

Водоросли перифитона Телецкого озера

Г. В. КИМ

*Институт водных и экологических проблем СО РАН
656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1
E-mail: kimg@iwer.asu.ru*

АННОТАЦИЯ

Приводятся обобщенные данные о составе и структуре фитоперифитона Телецкого озера на разных субстратах (камнях, высших водных растениях и их опаде). Отмечено, что, несмотря на отличия в таксономической структуре и уровне развития, альгоценозы перифитона разнотипных субстратов имеют схожий экологический спектр. Это дает возможность использования альгоценозов перифитона на разных субстратах для оценки качества воды озера.

Ключевые слова: фитоперифитон, экологический спектр, Телецкое озеро.

Телецкое озеро расположено в северо-восточной части Горного Алтая на высоте 434 м над ур. м. Площадь акватории 227,3 км², длина береговой линии 192,8 км, максимальная ширина – 5,2 км, максимальная глубина – 323 м [1]. Площадь литоральной зоны, ограниченная 10-метровой изобатой, 7,8 км², или 3,4 % от площади акватории (на период 1934 г. площадь озера считали равной 228 км²) [2]. Участки литорали, граничащие с урезом воды, находятся под влиянием двух гидродинамических факторов – колебания уровня воды и волноприбойного процесса. Уровень воды в озере может измениться в течение 7–12 мин на 0,1 м и в течение года – до 6 м. Изменение уровня воды сопровождается мощным волноприбойным процессом в результате постоянного движения воздушных масс в долине озера. При этом различают ветры общей и местной циркуляции атмосферы. Ветры общей атмосферной циркуляции дуются летом от 1–8 ч до 3–8 сут. При ослаблении общей атмосферной циркуляции усиливаются местные ветры, которые имеют чет-

ко выраженный суточный ход. Высота волн достигает 2,5 м [1, 3].

Литораль представлена скальными, валунно-каменными, грубообломочными материалами в открытой части и песком, гравием, гранитными валунами в конусах выноса большинства притоков [3]. В данных условиях растительность представлена в основном фитоэпифитомом – водорослями перифитона, развивающимися на каменистом субстрате.

На участках, где действие ветроволновой нагрузки снижено и присутствуют песчаные и заиленные грунты (заливы, приустьевые участки некоторых притоков, район северо-западного относительно мелководного плеса), развивается высшая водная растительность. Площадь участков, занятых макрофитами, составляет около 30 % площади литорали [4]. На поверхности водных растений развивается второй тип альгоценозов перифитона – фитоэпифитон.

Гидротермический режим озера характеризуется низкими температурами. Температура воды свыше 10 °С ежегодно наблюдается только в верхних 10 м в течение не более 2,5 мес. [3]. При низкой температуре воды

Ким Галина Владимировна

разложение макрофитов протекает медленно. Долгое время растительные остатки сохраняются на дне мелководий, создавая дополнительный субстрат для развития водорослей перифитона.

В период 1961–1975 гг. минерализация воды (кальциевой группы гидрокарбонатного класса) менялась от 41,4 до 132 мг/дм³, величина рН – от 7,2 до 7,6. Содержание органических веществ в воде озера незначительно – величина ПО варьировала от 1,1 до 5,4 мгО/дм³ [3]. В 2003–2006 гг. минерализация воды изменялась от 62,6 до 82,0 мг/дм³, величина рН – от 7,7 до 7,9, ПО – от 2,1 до 4,8 мгО/дм³, БПК₅ – от 0,1 до 6,4 мг О₂/дм³ [5]. Таким образом, следует отметить стабильность этих элементов гидрохимического режима озера в многолетнем аспекте.

Методические принципы использования фитоперифитона в мониторинге экологического состояния водного объекта основываются на изменении структуры альгоценозов в результате воздействия факторов среды, в том числе антропогенных [6]. Цель данной работы – на основе сравнения состава и структуры альгоценозов эпилимтона и эпифитона (в том числе на растительных остатках) определить значимость характеристик этих водных сообществ Телецкого озера для индикации особенностей абиотических факторов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с мая по октябрь 1998, 2002 и 2003 гг. исследованы альгоценозы каменистой литорали озера до глубины 1,5 м. Структура фитозпилимтона в июне–августе 1928–1931 гг. до глубины 30 м охарактеризована по данным, представленным в работах Н. Н. Воронихина [7], В. С. Порецкого и В. С. Шешуковой [8]. В июне – августе 2004–2005 гг. проведено исследование водорослей, вегетирующих на макрофитах. В августе – октябре 2006 г. изучена динамика состава и структуры водорослей на растительных остатках. Всего проанализировано 233 пробы фитозпилимтона, 22 – фитозпифитона и 8 проб водорослей с растительных остатков.

