

СООБЩЕСТВА ПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ ОЗЕРА РАИФСКОЕ (ВОЛЖСКО-КАМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

I. БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ ОЗЕРА РАИФСКОЕ

© 2010 Е.Н. Унковская¹, В.В. Жариков², С.В. Быкова², М.Ю. Горбунов², М.В. Уманская², Н.Г. Тарасова², О.В. Мухортова², О.В. Палагушкина³, О.Ю. Деревенская³

¹ Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник,
пос. Садовый, Татарстан

² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

³ Казанский государственный университет

Поступила в редакцию 14.05.2010

Приведена характеристика гидрохимических условий и микробиологическая характеристика озера, дана сравнительная характеристика видового состава, численности и биомассы фитопланктона, протозоо- и зоопланктона пелагиали и зарослей макрофитов.

Ключевые слова: заповедник, биоразнообразие, гидрохимический режим, бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон, инфузории, пелагиаль, заросли макрофитов

Сохранение биоразнообразия является одной из первоочередных задач особо охраняемых территорий. Биоразнообразие, прежде всего, определяется разнообразием биотопов. Мониторинговые наблюдения за гидрохимическим режимом и составом планктонных сообществ озер осуществляется в заповеднике с 1983 г. За период исследований выявлен химический состав воды оз. Раифское и видовой состав фито- и зоопланктона пелагической части озера. Для полной оценки биоразнообразия гидробионтов впервые проведено исследования бактериопланктона, фито- и зоопланктона в зарослях макрофитов

Жариков Владимир Васильевич, доктор биологических наук, заведующий лабораторией

Быкова Светлана Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Тарасова Наталья Геннадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: korolev_dimon@mail.ru

Мухортова Оксана Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник

Горбунов Михаил Юрьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Уманская Марина Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Унковская Елена Николаевна, старший научный сотрудник: E-mail: L-unka@mail.ru

Палагушкина Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: opalagushkina@mail.ru

Деревенская Ольга Юрьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: ODerevenskaya@mail.ru

Материалы и методы. Мониторинговые исследования за гидрохимическим составом воды, состоянием зоо- и фитопланктона проводились сотрудниками Казанского университета ВКГБПЗ. В сообществах макрофитов и пелагической части с учетом вертикального распределения сотрудниками ВКГБПЗ и ИЭВБ РАН в июле 2006 г. и августе 2007 г. Пробы отбирали батометрами Руттнера и Молчанова с интервалом 2 м на глубоководной контрольной станции. Инфузорий, фито- и зоопланктон исследовали также в ассоциациях следующих видов высших водных растений: а) растения с плавающими листьями: кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith); в) погруженные: рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), один из видов тонколистных рдестов (*Potamogeton* sp.), роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum* L.), элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.); с) прибрежно-водные: осока вздутая (*Carex rostrata* Stokes.), белокрыльник болотный (*Calla palustris* L.) и тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.).

Химический анализ проб с поверхности и дна определяли в ЦСИАК Минприроды РТ по аттестованным методикам, принятым в экоанализе. Активную реакцию окислительно-восстановительный потенциал и удельную электропроводность воды измеряли в момент отбора проб портативными приборами. Концентрацию растворенного кислорода, ортофосфата, сероводорода и сульфидов, аммонийного азота определяли стандартными методами [15]. Концентрацию

фотосинтетических пигментов определяли в ацетоновых экстрактах по многоволновым формулам [2]. Параллельно производился отбор проб бактерио-, фито- и зоопланктона по общепринятым методикам [6]. Общую численность и биомассу бактерий определяли по стандартным методикам [6], размерную структуру определяли как описано ранее [13]. Численность аноксигенных фототрофных бактерий определяли методом прямого счета под микроскопом МБИ-6 и Люмам Р8. Для определения численности инфузорий пробы воды концентрировали фильтрованием без давления через мембранные фильтры с диаметром пор 4,0-10 мкм и фиксировали сулемой [7]. Подсчет проводили на тотальных глицериновых препаратах. Виды идентифицировали в живом состоянии и после импрегнации серебром и окраски ядер по Фельгену [3]. Инфузории перифитона изучали на стеклах обрастания и на естественных субстратах [3]. Пробы фитопланктона фиксировали формалином, концентрировали методом фильтрования через мембранные фильтры с диаметром пор 0,8-1,0 мкм. Количественную обработку проб проводили по стандартным методикам [6]. Для определения численности и биомассы зоопланктон отбирали сетью Джели с газом № 70 и диаметром входного отверстия равным 12 см. Камеральная обработка выполнялась согласно общепринятым методикам [6]. Все гидрохимические и гидробиологические пробы отбирали синхронно.

