

УДК 574.52

Е.Ю. МИТРОФАНОВА<sup>1</sup>, С.И. ГЕНКАЛ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт водных и экологических проблем СО РАН,  
ул. Молодежная, 1, Барнаул 656038, Россия  
emit@iwep.ru

<sup>2</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл. 152742, Россия  
genkal@ibiw.yaroslavl.ru

## ВИДОВОЙ СОСТАВ *BACILLARIOPHYTA* НА РДЕСТЕ ПРОЗЕННОЛИСТНОМ В ЛИТОРАЛИ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ, РОССИЯ)

Приведены результаты электронно-микроскопического изучения состава *Bacillariophyta* на погруженном макрофите рдесте прозеннолистном в двух крупных заливах Телецкого озера. Выявлено 40 видов, из которых восемь встречаются в обоих заливах. Установлено, что в большем по площади и длине Камгинском заливе состав диатомей более разнообразен, чем в Кыгинском. Сделано предположение, что на это может оказывать влияние пелагиаль озера, действие которой более ощутимо в меньшем по размерам Кыгинском заливе.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, фитоэпифитон, рдест прозеннолистный, Телецкое озеро, Горный Алтай.

### Введение

Большинство *Bacillariophyta* ведут донный образ жизни, поселяясь на дне водоема, а также на различных подводных подвижных и неподвижных предметах. Избирательности по поводу субстратов они обычно не выявляют, только в редких случаях отмечена приуроченность отдельных видов диатомовых водорослей к определенным видам макрофитов. Так, например, *Nitzschia closterium* (Ehrenb.) W. Sm. в Белом море предпочитает развиваться на макрофитах *Eudesme virescens* (Carmich. ex Berk.) J. Agardh и *Tinocladia crassa* (Suring.) Kylin (Георгиев, 2010), а *Lemnicola hungarica* (Grunow) Round et P.W. Basson – на корнях ряски *Lemna minor* L. (Buczko, 2007). Но чаще диатомеи заселяют разные поверхности, куда могут прикрепиться своими слизистыми тяжами, трубками, просто сидеть неподвижно, подобно накипным лишайникам на камнях, или медленно передвигаться по субстрату с помощью тока цитоплазмы в канале шва на створках. Известны случаи обрастаний диатомовыми кожи китов малых полосатиков в водах Антарктики, причем у самок обрастаний больше, чем у самцов (Герасимюк, Зинченко, 2011), на раковинах двухстворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) (Makarevich et al., 2008).

© Е.Ю. Митрофанова, С.И. Генкал, 2015

Субстратом для диатомей могут быть также различные подводные растения, например нимфейные (Delbecque, 1985) или рдестовые (Sultana et al., 2004). На состав и обилие водорослей в обрастаниях существенно влияет структура поверхности макрофита, к которой прикрепляются водоросли-эпифиты (Messyas, Kuczyńska-Kirpen, 2006). Но наиболее важным для развития *Bacillariophyta* на субстратах являются гидродинамические условия, в которых они развиваются, а не сами субстраты, в т.ч. макрофиты (Георгиев, 2010).

Цель работы – изучение таксономического состава диатомовых водорослей фитоэпифитона на погруженном макрофите рдесте пронзеннолистном в литорали Телецкого озера.

### Материалы и методы

Объектом данного исследования служили *Bacillariophyta* в обрастаниях на листьях рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.), собранного в Телецком озере (см. карту-схему) – глубоком водоеме (макс. глубина 323,3 м) в горах на юге Западной Сибири (51°31'45"N и 87°42'53"E) (Selegei et al., 2001). Литораль в озере развита слабо. Ее площадь с глубинами до 10 м составляет 7,8 % площади дна озера (Яныгина и др., 2007). Два крупных залива, где были отобраны экземпляры рдеста, находятся на расстоянии примерно 50 км друг от друга. Кыгинский залив находится в южной оконечности озера (длина 2 км, площадь 3,1 км<sup>2</sup>), Камгинский – на стыке широтной и меридиональной частей (длина 6 км, площадь 6,5 км<sup>2</sup>) (Селегей, Селегей, 1978). Гидрофизические и гидрохимические условия в озере при отборе образцов рдеста представлены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрофизические и гидрохимические условия при отборе образцов рдеста пронзеннолистного в Телецком озере в 2004 г.