Пробы водорослей с разных субстратов отбирали стандартными методами [9]. Фитозпилимтон смывали с камней (диаметром 0,15–

0,2 м), водорослевое покрытие на которых было наиболее характерным для данного участка озера. Водоросли отделяли от субстрата, используя жесткую зубную щетку, фиксировали 40%-м формалином. Фитозпифитон собирали с доминирующих на исследуемом участке видов высших водных растений. Растение накрывали полиэтиленовым пакетом и вынимали из воды. Содержимое пакета переносили в глубокую емкость, где водоросли смывали с макрофита широкой кисточкой, перемешивали, и часть суспензии фиксировали 40%-м формалином [4]. Площадь широких листьев макрофитов определяли по их контуру на бумаге, площадь стеблей и листьев хвоща вычисляли, отождествляя их с цилиндром.

Динамику изменения структуры альгоценозов на растительных остатках изучали, поместив по отдельности в ячеистые сетки срезанные растения рдеста, хвоща и опавших в воду листьев березы. Эксперимент поставлен в июле 2006 г. Через 1,5 (в августе) и через 3,5 мес. (в октябре) поднятые из воды сетки с растительными остатками отмывали в емкости. Часть суспензии брали для установления таксономической принадлежности и количественных расчетов. Численность водорослей пересчитывали на 1 г сухой первоначальной массы срезанных макрофитов.

Биомассу водорослей вычисляли счетно-объемным методом [9]. Коэффициент пересчета сырой массы водорослей в сухую составляет 20 % [10]. Таксономическую принадлежность водорослей определяли под световым микроскопом при увеличении в 600 и 1500 раз с использованием определителей серий “Определитель пресноводных водорослей СССР”, “Визначник прісноводних водоростей Української РСР”, “Flora słodkowodna Polski”, определителей “Пресноводных диатомовых и синезеленых водорослей водоемов Якутии” [11] и Средней Азии [12, 13]. Для установления экологической характеристики водорослей использованы сведения из ряда работ [14–16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В фитозпилимтоне Телецкого озера до глубины 1,5 м выявлено 446 видов (538 так-

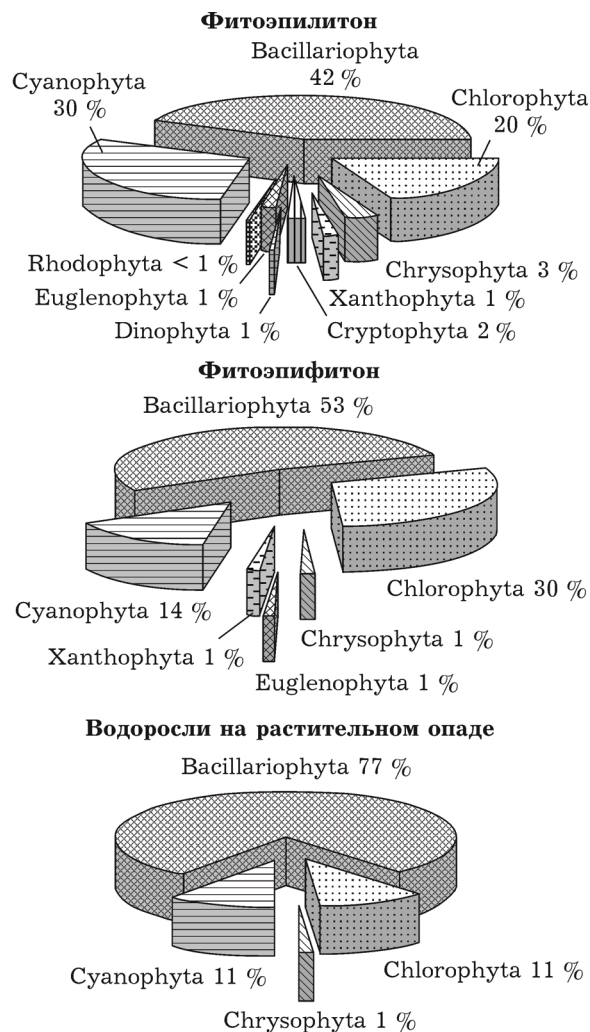


Рис. 1. Таксономическая структура фитоперифитона на разнотипных субстратах в Телецком озере

сонов рангом ниже рода) водорослей из 9 отделов. Основу списка составляют Bacillariophyta (42 % видового состава), Cyanophyta (30 %) и Chlorophyta (20 %) (рис. 1).