Результаты и обсуждение. Оз. Раифское является центральным водоемом ВКЗ и расположено в месте слияния малых рек Сумка и Сербулак. Происхождение озера карстово-суффозионное, с провалами глубиной 14 и 19 м в долине р. Сумка. Площадь водного зеркала озера составляет 0,319 км², максимальная глубина – 19,1 м при средней 6,2 м. Питание озера осуществляется за счет талых вод в период весеннего половодья, а также при участии дождевых и подземных вод в другие сезоны. Озеро проточное, стратифицированное, с четко выраженной химической и температурной стратификацией.

По результатам гидрохимических наблюдений установлено, что вода озера относится к гидрокарбонатному классу группы кальция. Сезонная и многолетняя динамика химического состава оз. Раифское описана ранее [10, 14-16]. В 2006-2007 г. ионная минерализация составила

самые большие значения для летнего периода за последние 5 лет: соответственно 320,3-390,2 мг/дм³ на поверхности и 424,5-435,3 мг/дм³ на дне, мг/дм³ у поверхности и мг/дм³, что связано с большими значениями хлоридов, натрия и калия. Содержание кислорода было распределено по глубинам крайне неравномерно, что характерно для эвтрофных водоемов: в поверхностных слоях отмечалось перенасыщение O₂ – 117-152% , в придонных слоях – дефицит O₂ (5,5-10,1%). Сульфиды в озере были обнаружены только в придонном слое в концентрации, близкой к порогу определения (0,085 мг/л). Гиполимнион озера обогащен железом, очевидно, что восстановление железа в этих озерах преобладало над сульфатредукцией. Общая жесткость соответствовала категории «мягкая вода» (2,8-3,4 ммоль/дм³). Водородный показатель (pH воды), равный 7,2 ед. по всей глубине, не превышал ПДК и соответствовал разряду «очень чистых» вод. Концентрации биогенных веществ превышали ПДК, в основном, в придонных слоях, максимальные значения были отмечены в 2006 г. Содержание общего железа составляло 0,6-3,16 мг/дм³ (6-31,6 ПДК), ионов аммония – 1,16-2,13 мг/дм³ (2,3-4,3 ПДК), нитритов – 0,102-0,190 мг/дм³ (1,3-2,4 ПДК). Содержание неорганического фосфора и аммонийного азота в стратифицированном озере также увеличивалось от поверхности ко дну (рис. 2). Концентрации фенолов, которые в 2006 г. были выше ПДК в 3,3-4 раза, снизились в 2007 г. до 1,2-2,2 раза. Величина БПК₅ изменялась по горизонтам незначительно от 3,5 (у поверхности) до 2,8 мг O₂/дм³ (у дна), составляя 1,4-1,8 ПДК. ХПК было в пределах нормы – 28,3-29,3 мг O₂/дм³ (при ПДК=30). Ранговый показатель по 9-10 ингредиентам составлял, в среднем, 3,9-4,1 («достаточно чистые воды»), но при этом у поверхности он соответствовал категории «вполне чистые воды» (3,0-3,4), а у дна – «слабо загрязненные воды» (4,8-4,9). Концентрация хлорофилла "а" в поверхностном слое озера летом 2006-2007 гг. составляла около 10 мкг/л. Максимальная концентрация хлорофилла в оба года наблюдалась в нижележащих горизонтах (табл. 1). Несмотря на изменение вертикального распределения, максимальные и особенно средние концентрации хлорофилла в 2006 и 2007 г. в озере остались близкими (табл. 1).

Таблица 1. Максимальные и средние концентрации хлорофилла "а" в оз. Раифское в 2006 и 2007 гг.

Год наблюдений		2006	2007	
Концентрация хлорофилла "а"	максимальная, мкг/л (на глубине, м)	14,2 (4)	17,2 (2)	
	средняя, мкг/л	В фотическом слое	10,7	10,5
		во всем столбе воды	6,55	5,7
	под единицей площади, мг/м ²		98,3	85,5

По среднему содержанию хлорофилла в трофогенной зоне озеро находится на границе мезо- и эвтрофного типов [4]. Наряду с хлорофиллами в микроаэробных слоях озера обнаружены пигменты аноксигенных фототрофных бактерий, бактериохлорофиллы "a" и "d", концентрация которых не превышала 2 мкг/л [2].

