

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА АЛЬГОФЛОРЫ ОЗЕР, С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ (СЕЛО БИНАРАДКА, КРАСНОЯРСКИЙ РАЙОН, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2010 Н.Г. Тарасова¹, Т.Н. Буркова¹, О.О. Трохимец²

¹ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

² Астраханский государственный технический университет

Поступила в редакцию 18.05.2010

Проведен анализ таксономического состава альгофлоры двух озер, расположенных на одной реке, длиной 20 км и отличающихся степенью антропогенной нагрузки. Водоем со значительной сельскохозяйственной нагрузкой отличается большим разнообразием водорослей за счет порядка Chlorococcales отдела Chlorophyta, большего разнообразия отделов Euglenophyta и Xanthophyta. В озере с меньшей антропогенной нагрузкой преобладают водоросли-индикаторы низкой степени антропогенного загрязнения.

Ключевые слова: фитопланктон, виды-индикаторы, видовое богатство

Вопросы изучения водорослей в Самарской области были сосредоточены в основном на Куйбышевском водохранилище и носили мониторинговый характер [1, 2]. Систематическое изучение планктонных сообществ водорослей замкнутых водоемов было начато только в 90-х годах XX в. Проведенные к настоящему времени работы позволили значительно расширить представления как о качественном составе альгофлоры планктона Самарской области, так и о функционировании альгоценозов в целом [3-10]. Как известно, биоразнообразие – это один из факторов оптимального функционирования экосистем и биосферы в целом. Это – основа поддержания жизнеобеспечивающих функций биосферы и существования человека. Национальные и глобальные проблемы сохранения биоразнообразия не могут быть реализованы без фундаментальных исследований в этой области, которые, прежде всего, связаны с его оценкой. Для более полного учета видов в сообществе (α - и β -разнообразия) необходимо проводить исследования в различных его биотопах. Сравнительная характеристика состава и развития фитопланктона сообществ озер разного трофического типа, расположенных в пределах одного региона и имеющих сходное происхождение позволяет проследить изменения, происходящие в процессе эвтрофирования водоема [11].

Объекты и методы исследования. В Красноярском районе Самарской области расположена р. Бинарадка, длина которой около 20 км. Она берет начало в одной из многочисленных балок за с. Старая Бинарадка и впадает в р. Курумоч в районе с. Курумоч Волжского района. У истока в районе устья

реки сооружена плотина. Здесь находится пруд, используемый в 70-80-х гг. XX века для разведения водоплавающей птицы, и называемый местным населением «Утятник» (рис. 1). Пробы фитопланктона отбирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим методикам [12].



Рис. 1. Карта-схема района исследования

Результаты и обсуждения. В составе альгофлоры планктона изучаемых озер нами было зарегистрировано 343 таксона водорослей, рангом ниже рода (табл. 1). Они относятся к 9 отделам, 15 классам, 21 порядку, 57 семействам и 109 родам; 38 таксонов представлены разновидностями и формами. Основу альгофлоры, как и в основной массе пресноводных водоемов умеренной зоны, составляли зеленые водоросли: на их долю приходился 41% от общего числа видов, разновидностей и форм, зарегистрированных нами. Далее следовали диатомовые, число видовых и внутривидовых таксонов которых составляло соответственно 27%, синезеленые (9%), эвгленовые (7%), желтозеленые (5%), золотистые и динофитовые (по 4%), криптофитовые (3%) и рафидофитовые (менее 1%) водоросли.

