991 г. было увеличение таксономической значимости порядка *Araphales* и исключение из категории «ведущих» порядка *Thalassiossiraales*. Также в 2013 г. наблюдалось увеличение видового богатства во всех «ведущих» порядках по сравнению с 1991 г.

Главным отличием спектра ведущих порядков по разнообразию таксонов рангом ниже рода оз. Восьмерка от Куйбышевского водохранилища и прочих водоемов Средней и Нижней Волги является меньшая таксономическая значимость порядка *Euglenales*, который традиционно занимает 3 место ранжированного ряда спектра в водоемах данного региона. Также в число «ведущих» в оз. Восьмерка не входили такие порядки, как *Ochromonadales* и *Heterococcales*, ранговая значимость которых была крайне низка.

Таблица 2. Спектр ведущих порядков альгофлоры оз. Восьмерка

Ведущие порядки в 1991 г.	число видов	%	Ведущие порядки в 2013 г.	число видов	%
<i>CHLOROCOCCALES</i>	34	23	<i>CHLOROCOCCALES</i>	54	24
<i>RAPHALES</i>	31	21	<i>RAPHALES</i>	42	19
<i>NOSTOCALES</i>	10	7	<i>OSCILLATORIALES</i>	20	9
<i>CHROOCOCCALES</i>	9	6	<i>NOSTOCALES</i>	18	8
<i>OSCILLATORIALES</i>	9	6	<i>CRYPTOMONADALES</i>	12	5
<i>CRYPTOMONADALES</i>	8	5	<i>ARAPHALES</i>	11	5
<i>THALASSIOSIRALES</i>	7	5	<i>EUGLENALES</i>	11	5
<i>EUGLENALES</i>	6	4	<i>CHLAMYDOMONADALES</i>	11	5
<i>CHLAMYDOMONADALES</i>	6	4	<i>CHROOCOCCALES</i>	10	4
<i>DESMIDIALES</i>	5	3	<i>DESMIDIALES</i>	10	4

При анализе альгофлоры изучаемого водоема были выявлены ведущие семейства (табл. 3), так как именно качественный состав ведущих компонентов семейственного спектра отражает комплекс экологических факторов, историю формирования и современное состояние биоценоза и степень антропогенной нагрузки.

Как видно из табл. 3 их состав за более чем 20-ти летний период значительно не изменился: в 1991 г. два последних по видовому богатству

места занимали семейства *Oocystaceae* и *Stephanodiscaceae*, а в 2013 г. – *Fragilariaceae* и *Pseudoanabaenaceae*. За этот промежуток времени отмечено равномерное увеличение числа видов, разновидностей и форм водорослей во всех «ведущих» семействах. В 2013 г. по сравнению с 1991 г. значительно увеличилось видовое богатство семейства *Anabaenabaenaceae* из отдела цианопрокариот, которое заняло первое место в ранжированном ряду.

Отличительной особенностью состава «ведущих» семейств оз. Восьмерка по сравнению с Куйбышевским водохранилищем и другими водоемами Средней и Нижней Волги являлось то, что в нем невелико видовое богатство семейства *Euglenaceae*, которое по числу видовых и внутривидовых таксонов водорослей в основной массе пресноводных водоемов этого региона занимает

2-3 место. Кроме того, в нем в ранг «ведущих» не вошло семейство *Desmidiaceae*. Как известно, представители этого семейства предпочитают кислые воды [8]. Среднее за сезон значение pH в оз. Восьмерка составило 8,00. Возможно, это послужило причиной низкого видового богатства десмидиевых водорослей в нем.