Бактериопланктон. Общая численность бактериопланктона в 2006 г. изменялась на разных горизонтах в пределах 2,0-3,4 млн кл/мл, составляя в среднем для всей водной толщи 2,6 млн кл/мл (табл. 2). Как и во многих других озерах, в составе бактериопланктона озера на всех горизонтах преобладают одиночные клетки. В небольших количествах были обнаружены одно- и многоклеточные нити, доля агрегированного планктона в виде микро- и макроколоний невелика. Бактерии в оз. Раифское очень вариабельны по своим размерам. Линейные размеры и объем кокков изменяются в диапазоне 0,33-2,00 мкм и 0,02-4,20 мкм³; палочек – 0,67-6,67×0,33-2,00 мкм и 0,05-8,70 мкм³; нитей – 3,34-50,03×0,33-0,67 мкм и 0,28-6,91 мкм³. По биомассе и, на большинстве горизонтов – по численности, в планктоне озера преобладают

палочковидные клетки. Средние по 9 горизонтам характеристики бактериопланктона показаны в табл. 2. В планктоне озера обнаружены розеткообразующий вид планктомицетов, *Planctomyces bekefii* Emesi 1924 (тип "Planctomycetes") и представители коринеморфных бактерий (группа *Arthrobacter-Corynebacterium*, тип Actinobacteria). Экология и функции планктомицетов в планктоне остаются мало изученными, но их развитие обычно сопутствует массовому "цветению" цианобактерий (которые в оз. Раифское многочисленны и доминируют в составе фитопланктона). Коринеморфные бактерии, в частности, р. *Arthrobacter* более характерны для почв, а не для водной толщи озер, хотя представители типа Actinobacteria в целом многочисленны и в пресных водах. Обнаружены также представители аноксигенных фототрофных бактерий: нитчатая зеленая бактерия *Chloronema* cf. *giganteum*, характерной особенностью которой в этом озере является сильная инкрустация слизистого чехла железом, и пурпурные серные бактерии *Thiocapsa* sp. и *Thiopedia rosea* Winogradsky 1888.

Таблица 2. Общая характеристика бактериопланктона оз. Раифское (12.07.2006)

	Численность	Биомасса	Средний объем клетки, мкм ³
Общая	2,62·10 ⁶ кл/мл	0,83 мг/л	0,318
в том числе, %			
колониальный	4,1	9,5	0,727
одиночный	95,9	90,5	0,300
морфологическая структура бактериопланктона, % ОЧБ			
кокки	35,8	17,0	0,151
палочки	63,5	80,1	0,402
нити	0,7	2,9	1,302
размерная структура бактериопланктона, % ОЧБ			
длина, мкм			
< 1	35,6	9,3	0,083
1-2	51,2	33,3	0,207
2-5	12,7	52,4	1,315
> 5	0,5	5,0	2,904
объем, мкм ³			
< 0,1	34,8	6,4	0,059
0,1-0,4	56,9	37,4	0,209
0,4-1,6	5,5	10,4	0,597
> 1,6	2,8	45,8	5,241

Фитопланктон. В составе фитопланктона глубоководной части озера за период с 1983 г. было выявлено 294 таксона водорослей рангом ниже рода (включая 252 вида, 21 разновидностей и форм, 21 видов, определенных до родов) из 90 родов, 39 семейств, 18 порядков, 9 классов и 8 отделов водорослей. За два года исследований альгофлоры, формирующейся в сообществах высших водных растений и у поверхности воды

нами было зарегистрировано 208 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, из которых 70% отмечены для водоема впервые [19]. В большинстве случаев в сообществах высших водных растений число видов, разновидностей и форм водорослей был выше чем в пелагической части водоема на 10-27% [8, 18]. Состав доминирующих по численности и биомассе комплексов водорослей приведен в табл. 3.