Наиболее разнообразно представлены семейства Oscillatoriaceae, Naviculaceae, Cymbellaceae и рода *Nitzschia*, *Navicula*, *Cymbella* (табл. 1, 2). Такие виды диатомовых водорослей, как *Synedra vaucheriae* Kütz., *S. pulchella* var. *pulchella* (Ralfs) Kütz. et var. *lacerate* Hust., *Cymbella cistula* (Hempr.) Grun., *C. ventricosa* (Ag.) Kütz., *Diatoma hiemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grun., *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz. и *Achnanthes minutissima* Kütz., в разном соотношении формируют доминирующий (по численности) комплекс на всех исследованных в разные периоды времени участках

озера. Каких-либо постоянно встречающихся видов синезеленых и зеленых водорослей не выявлено, за исключением *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kütz. Этот вид отмечен на многих открытых участках озера вдоль уреза воды.

Отмечена тенденция увеличения биомассы с возрастанием глубины. Так, средняя величина биомассы водорослей эпилитона в июле 1998 г. на глубине 0,5 м составила 3,21, а на глубине 1,5 м – 42,6 г/м². Увеличение количественных параметров альгоценозов перифитона и бентоса по мере удаления от уреза воды отмечено и в других озерах с развитым волноприбойным процессом [17–24]. Характер кривой распределения количественных показателей водорослей бентоса по глубине сходен с выявленным В. Н. Никулиной [25] для перифитона Онежского озера. Максимальные величины наблюдаются при оптимальном сочетании интенсивности освещения и ветроволновой нагрузки. Следовательно, расположение вершины кривой будет меняться в зависимости от водоема, времени года и погодных условий.

В Телецком озере на глубине выше 1,5 м не отмечена сезонная и межгодовая динамика структуры фитоперифитона. Возможно, это связано с преобладающим воздействием на альгоценозы гидродинамического фактора, создающего нестабильные условия, в которых преимущественно вегетируют мелкоклеточные пионерные и широко распространенные виды водорослей или водоросли, устойчивые к динамической нагрузке воды, такие как *Ulothrix zonata*. Так как нестабильность на мелководных участках литорали наблюдается в течение всего года, то и структура альгоценозов имеет схожий характер на протяжении всего периода вегетирования водорослей.

При падении уровня воды в Телецком озере под действие волн попадают альгоценозы эпилитона, величина биомассы водорослей в которых превышает таковую в альгоценозах у уреза воды. Хлопья диатомовых водорослей отрываются волнами от субстрата и сносятся при движении воды в пелагиаль или вдоль берегов, создавая впечатление цветения озера.

На глубине от 1,5 до 30 м в составе фитобентоса встречаются отдельные нити или

Т а б л и ц а 1

Состав ведущих семейств фитоперифитона на разнотипных субстратах в Телецком озере, число видов (доля видов, %)

Семейство	Фитоэпилитон	Фитоэпифитон	Водоросли на растительном опаде
Oscillatoriaceae	44 (9,9)	6 (3,4)	3 (4,1)
Naviculaceae	36 (8,1)	16 (9,0)	6 (8,1)
Cymbellaceae	30 (6,7)	16 (9,0)	9 (12,2)
Nitzschiaceae	30 (6,7)	11 (6,2)	6 (8,1)
Fragilariaceae	29 (6,5)	20 (11,2)	8 (10,8)
Scenedesmaceae	21 (4,7)	13 (7,3)	-
Achnanthaceae	16 (3,6)	-	6 (8,1)
Gloeocapsaceae	13 (2,9)	-	-
Gomphonemataceae	12 (2,7)	9 (5,1)	4 (5,4)
Synechococcaceae	11 (2,5)	-	-
Selenastraceae	-	11 (6,2)	-
Eunotiaceae	-	7 (3,9)	3 (4,1)
Desmidiaceae	-	7 (3,9)	-
Stephanodiscaceae	-	-	4 (5,4)
Surirellaceae	-	-	3 (4,1)
Всего	242 (54,3)	116 (65,2)	52 (70,3)

П р и м е ч а н и е. Прочерк здесь и в табл. 2 – значения не приведены, так как в данном случае семейство не входит в состав ведущих.