Таблица 3. Спектр ведущих семейств альгофлоры оз. Восьмерка

Ведущие семейства в 1991 г.	число видов	%	Ведущие семейства в 2013 г.	число видов	%
<i>NAVICULACEAE</i>	16	11	<i>ANABAENACEAE</i>	18	10
<i>ANABAENACEAE</i>	10	7	<i>NAVICULACEAE</i>	15	8
<i>CHLORELLACEAE</i>	9	6	<i>SCENEDESMACEAE</i>	15	8
<i>NITZSCHIACEAE</i>	9	6	<i>NITZSCHIACEAE</i>	14	8
<i>SCENEDESMACEAE</i>	9	6	<i>CRYPTOMONADACEAE</i>	11	6
<i>CRYPTOMONADACEAE</i>	8	6	<i>CHLAMYDOMONADACEAE</i>	11	5
<i>CHLAMYDOMONADACEAE</i>	6	4	<i>CHLORELLACEAE</i>	9	4
<i>OOCYSTACEAE</i>	6	4	<i>FRAGILARIACEAE</i>	9	4
<i>STEPHANODISCACEAE</i>	6	4	<i>PSEUDANABAENACEAE</i>	9	4

Таблица 4. Ведущие рода альгофлоры оз. Восьмерка в 1991 и 2013 годах

Ведущие рода 1991 г.	число видов	%	Ведущие рода 2013 г.	число видов	%
<i>Navicula</i>	14	10	<i>Navicula</i>	15	7
<i>Cryptomonas</i>	7	5	<i>Nitzschia</i>	11	5
<i>Aphanozomenon</i>	6	4	<i>Anabaena</i>	10	4
<i>Scenedesmus</i>	6	4	<i>Scenedesmus</i>	10	4
<i>Nitzschia</i>	5	3	<i>Cryptomonas</i>	9	4
<i>Anabaena</i>	4	3	<i>Chlamydomonas</i>	8	4
<i>Chlamydomonas</i>	4	3	<i>Trachelomonas</i>	7	3
<i>Cyclotella</i>	4	3	<i>Aphanozomenon</i>	6	3
<i>Monoraphidium</i>	4	3	<i>Cyclotella</i>	5	2
<i>Trachelomonas</i>	4	3	<i>Fragilaria</i>	5	2
			<i>Monoraphidium</i>	5	2
			<i>Phormidium</i>	5	2

Анализ родового спектра альгофлоры показал (табл. 4), что в 1991 г. группа наиболее таксономически значимых родов состоит из 10 таксонов, относящихся к отделам синезеленые (2 таксона), диатомовые (3 таксона), криптофитовые (1 таксон), эвгленовые (1 таксон) и зеленые (3 таксона) водоросли. В 2013 г. к наиболее таксономически значимым родам можно отнести 12: 3 таксона относятся к отделу синезеленые водоросли, 4 – диатомовые, 1 – криптофитовые, 1 – эвгленовые, 3 – зеленые. Представителями этих родов сформировано более 30% всего видового богатства водорослей изучаемого водоема в исследуемые периоды. По своему составу родовой спектр оз. Восьмерка был сходен с фитопланктоном водохранилищ Нижней Волги и низовой реки, однако в изучаемом водоеме была выше значимость родов *Cryptomonas*, *Anabaena*, *Phormidium*, а такие рода, как *Phacus*, *Euglena*, *Closterium*, *Cosmarium* не вошли в группу таксономически значимых [14].

Высокие значения по доли участия в формировании видового состава и в 1991, и в 2013 гг. родов *Navicula* и *Scenedesmus* свидетельствуют о высокой концентрации биогенных элементов.

Усиление позиции рода *Nitzschia* в 2013 г. может быть следствием увеличения содержания биогенов. Возрастание значения родов *Anabaena* и *Chlamydomonas* в 2013 г. является свидетельством усиления степени загрязненности вод [9,13].

Использование флористических коэффициентов соотношения таксономических рангов показало, что и в 1991, и в 2013 гг., во-первых, наблюдалась незначительная насыщенность альгофлоры внутривидовыми таксонами, а во-вторых, был низкий уровень родовой насыщенности (табл. 5). Таксономическая структура фитопланктона озера представлена в основном монотипическими родами, что указывает на жесткие условия существования в экосистеме изучаемого водоема. Увеличение роли эвгленовых водорослей в составе фитопланктона 2013 г. по сравнению с 1991 г. является косвенным свидетельством увеличения степени трофии вод, что в данном случае можно связать с увеличением антропогенной нагрузки на изучаемый водоем [6].

Согласно Трифионовой (1994) видовое богатство водорослей и параметры, его характеризующие, во многом зависят от величины водоема [13]. Среднее значение родовой насыщенности оз.