Таблица 3. Доминирующие виды фитопланктона различных биотопах оз. Раифское (по: Тарасова, Унковская, 2009)

Место регистрации	Доминирующие по численности виды	Доминирующие по биомассе виды
поверхность (пелагиаль)	2006: <i>Microcystis pulverea</i> 2007: <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Oscillatoria limnetica</i> , <i>Microcystis pulverea</i> , <i>Anabaena scheremetievii</i>	2006: <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
кубышка	2006: <i>Microcystis pulverea</i> , <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 2007: <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Oscillatoria limnetica</i> , <i>Microcystis pulverea</i>	2006: <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> , 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
роголистник	2006: <i>Microcystis pulverea</i> , <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Lyngbia limnetica</i> , <i>Microcystis pulverea</i>	2006: <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Phacotus coccifer</i>
рдест пронзеннолистный	2006: <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Merismopedia tenuissima</i> , <i>Anabaena flos-aquae</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Lyngbia limnetica</i> , <i>Microcystis pulverea</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	2006: <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Coelastrum microporum</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> ,
рдест тонколистный	<i>Microcystis pulverea</i> , <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	<i>Spirogyra punctiformis</i>
стрелолист	2006: <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis pulverea</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Lyngbia limnetica</i> , <i>Microcystis pulverea</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	2006: <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 2007: <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
частуха	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis pulverea</i> , <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Lyngbia limnetica</i> , <i>Oscillatoria limnetica</i>	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
ежеголовник	<i>Microcystis pulverea</i> , <i>Oscillatoria limnetica</i> , <i>Lyngbia limnetica</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena scheremetievii</i>	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Synedra acus</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
белокрыльник	<i>Microcystis pulverea</i> , <i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Lyngbia limnetica</i>	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Anabaena flos-aquae</i>
осока	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis pulverea</i>	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
элодея	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis incerta</i> , <i>Microcystis pulverea</i>	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
ежеголовник	<i>Microcystis pulverea</i> , <i>Oscillatoria limnetica</i> , <i>Lyngbia limnetica</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena scheremetievii</i>	<i>Anabaena scheremetievii</i> , <i>Synedra acus</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>

Зоопланктон. За период наблюдения с 1983 г. в составе зоопланктона озера было зарегистрировано 64 вида. Из них *Rotatoria* 51,6%, *Cladocera* 32,8%, *Cyclopoida* 12,5%, *Calanoida* 3,2%. Проведенные в 2006-2007 гг. работы по изучению развития зоопланктона в сообществах макрофитов, позволили значительно расширить представления о его разнообразии: нами было зарегистрировано 72 вида, ранее в водоеме не отмечавшихся. Соотношение основных таксономических единиц осталось практически прежним (*Rotatoria* 48,9%, *Cladocera* 22,6%, *Cyclopoida*, 13,2%, *Calanoida* 1,5%). Высокая доля коловраток может быть связана с невысокими

показателями pH среды в водоеме [5]. Видовой состав зоопланктона в различных ассоциациях высшей водной растительности в озере Раифское отличался высокой степенью сходства (коэффициент видового сходства Серенсена изменяется от 53,1% до 79,6%). В составе фитотильного зоопланктона было зарегистрировано 114 видов. Наибольшим видовым разнообразием отличался зоопланктон формирующийся в ассоциациях рдеста пронзеннолистного (27,2%), а минимальное в рогозе узколистного (10,7%). Состав доминирующего комплекса видов зоопланктона приведен в табл. 4.

Таблица 4. Доминирующие виды зоопланктона в сообществах макрофитов оз. Раифское в 2006-2007 гг.

Макрофиты	Виды-доминанты
Рдест (тонколиственный/пронзеннолистный)	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> , <i>Ceriodaphnia pulchella</i> , <i>Thermocyclops oithonoides</i>
роголистник	<i>Brachionus diversicornis</i> , <i>Lecana quadridentata</i> , <i>Mesocyclops leuckarti</i> , <i>Eucyclops macruroides</i>
элодея	<i>Sida crystallina</i> , <i>Simocephalus vetulus</i>
кубышка	<i>Sida crystallina</i> , <i>Pleuroxus truncatus</i>
стрелолист	<i>Sida crystallina</i> , <i>Scapholeberis mucronata</i> , <i>Ceriodaphnia affinis</i>
белокрыльник	<i>Testudinella patina</i> , <i>T. parva</i> , <i>Rotaria rotatoria</i> , <i>Eucyclops macrurus</i>
осока	<i>Chydorus sphaericus</i> , <i>Graptoleberis testudinaria</i>
ежеголовник	<i>Scapholeberis mucronata</i> , <i>Graptoleberis testudinaria</i>
частуха	<i>Simocephalus vetulus</i> , <i>Macrocyclus albidus</i> , <i>M. distinctus</i>
рогоз	<i>Chydorus sphaericus</i>