Тарасова Наталья Геннадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии простейших и микроорганизмов. E-mail: korolev_dimon@mail.ru

Буркова Тамара Николаевна, научный сотрудник лаборатории экологии простейших и микроорганизмов
Трохимец Олеся Олеговна, студентка

Таблица 1. Таксономический состав альгофлоры планктона озер на реке Бинарадка

Отдел	Число				Число таксонов		
	классов	порядков	семейств	родов	видовых	внутри- видовых	Всего
Cyanophyta	2	3	5	14	30	1	31
Chryzophyta	1	2	4	6	13	1	14
Bacillariophyta	2	4	15	17	76	15	91
Xanthophyta	1	1	4	6	17	0	17
Cryptophyta	1	1	1	2	9	0	9
Dinophyta	1	1	5	7	12	2	14
Euglenophyta	1	1	1	4	23	3	26
Raphidophyta	1	1	1	1	0	1	1
Chlorophyta	5	7	21	52	124	15	139
Итого	15	21	57	109	305	38	343

Сравнивая таксономический состав альгофлоры планктона изучаемых озер, удалось установить некоторые отличия в нем. Наибольшим числом видов, разновидностей и форм водорослей отличался Утятник (табл. 2). Здесь число таксонов водорослей рангом ниже рода выше в 1,3 раза, чем в озере Бабалоск. Разница в числе видовых и внутривидовых таксономических единиц отмечается во всех отделах водорослей. Так, число видов, разновидностей и форм эвгленовых водорослей, обитателей стоячих, мелких, хорошо прогреваемых водоемов, в «Утятнике» в 2 раза больше. Эти водоросли интенсивно развиваются в водоемах, с умеренной минерализацией, повышенным содержанием органических веществ и биогенных элементов [13-15]. Они могут развиваться в условиях значительных колебаний температурного режима и pH среды, однако максимум вегетации наблюдается обычно при температуре воды 20-27°C и pH 6,0-7,0. Эвгленовые водоросли – типичные миксотрофы, которые могут питаться автотрофно, осмотротрофно и даже галозойно [16]. Высоким числом видов, разновидностей и форм отличается в этом же водоеме отдел зеленых водорослей, за счет значительного разнообразия хлорококковых. Водоросли этого порядка распространены повсеместно. Преобладающее большинство – обитатели пресных или слабо солоноватоводных, мелких, хорошо прогреваемых, богатых биогенными веществами водоемов со слабопроточной или стоячей водой [13]. Они заселяют водоемы различных типов. Наиболее благоприятны для развития хлорококковых водорослей пруды, особенно рыбоводные, где они являются одной из ведущих групп. Значительного разнообразия хлорококковые водоросли достигают в эвтрофных и гипертрофных озерах [11]. В озере «Утятник», использовавшемся длительное время для разведения водоплавающей птицы, число видовых и внутривидовых таксонов порядка хлорококковые водоросли (83) почти в 2 раза больше, чем в Бабалоске (42), подвергающемуся незначительной антропогенной нагрузке. Большим числом видов, разновидностей и форм водорослей в «Утятнике» характеризуется и отдел синезеленых водорослей (цианопрокарот). Только в этом водоеме зарегистрированы виды родов *Microcystis*, *Snowella*, вызывающие явление «цветения» воды в стоячих водоемах. Особое внимание хочется обратить на высокое число видов,

разновидностей и форм желтозеленых водорослей в «Утятнике», и полное отсутствие представителей Xanthophyta в Бабалоске. Водоросли этого отдела в основной массе водоемов умеренных широт наименее разнообразны. Считается, что они предпочитают чистые воды стоячих водоемов, с кислой реакцией среды [13]. Однако наши исследования не подтвердили эти предположения: представители Xanthophyta наиболее разнообразны в пруду, подвергающемуся наибольшей антропогенной нагрузке. При изучении водоемов степной зоны в Большечерниговском районе Самарской области было так же установлено, что желтозеленые отличались высоким видовым разнообразием в пруду, со значительной степенью сельскохозяйственной нагрузки [10]. Диатомовые водоросли в Бабалоске занимают первую позицию по числу таксонов водорослей, рангом ниже рода. В этом же водоеме выше число представителей отдела золотистых водорослей. Водоросли отдела Chryzophyta наиболее разнообразны в северных озерах [17, 18]. Они обычно обитают в чистой воде, лишь немногие встречаются в водоемах, загрязненных органическими веществами [13]. В озере Бабалоск зарегистрировано в 4 раза больше видовых и внутривидовых таксонов динофитовых водорослей. Как известно, большинство водорослей этого отдела не выносятся из загрязненных вод [19]. Впервые для Самарской области в озере Бабалоск отмечен представитель рафидофитовых водорослей *Vacuolaria virescens* var. *praegnans*.