Дата	Место отбора	Температура воды, °С	О <sub>2</sub> , мг/л % насыщ.	рН	Электропроводность, μS/см
09.08	Кыгинский залив	14,4	10,1 102,1	8,0	101
13.08	Камгинский залив	19,6	13,6 154,5	9,4	111

Кусочки листьев рдеста пронзеннолистного (средняя часть растения) из гербария (2 шт. площадью 0,8–1 см<sup>2</sup>), собранные в Кыгинском (9 авг.) и Камгинском (13 авг.) заливах в 2004 г., приклеены двухсторонним скотчем на предметные столики, напылены золото-палладиевой смесью и изучены с помощью СЭМ Hitachi S-3400 N. Сравнение состава *Bacillariophyta* на рдесте пронзеннолистном в двух

заливах Телецкого озера сделано с помощью мер включения и ориентированного мультиграфа (Андреев, 1980). Пробы фитопланктона в зарослях макрофитов отбирали в течение суток через каждые три часа в Кыгинском (7–8 авг.) и Камгинском (15–16 авг.) заливах в 2004 г.

### Результаты и обсуждение

В результате исследования на листьях рдеста пронзеннолистного в двух заливах Телецкого озера выявлено 40 видов *Bacillariophyta*, 11 – не определенных до вида и 1 – до рода (табл. 2).

Таблица 2

*Bacillariophyta* на рдесте пронзеннолистном в двух заливах Телецкого озера в августе 2004 г.

Таксон	Залив	
	Камгинский	Кыгинский
1	2	3
<i>Achnantheidium</i> cf. <i>linearoides</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.	–	+
<i>A. minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	+	+
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	+	+
<i>Amphora</i> sp.	–	+
<i>Aulacoseira subarctica</i> (O. Müll.) Haw.	–	+
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenb.) Cleve	+	–
<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hust.) Mann et Stickle	+	–
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb. var. <i>placentula</i>	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck	–	+
<i>Cyclotella delicatula</i> Genkal	+	+
<i>Cymbella hantzschiana</i> Krammer	–	+
<i>Cymbella</i> cf. <i>parviformis</i> Krammer	+	–
<i>Cymbella</i> sp.	+	–
<i>Cymbopleura</i> sp.	+	–
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann.	+	+
<i>Encyonema</i> cf. <i>ventricosum</i> (Kütz.) Grunow	+	+
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	+	–
<i>Encyonema</i> sp.	+	–
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	–	+
<i>Eunotia incisa</i> Greg.	+	–
<i>E. rhomboidea</i> Hust.	+	–
<i>Eunotia</i> sp.	+	–
<i>Geissleria similis</i> (Krasske) Lange-Bert.	+	–