Инфузории. Исследования инфузорий в водоемах на территории Волжско-Камского природного биосферного заповедника ранее не проводились. В результате исследований 2-х лет (2006-2007 гг.) в оз. Раифское выявлено около 94 видов инфузорий, из которых 2 вида пока не удалось идентифицировать даже до рода. Они относятся к 2 подтипам, 8 классам, 11 подклассам, 22 отрядам, 42 семействам, 61 роду [1]. В планктоне пелагической части озера зарегистрировано 43 вида (27 видов в 2006 г. и 33 вида в 2007 г.), в планктоне зарослей макрофитов (по итогам только 1 года) – 49 видов, в перифитоне (на стеклах обрастания и на естественных субстратах) – 28 видов. В пелагической части озера в составе планктона выявлено 27 эупланктонных, 5 эпифитных и 4 бентосных вида инфузорий.

В составе планктона зарослей высших водных растений зарегистрировано 28 эупланктонных, 20 перифитонных, 1 бентосный вид инфузорий. Различия в биотопической структуре сообществ обусловлены смесями перифитонных организмов с поверхности водных высших растений. Так, при исследовании сообщества инфузорий зарослей рдеста пронзеннолистного и роголистника темно-зеленого, в планктонных пробах нами обнаружены взрослые особи пресноводной *Folliculina boltoni*, ведущей обычно исключительно прикрепленный образ жизни. Инфузории-доминанты в толще воды пелагической части водоема подробно рассмотрены в части II данной статьи. Инфузории-доминанты и субдоминанты в зарослях макрофитов представлены в табл. 5.

Таблица 5. Структурообразующие виды инфузорий (доминанты и субдоминанты) в разных биотопах оз. Раифское и их вклады в общую численность (в %) в 2007 г.

Виды	пелагический, 0 м	кубышка желтая	роголистник темно-зеленый	рдест пронзеннолистный	рдест тонколиственный
<i>Codonella cratera</i> (Leidy, 1887)	17,5	9,8	11,9	11,4	5,6
<i>Vorticella</i> sp. на <i>Anabaena</i>	29,0	53,7	44,0	38,1	3,5
<i>Tintinnidium fluviatile</i> (Stein, 1863)	33,3	5,7	2,8	-	-
<i>V. campanula</i> Ehrb., 1831	-	8,9	10,1	18,1	0,9
<i>Strobilidium caudatum</i> (Fromentel, 1876)	-	0,8	8,3	-	5,6
<i>Cyclidium citrullus</i> Cohn, 1865	-	5,7	-	-	17,4
<i>Cyclidium glaucoma</i> (O.F.Mull., 1773)	-	1,6	-	-	9,4
<i>Urotricha</i> sp. (17-20 мкм)	-	-	-	1,0	5,6
<i>Haplocaulus anabaena</i> (Stiller, 1940)	-	-	-	14,3	-
<i>Ophryoglena</i> sp.	-	-	-	-	7,1
<i>Cinetochilum margaritaceum</i> Perty, 1852	-	-	-	-	7,1
<i>Litonotus cygnus</i> (O.F.Muller, 1773)	-	-	-	-	9,1
<i>Euplotes</i> sp.	-	-	-	-	5,6

В перифитоне развивались обычные для пресных водоемов виды инфузорий: *Vorticella campanula* Ehrb., 1831, *V. convallaria* (Linnaeus, 1758), *Platycola truncata* (Fromentel, 1876), *Chilodonella uncinata* (Ehrenberg, 1838), *Stylonychia mytilus* (Ehrb., 1838), *Aspidisca cicada* (O.F.Muller, 1786), *Stentor roeseli* Ehrb., 1835, *Platycola truncata* (Fromentel, 1876), *Cinetochilum margaritaceum* Perty, 1852, *Gastronauta membranaceus* Engelmann, 1875, *Cothurnia sp.*, *Ophrydium versatile* Muller, 1786, *Chaetospora remex* (Hudson, 1875) *Stichotricha aculeata* Wrzesniowski., 1870. Помимо этих видов, как уже указывалось, развивалась и достигала огромных численностей *Folliculina boltoni* Kent, 1881 (131 тыс. экз./м² на второй день обрастания и 343 тыс. экз./м² на седьмой день). Эта находка очень интересна, поскольку расширяет известные границы распространения этого вида.