Восьмерка за весь период исследования составила 2,4, что примерно равно среднему значению родовой насыщенности, рассчитанному применительно к фитопланктону малых водоемов урбанизированных территорий Нижегородской области (средняя родовая насыщенность 2,5) [10]. Для более крупных водоемов, средняя родовая насыщенность, как правило, выше. Так для Куйбышевского водохранилища она равна 4,61, что практически в 2 раза больше, чем для оз. Восьмерка [14].

Коэффициент видового сходства Серенсена, рассчитанный применительно к фитопланктону

изучаемого водоема в 1991 и в 2013 гг., составил 70%, что соответствует о невысокой степени его трансформации за более чем 20-летний период. Степень видового сходства альгофлоры 1991 и 2013 гг. внутри ведущих отделов водорослей составила 68% для синезеленых водорослей (цианпрокариот), 71% для диатомовых водорослей и 75% для зеленых водорослей.

Эколого-географический анализ альгофлоры планктона показал, что ее структура более, чем 20 лет, осталась практически неизменной (табл. 6).

Таблица 5. Соотношение основных таксономических единиц альгофлоры планктона оз. Восьмерка

Таксоны	Cyanophyta		Bacillariophyta		Xanthophyta		Cryptophyta		Dinophyta		Euglenophyta		Chlorophyta	
	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013	1991	2013
Родовая насыщенность	1,73	2,59	2,41	2,45	2,00	2,00	4,00	4,00	1,25	1,25	2,00	3,67	2,13	2,22
Видовая насыщенность	0,08	0,09	0,15	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
Семейственная насыщенность	1,88	2,43	1,55	1,69	1,00	1,00	2,00	3,00	1,33	1,33	3,00	3,00	2,09	2,40

Таблица 6. Эколого-географический анализ оз. Восьмерка

1	2	3	1	2	3
По отношению к месту обитания			ст	0	1
	число видов 1991г.	число видов 2013г.	Всего	124	4
Б	31	44	по отношению к солености		
Л	8	16	Гб	0	4
О	1	2	Гл	17	27
О-П	0	1	И	90	127
П	83	113	Мг	2	4
П-Б	17	36	Ог	6	7
П-Л	1	1	Всего	115	169
Э	1	3	по отношению к pH		
Всего	142	216	Ал	28	38
по географическому распространению			Ац	4	5
б	3	6	Ин	23	34
к	121	177	Всего	55	77

Обозначения: П – планктонный, Л – литоральный, О – обрастатель, Э – эпибионт, П-Б – планктонно-бентосный, к – космополит, б – бореальный, ст – субтропический, И – индифферент, Ог – олигогалоф, Мг – мезогалоф, Гл – галофил, Гб – галофоб, Ал – алкалофил + алкалобионт, Ин – индифферент, Ац – ацидофил+ацидобионт.

Основная часть зарегистрированных в процессе исследования водорослей была представлена планктонными организмами (58% в 1991 г. и 52% в 2013 г.). Так же была заметна доля планктонно-бентосных (12% в 1991 г. и 17% в 2013 г.) и бентосных форм (22% в 1991 г. и 20% в 2013 г.), что характерно для малых водоемов [6].

Практически все зарегистрированные водоросли, для которых известно географическое рас-

пространение, относились к видам-космополитам (98% в 1991 г. и 96% в 2013 г.), что вообще типично для водоемов умеренной зоны [6].

Среди индикаторов солености воды преобладали виды-индифференты (78% в 1991 г. и 75% в 2013 г.). Доля истинно пресноводных организмов (галофобов и олигогалофов) была незначительна (5% в 1991 г. и 6% в 2013 г.). Водоросли, предпо-

читающие соленые воды (галофилы), соответственно составляли 15% в 1991 г. и 16% в 2013 г.

Среди видов-индикаторов кислотности среды в 1991 г. преобладали водоросли, предпочитающие щелочные воды, или алкалофилы (52% от общего числа видов-индикаторов степени кислотности среды), также была значительна доля видов-индифферентов (42%). В 2013 г. их доля была практически равной (49% от общего числа

видов-индикаторов степени кислотности среды составляли алкалофилы и 44% виды-индифференты).