Т а б л и ц а 2

Состав ведущих родов фитоперифитона на разнотипных субстратах в Телецком озере, число видов (доля видов, %)

Род	Фитоэпилитон	Фитоэпифитон	Водоросли на растительном опаде
<i>Nitzschia</i>	29 (6,5)	11 (6,2)	6 (8,1)
<i>Navicula</i>	25 (5,6)	8 (4,5)	-
<i>Cymbella</i>	24 (5,4)	13 (7,3)	7 (9,5)
<i>Oscillatoria</i>	20 (4,5)	-	-
<i>Synedra</i>	15 (3,4)	8 (4,5)	3 (4,1)
<i>Gloeocapsa</i>	13 (2,9)	-	-
<i>Scenedesmus</i>	13 (2,9)	13 (7,3)	-
<i>Fragilaria</i>	12 (2,7)	8 (4,5)	4 (5,4)
<i>Achnanthes</i>	2 (2,7)	-	4 (5,4)
<i>Lyngbya</i>	11 (2,5)	-	-
<i>Gomphonema</i>	-	9 (5,1)	4 (5,4)
<i>Eunotia</i>	-	7 (4,0)	3 (4,1)
<i>Monoraphidium</i>	-	7 (4,0)	-
<i>Cosmarium</i>	-	7 (4,0)	-
<i>Microcystis</i>	-	-	2 (2,7)
<i>Stephanodiscus</i>	-	-	2 (2,7)
<i>Cyclotella</i>	-	-	2 (2,7)
Всего	174 (39,0)	91 (51,4)	37 (50,0)

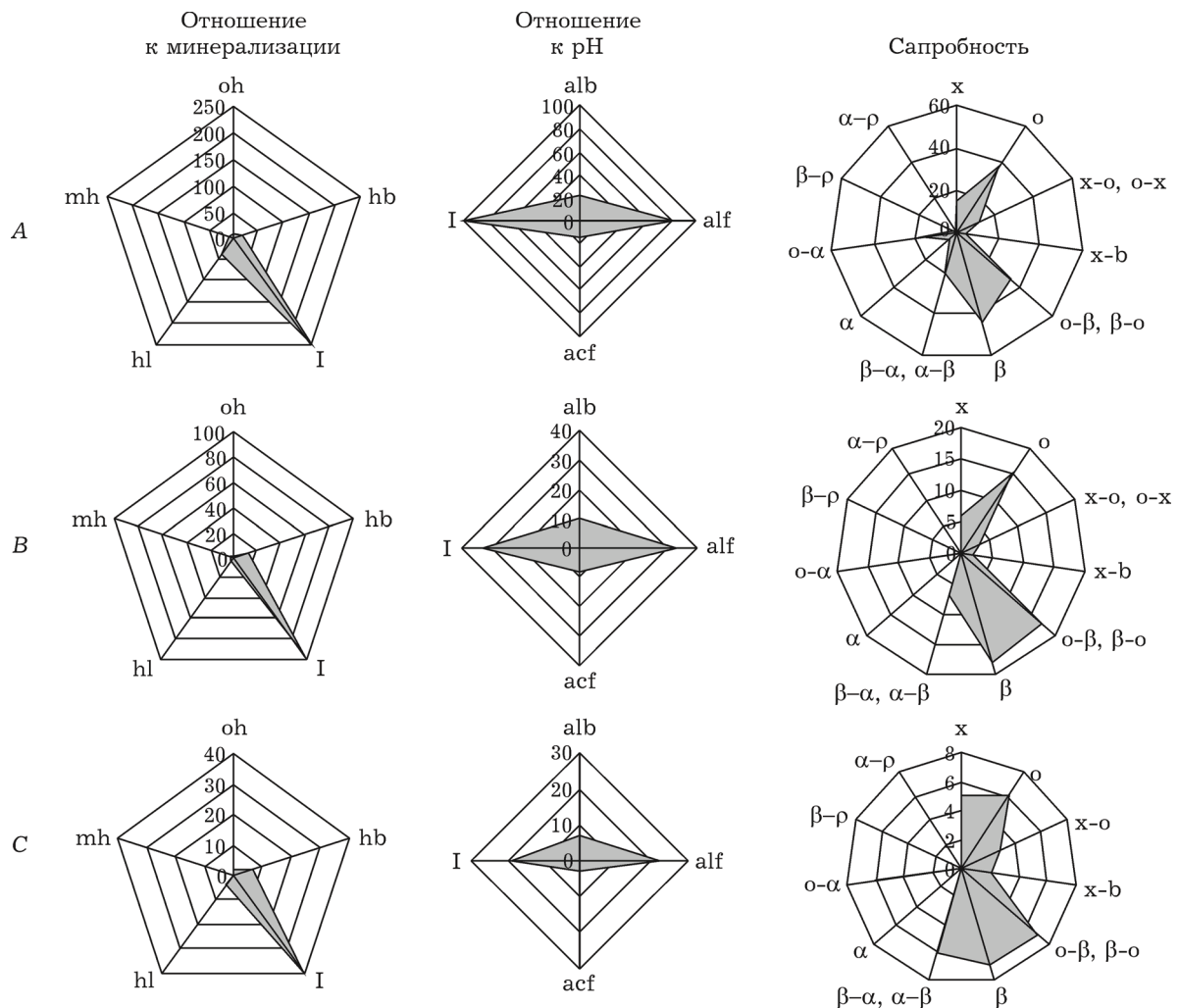


Рис. 2. Экологический спектр фитоперифитона разнотипных субстратов в Телецком озере. А – фитоэпилитон, В – фитоэпилитон, С – водоросли на растительном опаде. Примечание: I – индифференты, oh – олигогалофы, hl – галофилы, hb – галофобы, mh – мезогалофы; alf – алкалифилы, acf – ацидофилы; χ-ксено-, o-олигосапробионты, β-бета-, α-альфамезосапробионты-, ρ-полисапробионты