Сравнительная характеристика биологического разнообразия различных планктонных сообществ. Вопросы разнообразия сообществ планктонных организмов (фито-, прото- и зоо-) рассматривали на однотипно и синхронно собранном материале в 2006 г. в зарослях 4 видов макрофитов. Для анализа использовали данные, полученные при обработке проб из поверхностных горизонтов воды (0-0,3 м), чтобы исключить влияние на показатели сообществ более глубоких слоев. Всего за период исследования в 2006 г. обнаружено 98 видов

фитопланктона, 73 вида зоопланктона и 55 видов инфузорий. В пелагической части водоема зарегистрировано для разных групп планктона от 20% до 33%, в зарослевой – 93% от числа обнаруженных видов. Специфичными для сообществ в фитоценозах, оказались 67% и 80% от общего числа видов фитопланктона и инфузорий, соответственно; специфичными для пелагической части – лишь 7% (для обеих групп). Коэффициент сходства сообществ инфузорий и фитопланктона пелагической и зарослевых частей – всего лишь 33,5%. Сходство невелико (менее 50%) и между планктонными сообществами, развивающимися в разных макрофитах, что указывает на их специфичность.

Максимальное разнообразие планктонных сообществ (включающих однако и организмы с разной биотопической принадлежностью: перифитонных и бентосных) характерно для зарослей макрофитов. Индекс Шеннона в среднем для сообществ фитопланктона, зоопланктона и инфузорий зарослей макрофитов составил, соответственно, 2,89, 3,85 и 3,12; для водорослей и инфузорий в пелагической части – 0,89 и 2,51, соответственно (табл. 6). При этом для фитопланктона при большем количестве видов индекс видового разнообразия ниже, чем для зоопланктона и протозоопланктона (за счет абсолютного доминирования синезеленых и, соответственно меньшей выравненности).

Таблица 6. Индексы Шеннона для планктонных сообществ в разных биотопах

Биотоп	Фитопланктон	Зоопланктон	Инфузории
пелагиаль, 0 м	0,89 / 2,48*	-	2,51
кубышка желтая	2,31 / 2,86	3,41	2,52
рдест тонколистный	3,7 / 3,22	4,72	4,03
роголистник темно-зеленый	2,11 / 2,22	3,46	3,14
рдест пронзеннолистный	3,44 / 3,52	3,80	2,78
средний для зарослей макрофитов	2,89 / 2,95	3,85	3,12

* – индекс Шеннона по численности / индекс Шеннона по биомассе; “-” – нет данных

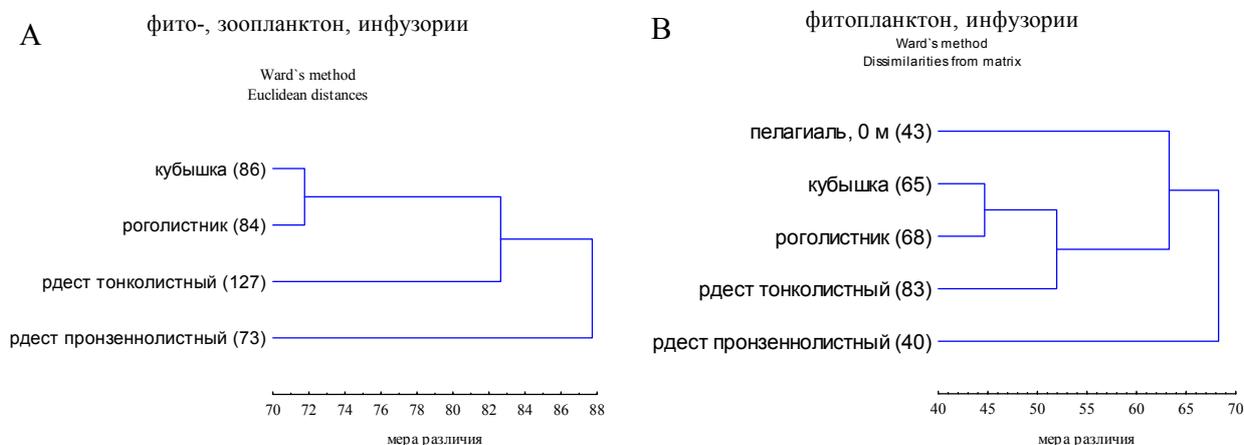


Рис. 1. Дендрограммы сходства планктонных сообществ, развивающихся в разных биотопах: А – без учета пелагических проб, В – с пелагиалью, но без зоопланктона. Обозначение: в скобках указано суммарное количество видов исследуемых компонентов планктона