Сравнительный анализ видового состава водорослей развивающихся в открытой части водоема и в сообществах макрофитов показал, что в пелагической части водоема фитопланктон беднее. Особенно ярко эта закономерность проявляется в озере Бабалоск. Возможно, это связано с тем, что при общем низком уровне биогенов, при разложении отмерших частей макрофитов в их сообществах накапливаются питательные вещества, что способствует созданию в стоячих водоемах отдельных зон (в сообществах макрофитов), с повышенным содержанием питательных веществ. Кроме того, слабо прикрепленные перифитонные формы водорослей отрываются и находятся во взвешенном состоянии вблизи макрофитов (в частности виды родов *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Epitemia*).

Таблица 2. Таксономический состав альгофлоры планктона озер Бабалоск и «Утятник» на реке Бинарадка

Отдел	Бабалоск			«Утятник»		
	пелагиаль	макрофиты	Всего	пелагиаль	макрофиты	Всего
Cyanophyta	8	10	16	14	15	23
Chrysophyta	8	6	11	7	6	8
Bacillariophyta	21	61	70	31	34	47
Xanthophyta	0	0	0	11	9	17
Cryptophyta	2	3	4	4	5	6
Dinophyta	11	4	12	3	1	3
Raphidophyta	1	0	1	0	0	0
Euglenophyta	9	7	10	12	10	20
Chlorophyta	32	47	63	83	90	113
Итого	92	139	187	163	170	237

В каждом из изучаемых водоемов, несмотря на сходные абиотические условия, формируется специфическое сообщество водорослей: коэффициент видового сходства Серенсона, рассчитанный для альгофлор прудов, составил всего 40%. Кроме того, в озере Бабалоск, в каждом из сообществ макрофитов развивается альгофлора, значительно

отличающаяся по составу от таковой других биотопов (как пелагической части, так и других видов высших водных растений) (табл. 3). В Утятнике, обогащенном биогенами, коэффициент видового сходства Серенсона, рассчитанный для водорослей, развивающихся в различных биотопах значительно выше (от 32 до 59%).

Таблица 3. Коэффициент видового сходства Серенсона (%), рассчитанный для сообществ водорослей, развивающихся в различных экотопах озер Бабалоск и «Утятник»

	Пелагиаль	Элодея	Рогоз	Тростник
озеро Бабалоск				
Пелагиаль	100	26	32	24
Элодея	-	100	30	20
Рогоз	-	-	100	31
озеро «Утятник»				
Пелагиаль	100	59	52	37
Элодея	-	100	50	32
Рогоз	-	-	100	45

Сравнение качественного состава водорослей, развивающихся в различных экотопах, показало, что в обоих водоемах максимальное число видовых и внутривидовых таксонов регистрировалось в сообществе, образованном элодеей, минимальное – в сообществе, формируемом тростником. Как видно из рис. 3, выполненного с учетом коэффициента видового сходства водорослей Серенсона, в каждом из водоемов формируется альгофлора, которая значительно отличается по составу от таковой другого водоема. Водоемы неглубокие, практически полностью заросшие элодеей, с плотным поясом макрофитов по берегам, поэтому все пробы отдельных прудов объединены в один кластер.

Проведенный эколого-географический анализ альгофлоры планктона показал, что в зависимости от традиционного места обитания основная часть водорослей – типично планктонные формы (табл. 4). Подавляющее большинство зарегистрированных водорослей имеют широкое географическое распространение (относятся к видам-космополитам). По отношению к солености – это, в основном, виды-индифференты. По отношению к кислотности среды основная часть водорослей, для которых известна эта характеристика, представлена или видами-

индифферентами, или обитателями щелочных вод (алкалибионтами).