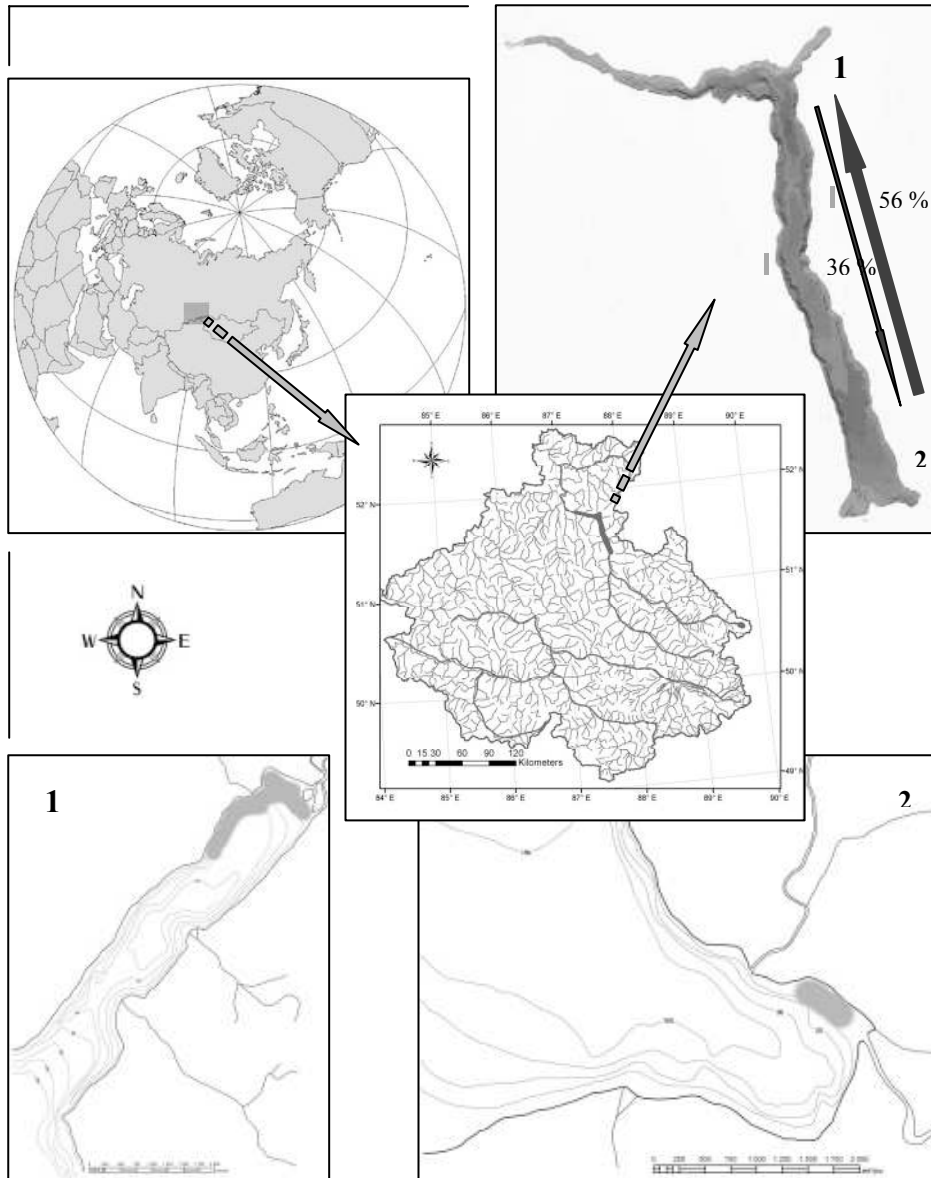
Окончание табл. 2

1	2	3
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.	+	+
<i>G. olivaceum</i> Bréb.	–	+
<i>Gomphonema</i> sp.	+	–
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenb.) Patrick	–	+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	–	+
<i>N. exilis</i> Kütz.	–	+
<i>Navicula</i> cf. <i>radiosa</i> Kütz.	+	–
<i>Navicula</i> cf. <i>reichardtiana</i> Lange-Bert.	–	+
<i>Navicula</i> cf. <i>wiesneri</i> Lange-Bert.	–	+
<i>Navicula</i> sp.	–	+
<i>Naviculadicta digituloides</i> Lange-Bert.	+	–
<i>Nitzschia</i> cf. <i>angustata</i> (W.Sm.) Grunow	+	–
<i>Nitzschia</i> cf. <i>fonticola</i> Grunow	+	–
<i>Nitzschia</i> cf. <i>microcephala</i> Grunow	–	+
<i>Nitzschia</i> cf. <i>recta</i> Hantzsch	+	–
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+
<i>Psammothidium daonensis</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.	–	+
<i>Psammothidium</i> cf. <i>levanderi</i> (Hust.) Czarn.	+	–
<i>P. rechtensis</i> (Leclercq) Lange-Bert.	–	+
<i>Psammothidium</i> sp.	+	–
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Mill. et Round	+	–
<i>Pseudostaurosira</i> sp.	+	–
<i>Punctastriata discoidea</i> Flower	+	–
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L. Sm.	–	+
<i>Staurosira construens</i> Ehrenb.	+	–
<i>S. venter</i> (Ehrenb.) Grunow	+	–
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenb.) Williams et Round	+	–
<i>Stephanocostis chanthaicus</i> Genkal et Kuzmina	+	+
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.	+	–
Genus indet.	+	–
Число видов	27	22
таксонов	36	25

Обозначения. «+» – Вид обнаружен, «–» – не обнаружен.