Анализ сходства альгофлоры, фауны инфузорий и коловраток в планктоне различных фитоценозов продемонстрировал близость планктонных сообществ, развивающихся в зарослях кубышки и роголистника (рис. 1А, Б). Кластерный анализ отдельно для каждого компонента планктонного сообщества показал иную картину: для фитопланктона близкими по видовому составу являются сообщества кубышки и рдеста тонколистного, для зоопланктона – кубышка и рдеста пронзеннолистного, для инфузорий – фауна, развивающаяся в зарослях кубышки и пелагической части. Обособленно от остальных, расположено сообщество, развивающееся в рдесте пронзеннолистном. Альгофлора и фауна инфузорий в фитоценозе рдеста

пронзеннолистного настолько специфичны, что даже «пелагические» пробы оказались ближе к остальным «макрофитным» (рис. 1В).

Для всех планктонных сообществ максимальное количество видов зарегистрировано в зарослях рдеста тонколистного (рис. 2А). При этом суммарное количество видов всех компонентов планктона приблизительно одинаково во всех зарослях макрофитов, за исключением рдеста тонколистного (рис. 2В). Среднее для зарослевых биотопов значение видов в 2,3 раза меньше общего числа «фитофильных» видов фито-, зоопланктона и инфузорий (рис. 2В). Это свидетельствует еще раз в пользу специфичности видового состава планктонного сообщества отдельных зарослей макрофитов.

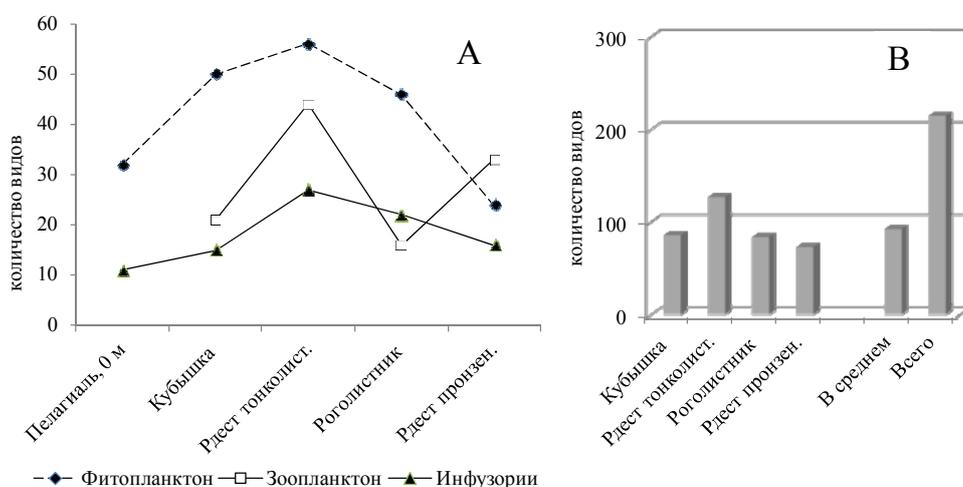


Рис. 2. Количество видов планктонных сообществ в разных биотопах (А) и суммарное количество видов планктона в зарослях макрофитов (В)

Выводы: планктонное сообщество озера Раифское отличается достаточно высоким разнообразием всех его составляющих:

- в альгофлоре планктона пелагической части водоема зарегистрировано 294 таксона водорослей, рангом ниже рода, в сообществах макрофитов – 208;

- в составе пелагического зоопланктона соответственно – 64 и 114;

- инфузорий – 43 и 49.

Своеобразие планктонных сообществ водоема, вероятно, в значительной степени определяется именно фитофильной флорой и фауной, что необходимо учитывать при оценке общего биологического разнообразия водоема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Быкова, С.В. Инфузории озера Раифское (Волжско-Камский биосферный заповедник) / С.В. Быкова, В.В. Жариков // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Бюлл. – 2009. – Т. 18, № 3. – С.121-131.
2. Горбунов, М.Ю. Вертикальное распределение бактериохлорофиллов в гумозных озерах Волж-

ско-Камского заповедника (респ. Татарстан). // Поволжский экологический журнал. – 2010. – В печати.