заросли зеленых водорослей *Tetraspora cylindrica* (W.) Ag. (1–2 м) и *Aegagropila holsatica* Kütz. (2–30 м) [7, 8].

О возрастании неблагоприятных факторов среды по направлению к урезу воды свидетельствует смена в этом направлении полидоминантных сообществ на монодоминантные. Так, на глубине от 2–3 до 30 м сообщества, в частности диатомовых водорослей, полидоминантны. В. С. Порецкий и В. С. Шешукова [8] приводят от 6 до 12 доминирующих видов. На глубине менее 1,5 м доминируют один – два вида.

В фитоэпилитоне преобладают космополитные формы – 199 таксонов рангом ни-

же рода (37,0 % общего состава). Арктоальпийские формы составляют 28 (5,2 %), бореальные – 96 таксонов (17,8 % общего состава). Спектр галобности отражает низкую минерализацию воды Телецкого озера. На долю индифферентов приходится 248 таксонов (46,1 % таксономического состава) (рис. 2), на долю галофилов и галофобов – 38 (7,1 %) и 17 таксонов (3,2 % таксономического состава) соответственно. Мезогалобов выявлено 9 таксонов (1,7 %). Среди индикаторов pH преобладают индифференты – 100 таксонов (18,6 % общего состава). Превышение доли алкалифилов (81 и 15,1 %) над ацидофилами (14 и 2,6 %) является от-

ражением слабощелочной реакции среды. Из всего списка водорослей характеристика по отношению к органическому загрязнению известна только для 35,3 % форм. Большая часть из них – 146 таксонов (27,1 %) – ксено-, олиго- и β-мезосапробионты – обитатели чистых вод.

В составе **фитоэпифитона** на высших водных растениях в Телецком озере выявлено 182 вида водорослей (203 таксона рангом ниже рода) из шести отделов. Основу списка составляют диатомовые (53 % видового состава), зеленые (30 %) и синезеленые (14 %) водоросли (см. рис. 1).

Наиболее разнообразно представлены семейства *Fragilariaceae*, *Naviculaceae*, *Cymbellaceae*, *Scenedesmaceae* и рода *Cymbella*, *Scenedesmus*, *Nitzschia* (см. табл. 1, 2).

Сходство фитоэпифитона на разных видах макрофитов колеблется от 8 до 64 %. Максимальное количество видов (54) отмечено на *Batrachium divaricatum* (Schrank.) Wimm., минимальное (6) – на *Potamogeton perfoliatus* L. Каких-либо закономерностей в видовой приуроченности водорослей к макрофитам не выявлено, как и в других водоемах [26, 27]. Изменения в структуре фитоэпифитона связаны с уменьшением волновой нагрузки в направлении от зарослей, граничащих с открытой водой, к зарослям у берега независимо от типа растительности. По направлению к берегу увеличивается видовое разнообразие водорослей в целом и разнообразие нитчатых синезеленых водорослей родов *Lyngbya*, *Phormidium*, *Homoeothrix*; уменьшается разнообразие одноклеточных синезеленых водорослей родов *Microcystis*, *Gloeocapsa* и одноклеточных зеленых водорослей родов *Scenedesmus*, *Cosmarium*. Выявлена тенденция увеличения биомассы фитоэпифитона по направлению к берегу. В составе доминирующего комплекса на разных видах макрофитов отмечены диатомовые водоросли *Fragillaria pinnata* Ehr., *Achnanthes minutissima*, *A. linearis* (W. Sm.) Grun. и *Gomphonema* (в том числе *G. constrictum* Ehr. и *G. olivaceum*) (Lyngb.) Kütz.).

Биомасса водорослей эпифитона меняется от 0,03 г/м² на *P. perfoliatus* до 192,35 г/м² на *B. divaricatum* и соответствует значениям массы фитоэпифитона в других олиготрофных водоемах и водотоках [28, 30–32].