Такое разнообразие диатомей в обрастаниях макрофитов с мягкими тканями является, вероятно, вполне обычным, потому что сходное

число таксонов было обнаружено, например, при исследовании перифитона на рдесте гребенчатом в малом по площади (0,11 км<sup>2</sup>) и мелководном (до 12 м) минерализованном оз. Лиственки (Хакасия) – 39 таксонов водорослей с преобладанием *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Agardh, *Achnanthes hauckiana* Grunow, и *Entomoneis alata* (Kütz.) Ehrenb. (Науменко, Макеева, 2011).



Карта-схема расположения Камгинского (1) и Кыгинского (2) заливов Телецкого озера, зарослей макрофитов и ориентированного мультиграфа бинарных отношений на множестве описаний видового состава *Bacillariophyta* на рдесте пронзеннолистном в исследованных заливах

По географическому распространению большинство выявленных таксонов являются космополитами (16 или 61,5 % числа таксонов с известными характеристиками), шесть относятся к группе бореальных и три – к арктоальпийским. Космополитичный характер отмечен для альгофлоры Телецкого озера в целом. Так, в фитопланктоне озера космополиты составляют 53,8 % числа таксонов с известными экологическими характеристиками.

Разнообразие диатомей на листьях рдеста в Камгинском заливе Телецкого озера было выше – 27 (36 с неопределенными образцами), чем в Кыгинском – 22 (25) вид. Общими для них оказались восемь видов диатомей: *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora inariensis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella delicatula*, *Encyonema minutum*, *E. cf. ventricosum*, *Gomphonema acuminatum* и *Stephanocostis chanthaicus* (см. таблицу, а–з). Большинство этих видов являются бентосными формами и обрастателями, лишь *C. delicatula* и *S. chanthaicus* относятся к планктонным обитателям.

Только в Камгинском заливе встречены виды родов *Eunotia* Ehrenb., *Pseudostaurosira* Will. et Round, *Punctastriata* Will. et Round, *Staurosira* Ehrenb. emend Will. et Round и *Staurosirella* Will. et Round, большинство видов рода *Nitzschia* Hassall, кроме *N. cf. microcephala*, а также *Tabellaria flocculosa* (таблица, к–н). Для Кыгинского залива характерны *Achnanthydium cf. linearoides*, *Hannaea arcus*, *Rhizosolenia eriensis* (таблица, о–р), большинство видов рода *Navicula* Borg, кроме *N. cf. radiosa*. Сравнение состава *Bacillariophyta* на рдесте пронзеннолистном в двух заливах Телецкого озера показало, что 56 % диатомей Кыгинского залива входят в состав диатомоценозов Камгинского залива и лишь 36 % диатомоценозов Камгинского залива. Поэтому состав водорослей в Камгинском заливе более разнообразен и оригинален, на что, вероятно, влияет общее направление водного стока в озере (с юга на север) и большая площадь залива, что обеспечивает и большее биотопическое разнообразие.

Анализ экологических характеристик выявленных видов показал, что по отношению к рН большинство из них является алкалифилами (43,3 % числа таксонов с известными характеристиками), т.е. предпочитает щелочную среду обитания. Менее многочисленны алкалибионты, развивающиеся только в щелочной среде, и нейтрофилы (по 6 таксонов), а также ацидофилы, предпочитающие кислую среду (5 таксонов). Щелочная среда в Телецком озере (см. таблицу) способствует развитию именно алкалифилов, алкалибионтов и индифферентных к рН видов (в сумме 25 таксонов). Присутствие ацидофилов в составе эпифитона может свидетельствовать о заболоченности водосборного бассейна притоков Телецкого озера – рек Камга и Кыга.