Водоросли-индикаторы различной степени органического загрязнения составляют от общего количества зарегистрированных видов, разновидностей и форм 77% в 1991 г. и 75% в 2013 г. (табл. 7).

Таблица 7. Виды-индикаторы органического загрязнения

степень сапробности	число видов 1991 г.	число видов 2013 г.	Всего в 1991 г.	Всего в 2013 г.
χ	6	5	59	91
о-χ	2	2		
χ-о	0	2		
χ-β	5	4		
о	8	15		
о-β	17	30		
β-о	15	22		
о-α	6	11		
β	38	54	38	54
β-α	7	11	16	26
α-β	3	5		
β-ρ	2	2		
α	4	7		
ρ-α	0	1		

Основная часть (52% водорослей-сапробионтов в 1991 г. и 53% в 2013 г.) – это виды-индикаторы низкой степени органического загрязнения (от χ до о-α-мезосапробной зон). Показатели средней степени органического загрязнения (β-мезосапробы) составляют 32% и 34% в 1991 г. и в 2013 г. соответственно. Доля индикаторов высокой степени содержания органических веществ (от β-α до α-сапробной зон) относительно невысока и составила только 14% от общего числа водорослей-сапробионтов в 1991 г. и 15% в 2013 г. Доминирующие по численности и биомассе виды водорослей в основном относятся к β-мезосапробам, приуроченным к эвтрофированным загрязненным водам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, видовое богатство оз. Восьмерка как представителя группы малых водоемов урбанизированных территорий умеренной зоны на протяжении всего периода исследования было достаточно высоким.

По совокупности таксономических показателей альгофлора оз. Восьмерка и в 1991 г., и 2013 г. характеризовалась как зелено-диатомово-синезеленая, доля других отделов водорослей была незначительна, что роднит ее с альгофлорой Куйбышевского водохранилища, в результате заполнения которого был сформирован этот водоем.

Анализ спектров ведущих таксономических единиц различного уровня показал, что на каждой таксономической «ступени» ведущая роль принадлежала зеленому, диатомовому и синезеленому

водорослям (цианопрокариотам). Отличительной особенностью оз. Восьмерка от прочих водоемов Средней и Нижней Волги была более низкая таксономическая значимость эвгленовых водорослей, которые обычно занимают 2-3 место в спектрах ведущих порядков и семейств. При сравнении спектров ведущих таксономических единиц различного уровня в 1991 г. и в 2013 г. было выявлено увеличение значимости таксонов водорослей, которые предпочитают воды высокой степени трофности.

Таксономическая структура изучаемого водоема на протяжении всего периода исследования характеризовалась незначительным участием в ее формировании внутривидовых таксонов и высокой доли монотипических видов и родов, что указывает на жесткие условия существования в этом водоеме [6, 10].

Эколого-географический анализ показал, что большинство зарегистрированных в процессе исследования водорослей по отношению к месту обитания являлись планктонными организмами, по географическому распространению – космополитами, по отношению к солености среды – индифферентам, по отношению к рН среды – алкалофилами или индифферентами.