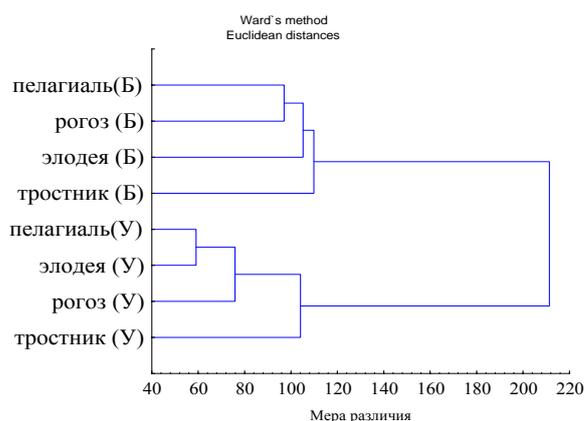


Рис. 2. Дендрограмма сходства альгофлоры планктона изучаемых биотопов: Б – озеро Бабалоск, У – озеро «Утятник»

Сравнительный анализ эколого-географических характеристик отдельных водоемов и отдельных биотопов в них (рис. 5) позволяет сделать следующие заключения: в сообществах, образованных макрофитами возрастает доля литоральных, бентосных

форм и видов-образателей; виды-космополиты преобладают в обоих водоемах и во всех биотопах; по отношению к солености воды ведущая роль принадлежит видам-индифферентам независимо от водоема и биотопа, доля истинно пресноводных организмов (галофобов и олигогалобов) превышает долю видов, предпочитающих условия повышенной солености

(мезогалобов и галофилов); по отношению к рН среды так же преобладают виды-индифференты, велика так же доля обитателей щелочных вод (алкалифилов и алкалибионтов), особенно в озере Бабалоск (в котором первую позицию по числу таксонов водорослей, рангом ниже рода занимают диатомовые водоросли, основная часть которых является алкалифилами).

Таблица 4. Распределение числа видов, разновидностей и форм водорослей в альгофлоре планктона озер Бабалоск и Утятник по эколого-географическим группам

Альгофлора	Бабалоск		«Утятник»		Итого	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%
по отношению к месту обитания						
планктонный	90	53	133	62	178	56
бентосный	23	14	15	7	32	10
литоральный	23	14	41	19	56	17,5
образатель	23	14	9	5	26	8
эпифит	0	0	2	1	2	1
планктонно-бентосный	2	1	5	2	7	2
бентосно-планктонный	5	2	3	1	6	2
образатель-планктонный	0	0	2	1	1	0,5
образатель-бентосный	0	0	1	0,5	1	0,5
планктон-образатель	4	2	3	1	6	2
бентосно-образательный	0	0	1	0,5	1	0,5
по географическому распространению						
космополит	141	90	194	94	273	92
северо-альпийский	2	1	2	1	4	1,5
альпийский	2	1	1	0,5	1	0,5
бореальный	10	7	8	4	14	5
субтропический	2	1	1	0,5	3	1
по отношению к солености						
галофоб	4	6	4	3	15	6
олигогалоб	5	8	21	15	32	12
индифферент	51	77	105	76	182	70
мезогалоб	2	3	1	1	6	2
галофил	4	6	7	5	25	10
по отношению к рН						
ацидофил+ацидобионт	3	8	3	3	10	6
индифферент	24	65	56	64	95	56
алкалифил+алкалибионт	10	27	29	33	63	38

Таблица 6. Число водорослей-сапробионтов в озерах Бабалоск и «Утятник»

	Озеро Бабалоск			Озеро «Утятник»			Итого
	пелагиаль	макрофиты	всего	пелагиаль	макрофиты	всего	
χ – о	0	1	1	0	0	0	1
о	9	14	16	12	13	18	31
о-β	6	10	15	12	10	16	30
β-о	5	14	15	13	11	16	24
о-α	7	5	10	14	18	20	25
β	22	37	44	48	46	58	80
β-α	4	5	7	11	8	12	13
α-β	1	5	6	5	4	5	7
α	1	2	2	2	2	4	6
β-ρ	2	2	3	3	1	4	4