3. Жариков, В.В. Кадастр свободноживущих инфузорий водохранилищ Волги. – Тольятти, 1996. – 76 с.
4. Китаев, С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.
5. Кутикова, Л.А. Бделлоидные коловратки фауны России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 315 с.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М., 1975. – 240 с.
7. Ротарь, Ю.М. Планктонные инфузории Куйбышевского водохранилища: Дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1995. – 161 с.
8. Тарасова, Н.Г. Водоросли биоценозов высших водных растений озер Волжско-Камского заповедника // Материалы II Международной науч.-практ. конф. «Природное наследие России в 21 веке». – Уфа, 2008. – С. 380-384.
9. Тарасова, Н.Г. Фитопланктон сообществ высших водных растений озера Раифское Волжско-Камского заповедника / Н.Г. Тарасова, Е.Н. Унковская // Материалы VI Международной конференции «Татищевские чтения: актуальные

- проблемы науки и практики» (Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды). – Тольятти: Волжский университет им. Татищева, 2008. – С. 136-142.
10. Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. – Казань, 2002. – Вып. 5. – 437 с.
 11. Уманская, М.В. Бактериопланктон меромиктического городского пруда // Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия. Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований». – Вологда, 2008. – С. 112-115.
 12. Уманская, М.В. Бактериопланктон озер Раифы (Татарстан, Россия) / М.В. Уманская, М.Ю. Горбунов, Е.Н. Унковская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2007.- Т. 9, № 4 (22). – С. 987-996.
 13. Уманская, М.В. Экологические особенности развития бактериопланктона малых эвтрофных озер Самарской Луки: Дисс... канд. биол. наук. – Тольятти, 2004. – 148 с.
 14. Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2001. – 256 с.
 15. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю.Ю. Лурье. Изд. 2. – М., Химия, 1973.
 16. Унковская, Е.Н. Организация и результаты мониторинга водоемов Волжско-Камского заповедника / Е.Н. Унковская, Е.М. Мингазова, О.В. Палагушкина и др. // Природное наследие России в 21 веке. – Уфа, 2008. – С. 396-401.
 17. Унковская, Е.Н. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов Раифы / Е.Н. Унковская, М.Н. Мингазова, Л.Р. Павлова // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. – Казань, 2002. – Вып.5. – 230 с.
 18. Унковская, Е.Н. Гидрохимический состав и состояние планктонных сообществ в озерах Волжско-Камского заповедника / Е.Н. Унковская, О.В. Палагушкина, О.Ю. Деревенская // Современное состояние водных ресурсов. – Новосибирск: «Агрос», 2008. – С. 356-363.
 19. Унковская, Е.Н. Таксономический состав фитопланктона озера Раифское (Волжско-Камский заповедник) / Е.Н. Унковская, О.В. Палагушкина, Н.Г. Тарасова. (в печати).

COMMUNITIES OF PLANKTONIC ORGANISMS IN LAKE RAIFSKOE

(VOLGA-KAMA STATE NATURAL BIOSPHERE RESERVE)

I. THE BIODIVERSITY OF PLANKTONIC COMMUNITIES OF VARIOUS BIOTOPES IN LAKE RAIFSKOE

© 2010 E.N. Unkovskaya¹, V.V. Zharikov², S.V. Bykova², M.Yu. Gorbunov²,
M.V. Umanskaya², N.G. Tarasova², O.V. Muhortova², O.V. Palagushkina³,
O.Yu. Derevenskaya³

¹ Volga-Kama State Natural Biosphere Reserve, Settlement Sadoviy, Tatarstan

² Institute of Ecology of Volga Basin RAS, Tolyatti

³ Kazan State University

The characteristic of hydrochemical conditions and microbiological characteristic of lake is brought, the comparative characteristic of specific compound, numerosity and biomass of phytoplankton, protozoa and zooplankton pelagial and thickets of macrophytes is given.

Key words: *reserve, biodiversity, hydrochemical regime, bacterioplankton, phytoplankton, zooplankton, infusorians, pelagial, thickets of macrophytes*

Vladimir Zharikov, Doctor of Biology, Chief of the Laboratory
Svetlana Bykova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow
Nataliya Tarasova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow.
E-mail: korolev_dimon@mail.ru

Oksana Muhortova, Candidate of Biology, Research Fellow
Mikhail Gorbunov, Candidate of Biology, Senior Research Fellow
Marina Umanskaya, Candidate of Biology, Senior Research Fellow
Elena Unkovskaya, Senior Research Fellow: E-mail: L-unka@mail.ru
Olga Palagushkina, Candidate of Biology, Senior Research Fellow.
E-mail: opalagushkina@mail.ru

Olga Derevenskaya, Candidate of Biology, Senior Research Fellow.
E-mail: ODerevenskaya@mail.ru