Несмотря на то, что основную часть по отношению к степени органического загрязнения составляют виды-индикаторы низкой степени сапробности, большинство видов водорослей, вносящих наиболее значимый вклад в формирование количественных показателей развития фитопланктона, относились к β-мезосапробам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова М.Б.* К вопросу об определении состояния озёрных экосистем при антропогенном воздействии // Журн. биол. внутр. вод. 1997. № 1. С. 5-12.
2. *Кузьмин Г.В.* Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 73–87.
3. *Мегарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
5. *Номоконова В.И., Выхристюк Л.А., Тарасова Н.Г.* Трофический статус Васильевских озёр в окрестностях г. Тольятти // Изв. Самар. НЦ РАН. 2001. Т. 3. № 2. С. 274-283.
6. *Охапкин А.Г.* Видовой состав фитопланктона как показатель условий существования в водотоках разного типа // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 9. С. 1-13.
7. *Розенберг Г.С., Гелашивили Д.Б., Зинченко Т.Д., Перешивайлов Л.А.* Об экологической паспортизации городских водоёмов // Изв. Самар. НЦ РАН. 2001. Т. 3. № 2. С. 254-273.
8. *Романенко В.И., Кузнецов С.И.* Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 2004. 288 с.
9. *Старцева Н.А., Охапкин А.Г., Юлова Г.А.* Фитопланктон как индикатор качества воды малых городских озёр // Проблемы регионального экологического мониторинга: Мат-лы I Научно-практ. конф. Нижний Новгород, 2002. С. 135.
10. *Старцева Н.А., Охапкин А.Г.* Состав и структура фитопланктона некоторых пойменных озёр культурного ландшафта (на примере г. Нижнего Новгорода // Биология внутренних вод. 2003. № 4. С. 35-42.
11. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1974. 243 с.
12. *Трифонов И.С.* Экология и сукцессия озёрного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 183 с.
13. *Трифонов И.С.* Закономерности изменения фитопланктонных сообществ при эвтрофировании озёр: Дис. ... д-ра биол. наук в форме научного доклада. СПб., 1994. 77 с.
14. Фитопланктон Нижней Волги: водохранилища и низовье реки. С-Пб: «Наука», 2003. 230 с.
15. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.
16. *Зибарев А.Г., Розенберг Г.С., Саксонов С.В., Абакумов Е.В., Бакиев А.Г., Быков Е.В., Васильева А.В., Васюков В.М., Гелашивили Д.Б., Евланов И.А., Епланова Г.В., Зибарев С.С., Зинченко Т.Д., Иванов М.Н., Иванова А.В., Иглин В.Б., Костина Н.В., Кудинова Г.Э., Кузнецова Р.С., Кузовенко А.Е., Лифиренко Д.В., Максимова Е.Ю., Минеев А.К., Пыршева М.В., Раков Н.С., Розенберг А.Г., Роцевский Ю.К., Селезнев В.А., Сенатор С.А., Файзуллин А.И., Шитиков В.К., Юрина В.С.* Институт экологии Волжского бассейна РАН и город Тольятти. Экологические инновации для устойчивого развития города. Аналитический доклад / Под ред. чл.-корр. РАН А.Г. Зибарева, чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга, проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2012. 88 с.
17. *Зибарев А.Г., Кудинова Г.Э., Лифиренко Д.В., Пыршева М.В., Розенберг Г.С., Роцевский Ю.К., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Юрина В.С.* Экологический атлас, Тер КСОС, эоаудит территории и рекомендации к действию для мэра города Тольятти // Изв. Самар. НЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1. С. 32-42.
18. *Сенатор С.А., Саксонов С.В., Ужамецкая Е.А.* Растительный покров Тольятти: история изучения // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 22, № 4. С. 191-200.
19. *Розенберг Г.С., Гелашивили Д.Б., Евланов И.А., Зибарев А.Г., Зибарев С.С., Зинченко Т.Д., Иванов М.Н., Костина Н.В., Кудинова Г.Э., Кузнецова Р.С., Родимов И.О., Розенберг А.Г., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Фирулина И.Н., Хасаев Г.Р., Шиманчик И.П., Шитиков В.К., Юрина В.С.* Устойчивое развитие Волжского бассейна: мифы – утопии – реальность... / Под ред. чл.-корр. РАН В.М. Захарова, чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга. проф. Г.Р. Хасаева. Тольятти: Кассандра, 2012. 226 с.

PHYTOPLANKTON IN THE LAKE OF CULTURED LANDSCAPE (USING THE LAKE EIGHT FROM TOGLIATY AS A MODEL) I. FLORISTIC ANALYSIS AND ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS

© 2014 E.S. Krivina, N.G. Tarasova

Institute of ecology of the Volga river basin Russian Academy of Sciences, Togliatti

In this article, the floristic analysis of the phytoplankton of the lake Eight from 1991 to 2013 year. Detail spectra of major taxonomic units analyzed key changes in their structure over the study period. Given the ecological and geographical characteristics of phytoplankton in the studied reservoir.

Key words: phytoplankton, floristic analysis, indicator species, supranote