Наиболее многочисленными и разнообразными водорослями на поверхности листьев рдеста были бентосные виды и обрастатели (например, *Achnanthydium minutissimum* и *Cocconeis placentula*). Первый из

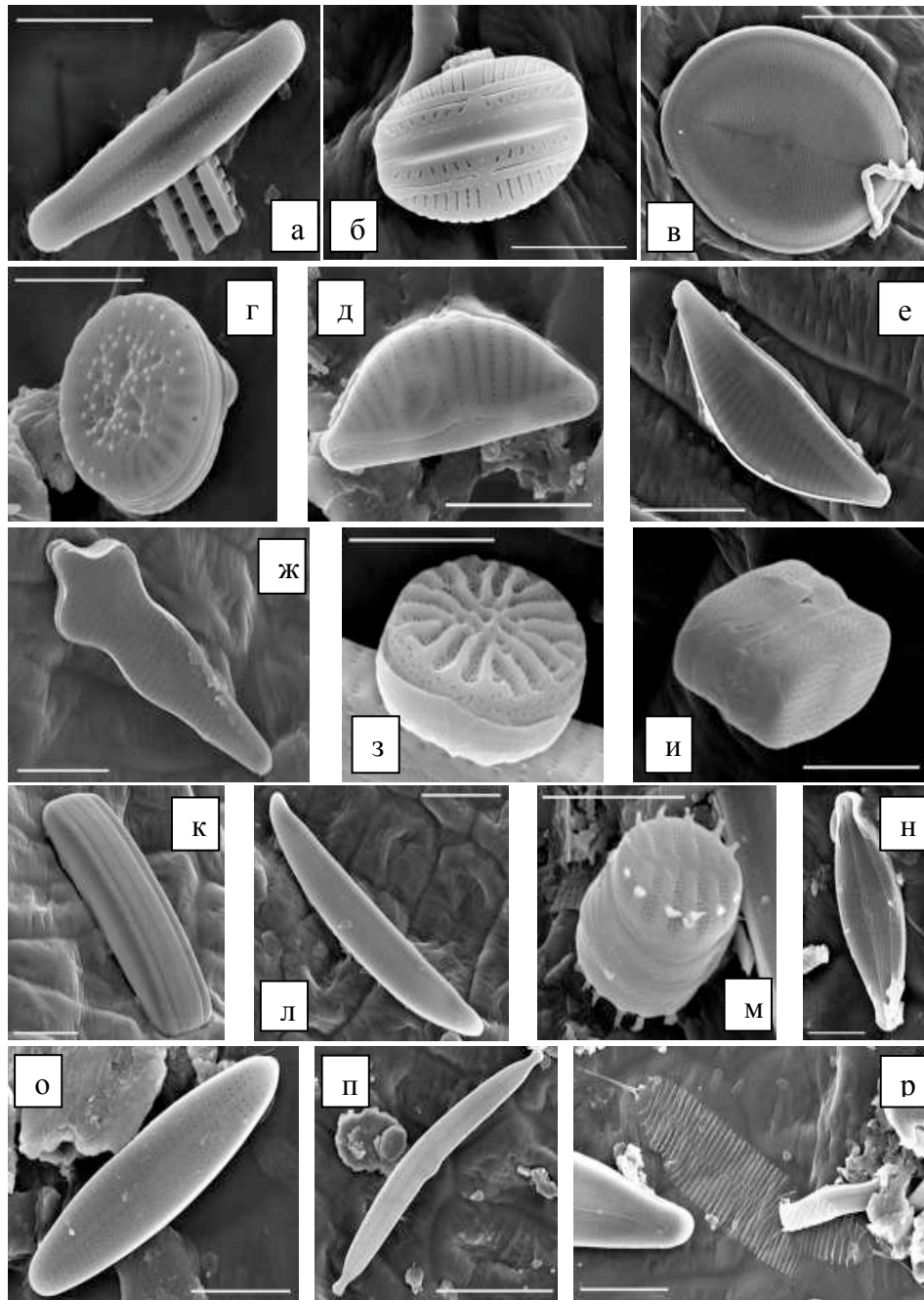


Таблица. *Achnantheidium minutissimum* (а), *Amphora inariensis* (б), *Cocconeis placentula* (в), *Cyclotella delicatula* (г), *Encyonema minutum* (д), *Encyonema* cf. *ventricosum* (е), *Gomphonema acuminatum* (ж), *Stephanocostis chanthaicus* (з), Genus indet. (и), *Eunotia rhomboidea* (к), *E. incisa* (л), *Punctastriata discoidea* (м), *Geissleria similis* (н), *Achnantheidium* cf. *linearoides* (о), *Hannaea arcus* (п), *Rhizosolenia eriensis* (р). Масштаб: г, з – 3 мкм; а, б, д, и, м-о – 5 мкм; е, ж, к, л, р – 10 мкм; в, н – 20 мкм

них относится к т.н. «пионерным видам», заселяющим подводные субстраты быстрее других видов водорослей. Это выявили в 2002 г., когда экспериментально исследовали искусственные (стекла) и естественные (камни) субстраты, экспонированные в течение месяца летом в Камгинском заливе (Митрофанова, Ким, 2005). Известно, что *A. minutissimum* имеет небольшие размеры и является видом, наиболее часто встречающимся в обрастаниях на любых субстратах, в т.ч. на макрофитах (Winter, Duthie, 2000).

В основном на листьях рдеста попадались или мелкоклеточные диатомеи (таблица, а, б, г, з, м–о), или организмы со средними размерами (таблица, е, ж, к, л). Крупные клетки почти не отмечены, лишь 1 раз обнаружена *Nitzschia* cf. *recta*, размеры панциря которой могут достигать 80 мкм и более в длину при ширине всего несколько микрометров.