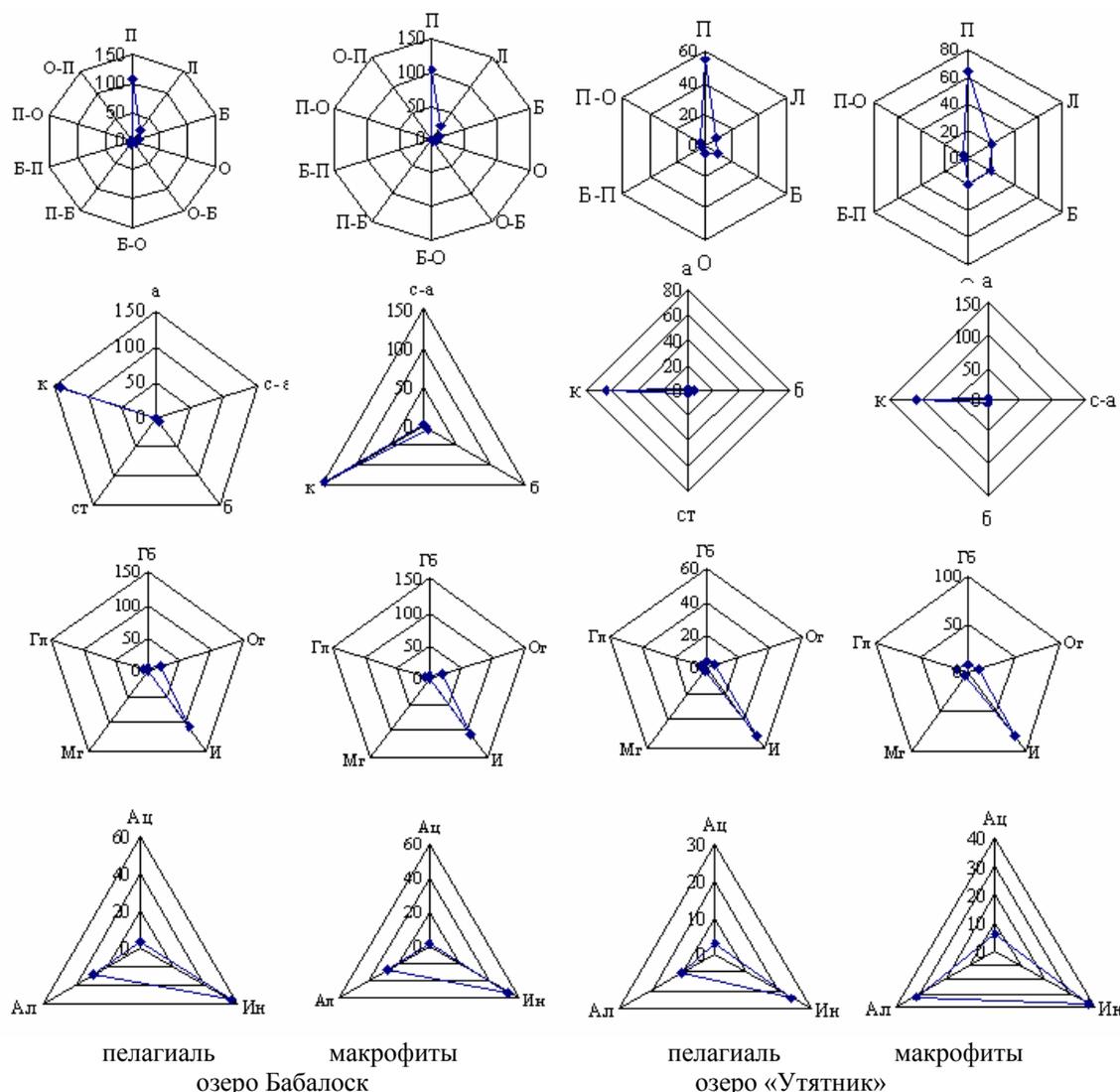


Рис. 3. Распределение водорослей по эколого-географическим группам в отдельных водоемах и отдельных биотопах:

А) в зависимости от мест обитания: П – планктонный, О – обитатель обрастаний, Б – бентосный, Л – литоральный, Э – эпифит, Б-П – бентосно-планктонный, П-Б – планктонно-бентосный, П-О – планктон-обрастатель, О-П – обрастатель-планктонный, О-Б – обрастатель-бентосный; Б) в зависимости от распространения: к – космополит, с-а – северо-арктический, б – борельный, ст – субтропический В) по отношению к солености: Гб – галофоб, Ог – олигогалоб, И – индифферент, Мг – мезогалоб, Гл – галлофил; Г) по отношению к pH: Ал – алк-фил+алалибионт, Ин – индифферент, Ац – ацидофил+ацидобионт

Из 343 зарегистрированных в водоемах таксонов 65% являются видами-сапробионтами. На долю водорослей-показателей низкой степени органического загрязнения (от χ -о до о-а) приходится 50%, водоросли-показатели средней степени сапробности (β -мезосапробы) составляют 36%, показатели высокой степени органического загрязнения (от β -а до а) приходится всего 14% (табл. 6). Содержание водорослей сапробионтов в различных водоемах отличалось. Так, в озере Бабалоск на долю индикаторов низкой степени органического загрязнения приходилось 48% от общего число видов-сапробионтов, в Утятнике 44%; соответственно мезосапробов было зарегистрировано 37 и 38%, индикаторов высокой степени органического загрязнения – 15 и 18%. В различных биотопах одного и того же водоема такой разницы не отмечалось.

Выводы:

1. Фитопланктон изучаемых водоемов достаточно разнообразен. В его составе за период наблюдения было зарегистрировано 343 таксонов водорослей, рангом ниже рода. Они относятся к 9 отделам, 15 классам, 21 порядку, 57 семействам и 109 родам. Наибольшее число видов, разновидностей и форм водорослей зарегистрировано в водоеме, испытывающем большую биогенную нагрузку.

2. В сообществах высших водных растений количество таксонов водорослей рангом ниже рода выше, чем в пелагической части водоема. Эта разница больше в водоеме с меньшей степенью органического загрязнения, что можно объяснить большим количеством биогенов в сообществах макрофитов. Наибольшее число видов, разновидностей и форм формируется в сообществе элодеи, наименьшее – в

сообществе тростника. Эта тенденция характерна для обоих водоемов.

3. В эколого-географическом отношении зарегистрированные водоросли представлены в основном планктонными формами, видами с широким географическим распространением, индифферентами по отношению к солености воды, индифферентами и алкалифилами по отношению к рН. В сообществах макрофитов отмечается повышенное содержание литоральных, бентических форм водорослей и видов-образователей.