Кроме водорослей на макрофитах в большом количестве осаждаются минеральные, органические частицы и песок, формируя эпифитовзвесь (термин введен Е. П. Яниным [33]). Соотношение массы эпифитовзвеси и массы макрофита меняется от 0,47 до 25,07, увеличиваясь на макрофитах с более расчлененной поверхностью. Изменение массы эпифитовзвеси на макрофитах с однотипной поверхностью (с плоскими или сильно расчлененными листьями) на разных участках озера позволяет сделать предположение: если основной поток взвешенных частиц поступает с берега, то масса эпифитовзвеси наибольшая у берега. Если взвешенных частиц поступает больше из открытой части озера, то масса эпифитовзвеси больше в зарослях, граничащих с открытой водой. Доля живых клеток в эпифитовзвеси на макрофитах, подверженных волновой нагрузке, ниже по сравнению с более спокойными участками (2 и 30–90 % соответственно).

Среди водорослей эпифитона преобладают космополитные формы – 37,4 % таксономического состава (76 таксонов). Арктоальпийские формы составляют 4,4 % (9), бореальные – 14,3 % общего состава (29 таксонов). Спектр галобности так же, как и в случае с фитоэпифитомом, отражает низкую минерализацию воды Телецкого озера. На долю галофобов приходится 5,9 % (12 таксонов) (см. рис. 2). Доля галофилов составляет 2,0 % (4 таксона), мезогалофов – 1,0 % (2 таксона). Среди индикаторов pH преобладают индикаторы слабощелочной реакции среды – доля алкалифилов и алкалибионтов (в сумме 21,2 % общего состава, или 43 таксона) превышает долю ацидофилов (3,9 %, или 8 таксонов). Из всего списка водорослей характеристика по отношению к органическому загрязнению известна только для 73 форм, что составляет 36,0 % общего состава. Большая часть из них – 30,0 % (61 таксон) – ксено-, олиго- и β-мезосапробионты – обитатели чистых вод.

На **растительных остатках** (хвощ, рдест, листовая опад) видовое разнообразие водорослей значительно беднее по сравнению с живыми растениями – 74 вида (78 таксонов рангом ниже рода) из четырех отделов. Не исключено, что меньшее видовое разнообразие водорослей на разлагающихся расте-

ниях связано с меньшим количеством изученного материала. Диатомовые водоросли составляют 77 % видового состава, зеленые и синезеленые – по 11 % (см. рис. 1). На листовом опаде выявлено 35 видов водорослей, на хвое – 48, на остатках рдеста – 39 видов. В процессе разложения субстрата с июля по октябрь отмечена тенденция увеличения количества видов: с 17 до 41 на хвое и от 24 до 29 на рдесте. На листовом опаде число видов не изменилось – 26–27.

В процессе разложения растений происходит смена доминирующего комплекса. Так, доминирующие по численности на живом хвое *Fragillaria pinnata*, *Achnanthes microcephala* (Kütz.) Grun., *A. minutissima*, *A. linearis* и *Gomphonema olivaceum* через 1,5 мес. после отмирания макрофита замещались *A. minutissima*, *Fragillaria intermedia* Grun. и *Gloeocapsa magma* (Breb.) Kütz. emend. Hollerb. Через 3,5 мес. доминантный комплекс состоял уже из *A. minutissima*, *Synedra pulchella*, *S. vaucheriae*, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. Смена доминирующих видов при разложении рдеста происходила следующим образом: *Fragillaria construens* (Ehr.) Grun., *Merismopedia punctata* Meyen, *Microcystis* sp. (живые растения) – *M. punctata*, *G. magma*, *F. pinnata*, *A. minutissima* (через 1,5 мес.) – *A. minutissima*, *F. pinnata*, *Microcystis pulvereae* f. *racemiformis* (Nyg.) Hollerb., *T. flocculosa*, *S. pulchella* (через 3,5 мес.). На листовом опаде к комплексу из *A. minutissima*, *F. pinnata*, *Dinobryon divergens* Imh. (август) добавилась *T. flocculosa* (октябрь).

В процессе разложения на всех типах растительных остатков отмечена тенденция увеличения численности водорослей: на хвое от 141,44 до 348,08 тыс. кл./г (тыс. клеток водорослей на грамм первоначальной сухой массы макрофита), на рдесте – от 60,5 до 226,48 тыс., на листовом опаде – от 134,16 до 241,92 тыс. кл./г. Увеличились и значения биомассы: на хвое от 0,06 до 0,56 г/г (грамм сухой массы водорослей на грамм сухой массы растительных остатков), на рдесте – от 0,12 до 0,63, на листовом опаде – от 0,23 до 0,84 г/г.

Соотношение космополитов (53,8 % общего состава, или 42 таксона), boreальных (14,1 %, или 11) и арктоальпийских (7,7 %, или 6) форм в альгоценозах на отмирающих растениях выявляет преобладание широко распространенных таксонов. Доля галофобов (9 %, или 7 таксонов) превышает долю галофилов (5,1 %, или 4 таксона) (см. рис. 2). Среди индикаторов рН преобладают индикаторы слабощелочной реакции среды – доля алкалофилов и алкалибионтов (37,2 %, или 29 таксонов) превышает долю ацидофилов (3,8 %, или 3 таксона). Из всего списка водорослей характеристика по отношению к органическому загрязнению известна для 42 форм (53,8 % общего состава), из них 30 таксонов (38,5 %) – обитатели чистых вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наибольшее видовое разнообразие водорослей выявлено в сообществах, развивающихся на каменистом субстрате (446 видов). На вегетирующих макрофитах и их опаде видовое разнообразие меньше – 182 и 74 вида соответственно. Максимальная величина биомассы водорослей эпилитона – 424,6, а эпифитона – 192,35 г/м². Отмечено, что состав и структура как фитоэпилитона, так и фитоэпифитона зависят от степени гидродинамической нагрузки на сообщества. На каменистом субстрате ветроволновое воздействие увеличивается по направлению к урезу воды, в этом же направлении уменьшаются количественные показатели. На участках с зарослями макрофитов наибольшая ветроволновая нагрузка приходится на зону, граничащую с открытой водой. Соответственно видовое разнообразие и биомасса водорослей эпифитона увеличиваются в направлении от открытой воды к берегу.

Изменение уровня воды, сопровождаемое мощным волноприбойным процессом, создает нестабильные условия для вегетирования водорослей на каменистой литорали на глубине выше 1,5 м. С мая по октябрь в альгоценозах эпилитона вегетируют преимущественно мелкоклеточные пионерные и широко распространенные виды водорослей или водоросли, устойчивые к динамической нагрузке воды, следствием чего является отсутствие сезонной и межгодовой динамики структуры в фитоэпилитоне на этой глубине.

Экологический спектр водорослей перифитона вне зависимости от типа субстрата (камни, водные растения, растительный опад), периода исследования и объема исследованного материала идентичен и в полной мере отражает следующие гидрохимические характеристики озера – низкую минерализацию воды, слабощелочную реакцию среды и низкое содержание органических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