4. Половина водорослей-сапробионтов является показателями низкой степени органического загрязнения водоема. На долю видов-мезосапробов приходится 36%. Водоросли, показатели высокой степени органического загрязнения составляют 14%. В Утятнике несколько ниже доля видов водорослей с низким коэффициентом сапробиности, и несколько выше с высоким.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Экология фитопланктона Куйбышевского водохранилища. – Л.: Наука, 1989. – 189 с.
2. Фитопланктон Нижней Волги: водохранилища и низовье реки. – С-Пб.: Наука, 2003. – 231 с.
3. Голубая Книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы / Под ред. Розенберга Г.С. и Саксонова С.В. – Самара: СамНЦ РАН, 2007. – 200 с.
4. Тарасова, Н.Г. Фитопланктон озера Молочка 2009 // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2009. – Т. 18, №1. – С. 160-166.
5. Тарасова, Н.Г. Фитопланктон ветланда Солодовка 2010 / Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге. – Екатеринбург: Наука, 2010. – 10 с. (в печати)
6. Тарасова, Н.Г. Сезонная динамика фитопланктона прудов города Самара / Н.Г. Тарасова, Т. Н. Буркова Т.Н. // Биология: теория, практика, эксперимент: Сб. матер. междунар. конф. – Саранск, 2008а. – С. 88-93.
7. Тарасова, Н.Г. Таксономическая и эколого-географическая характеристика альгофлоры прудов г. Самары / Н.Г. Тарасова, Т.Н. Буркова // Изв. Сам. НЦ РАН. – 2008б. – Т. 10, № 2. – С. 499-504.
8. Тарасова, Н.Г. Экология массовых видов водорослей прудов г. Самары / Н.Г. Тарасова, Т.Н. Буркова // XXI Любимцевские чтения. Современные проблемы эволюции, г. Ульяновск. – 2008в. - Т. 2. – С. 100-108.
9. Буркова, Т.Н. Фитопланктон Верхнего Южного пруда: таксономический состав и эколого-географическая характеристика // Бюллетень Самарская Лука. – 2007. – Т. 16, № 4 (22). – С. 719-736.
10. Тарасова, Н.Г. Фитопланкто озер с различной степенью солености воды (Большечерниговский район, Самарская область) / Н.Г. Тарасова, Т.Н. Буркова // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики». Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Тольятти, 15-17 апреля 2010. – С.136-142.
11. Трифонова, И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. – Л.: Наука, 1990. – 184 с.
12. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М., 1975. – 240 с.
13. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. – Киев, Наукова думка, 1989. – 605 с.
14. Асаул-Ветрова, З.И. Экологические особенности эвгленовых водорослей и закономерности их распределения на территории Украины // Проблемы гидробиологии и альгологии. – Киев: Наукова думка, 1978. – С. 49-67.
15. Ветрова, З.И. Флора водорослей континентальных водоемов Украинской ССР. Вып. 1. Ч. 1. – Эвгленовитовые водоросли. – Киев: Наукова думка, 1986. – 346 с.
16. Гецен, М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. – Л.: Наука, 1985. – 168 с.
17. Никулина, В.Н. Фитопланктон // Биологическая продуктивность северных озер. Ч. 1. Озера Кривое и Круглое. – Л.: Наука, 1975. – С. 42-54.
18. Никулина, В.Н. Фитопланктон // Биологическая продуктивность северных озер. Ч. 2. Озера Зеленецкое и Акулькино. – Л.: Наука, 1975. – С. 37-52.
19. Матвієнко, О.М. Пірофітові водорості – Ругорphyta / О.М. Матвієнко, Р.М. Литвиненко. – Киев: Наукова думка, 1977. – 386 с.

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF ALGAL FLORA TAXONOMIC COMPOUND IN LAKES WITH VARIOUS DEGREE OF ANTHROPOGENIC LOAD (VILLAGE BINARADKA, KRASNOYARSK REGION, SAMARA OBLAST)

© 2010 N.G. Tarasova¹, T.N. Burkova¹, O.O. Trohimets²

¹ Institute of ecology of Volga Basin RAS, Togliatti

² Astrakhan State Technical University

The analysis of taxonomic compound of algal flora in two lakes, located on one river, by length 20 km and differing at degree of anthropogenic load is lead. The reservoir with significant agricultural loading differs greater variety of algae due to order Chlorococcales of department Chlorophyta, greater variety of departments Euglenophyta and Xanthophyta. In lake with smaller anthropogenic load algal-indicators of low degree of anthropogenic pollution predominate.

Key words: *phytoplankton, species-indicators, specific riches*

Nataliya Tarasova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Laboratory of Elementary and Microorganisms Ecology. E-mail: korolev_dimon@mail.ru
Tamara Burkova, Research Fellow at the Laboratory of Elementary and Microorganisms Ecology
Olesya Trohimets, Student