- Selegei V., Dehandschutter B., Klerks J., Vysotsky E., Perepelova T. Physical and geological environment of Lake Teletskoje. Tervuren (Belgium): Royal Museum for Central Africa, 2001. Vol. 105. 310 p.
- Ремезова Н. В. Некоторые морфометрические величины Телецкого озера // Исследования озер СССР: сб. науч. тр. / Единая гидрометеорологическая служба СССР; ГГИ / под ред. И. В. Молчанова. Л.: ГТИ, 1934. Вып. 7. С. 53–58.
- Селегей В. В., Селегей Т. С. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Телецкое озеро. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 141 с.
- Зарубина Е. Ю., Яныгина Л. В., Бурмистрова О. С., Митрофанова Е. Ю., Котовщиков А. В., Ким Г. В. // Ползуновский вестник. 2005. № 2. С. 201–207.
- Долматова Л. А. Гидрохимический режим Телецкого озера // О состоянии и перспективах развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Алтай (Яйлю, Горно-Алтайск, 20–23 сент. 2007 г.): материалы. Горно-Алтайск: ПАНИ, 2008. С. 72–80.
- Оксинок О. П., Давыдов О. А. Методические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу // Гидробиол. журн. 2006. Т. 42, № 2. С. 98–112.
- Воронихин Н. Н. Микрофитобентос Телецкого озера и некоторых притоков // Споры растений: сб. науч. тр. / Ботан. ин-т АН СССР / под ред. В. П. Савича. М.: Изд-во АН СССР, 1940. Вып. 4. С. 237–245.
- Порецкий В. С., Шешукова В. С. Диатомовые Телецкого озера и связанных с ним рек // Диатомовый сборник: сб. науч. тр. / Ленингр. гос. ун-та / под ред. А. И. Прошкиной-Лавренко, В. С. Шешукова. Л.: Ленингр. гос. ун-т, 1953. С. 107–172.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Ин-т глобального климата и экологии / под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Вотинцев К. К., Мещерякова А. И., Поповская Г. И. Первичная продукция // Проблемы Байкала: сб. науч. тр. / СО АН СССР; Лимнологический институт / под ред. Г. И. Галазий и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. С. 169–179.
- Комаренко Л. Е., Васильева И. И. Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии. М.: Наука, 1975. 423 с.
- Эргашев А. Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии. Тетраспоровые – Tetrasporales и Хлорококковые – Chlorococcales. Ташкент: Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1979а. 344 с.
- Эргашев А. Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии. Хлорококковые – Chlorococcales. Ташкент: Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1979б. 384 с.
- Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Ин-т эволюции университета Хайфы, 2006. 498 с.
- Фитопланктон нижней Волги. Водохранилища и низовые реки / ИЭВБ РАН / под ред. И. С. Трифонова. СПб.: Наука. Ленингр. отд-ние, 2003. 232 с.
- Экологические проблемы верхней Волги / Рос. АН, Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанова / под ред. А. И. Копылов. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2001. 427 с.
- Ижболдина Л. А. Фитобентос (макрофиты) литорали и сублиторали открытых прибрежий Южного Байкала: дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1971. 24 с.
- Рычкова М. А. Перифитон литоральной зоны Онежского озера // Литоральная зона Онежского озера: сб. науч. тр. / АН СССР, Сов. национ. комитет по междунар. биолог. прогр., Ин-т озероведения / под ред. И. М. Распопова. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1975. С. 123–137.
- Рычкова М. А. Роль динамики вод в формировании эпифитных водорослевых сообществ в озере // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25, № 3. С. 8–10.
- Скабичевский А. П. Основные черты распределения донной (водорослевой) растительности Байкала и методы исследования ее продуктивности // Круговорот вещества и энергии в водоемах: сб. науч. тр. / СО АН СССР, Лимнологич. ин-т / под ред. Г. И. Галазий, К. К. Вотинцева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. С. 102–107.
- Hakanson L., Boulion V. V. Empirical and dynamical models of production and biomass of benthic algae in lakes // Hydrobiologia. 2004. Vol. 522. P. 75–97.
- Jonsson G. Photosynthesis and production of epilithic algal communities in Thingvallavatn // Thingvallavatn. Copenhagen: OICOS, 1992. Vol. 64. P. 222–240.
- Kahlert M., Hasselrot A., Hillebrant H., Pettersson K. Spatial and temporal variation in the biomass and nutrient status of epilithic algae in Lake Erken, Sweden // Freshwater Biology. 2002. Vol. 47. P. 1191–1215.
- Kumagai M., Ishikawa K., Chunmeng J. Dynamics and biogeochemical significance of the physical environmental in Lake Biwa // Lakes & Reservoirs: Research and Management. 2002. Vol. 7. P. 345–348.
- Никулина В. Н. Фитообрастания в Горской губе Онежского озера // Лимнологические исследования на заливе Онежского озера Большое Онего. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1982. С. 109–114.
- Макаревич Т. А. Оценка биомассы эпифитона на разных видах макрофитов в мезотрофном озере // Итоги и перспективы гидробиологических исследований в Белоруссии. Минск: Ин-т зоологии АН БССР, 1983. С. 123–127.
- Макаревич Т. А., Остапеня А. П., Михеева Т. М. Экспресс-метод оценки скорости роста и продукционных характеристик перифитона // Гидробиол. журн. 1987. Т. 23, № 4. С. 76–79.
- Вотякова Н. Е. Фитобентос водоемов дельты Верх. Ангары // Растительность речных экосистем Се-

- верного Прибайкалья. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1992. С. 115–157.
29. Яныгина Л. В., Ковешников М. И., Крылова Е. Н., Марусин К. В. Пространственное распределение зообентоса Телецкого озера // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды (Минск – Нарочь, 17–22 сент. 2007 г.): материалы / БГУ: Изд. центр БГУ, 2007. С. 274.
30. Кожова О. М., Загоренко Г. Ф. Растительный перифитон Братского водохранилища // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1968. № 8. С. 50–53.
31. Помазкина Г. В. Микрофитобентос Южного Байкала: дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2000. 20 с.
32. Рычкова М. А. Перифитон литоральной зоны // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука. Ленингр. отделение 2002. С. 246–251.
33. Янин Е. П. Эпифитовзвесь – индикатор загрязнения речных систем тяжелыми металлами // Вод. ресурсы. 1999. Т. 26, № 6. С. 731–734.

Periphyton Algae in the Teletskoye Lake

G. V. KIM

*Institute of Water and Ecological Problems SB RAS
656038, Barnaul, Molodezhnaya str., 1
E-mail: kimg@ivep.asu.ru*

Generalized data on the composition and structure of phytoperiphyton of the Teletskoye lake on different substrates (stones, higher aquatic plants and their fall) are presented. It is noted that, in spite of differences in structure and abundance, periphyton algal communities on different substrates have a similar ecological spectrum. This gives one the possibility to use the periphyton algal communities on different substrates to evaluate the quality of water in the lake.

Key words: phytoperiphyton, ecological spectrum, the Teletskoye lake.