Вторым наиболее распространенным видом на листьях рдеста в обоих заливах был *Cocconeis placentula*. Плотное прилегание к субстрату позволяет ему лучше других водорослей удерживаться в обрастаниях рдеста, а также на любых других субстратах. Подобное отмечали в лабораторном эксперименте на рдесте пронзеннолистном, где *C. placentula* был более обильным среди диатомей и предпочитал наиболее комфортные условия по освещенности — не у поверхности воды (Sultana et al., 2004).

Главнейшими факторами, определяющими его развитие, являются динамика водных масс, морфометрия озерной котловины и наличие субстратов, пригодных для заселения (Рычкова, 2002; Тарашук и др., 2012). Наиболее предпочтительным субстратом для фитоэпифитона являются погруженные макрофиты. Водоросли поселяются на горизонтально или почти горизонтально расположенных частях растений, где для них создаются наиболее благоприятные условия по освещенности (Тарашук и др., 2012). В глубоких водоемах макрофиты заселяют мелководные участки. В Телецком озере наиболее удобными местообитаниями для погруженных макрофитов являются участки литорали именно в крупных заливах. Кыгинский (на юге озера) и Камгинский (на севере) заливы имеют некоторые отличия по гидрологическим и гидрофизическим условиям. Первый выделяется практически отсутствием сильного ветрового волнения. Он на 2/3 своей площади (и заросли макрофитов в т.ч.) находится в ветро-волновой тени. В Камгинском заливе преобладают ветра восточного направления (Селегей, Селегей, 1978). Кроме того, особое влияние здесь оказывают ветра противоположного направления, с «низовки», способствующие проникновению видов пелагиали в залив. Возможно, именно гидродинамический фактор является одним из определяющих в формировании сообществ *Bacillariophyta* на подводных субстратах.

Рдест пронзеннолистный входит в число наиболее распространенных видов макрофитов в Телецком озере (Зарубина, Ковешникова, 2006а), на многих участках ему принадлежит ведущая роль в зарастании



литорали. В Кыгинском заливе заросли состоят преимущественно из этого вида и располагаются вдоль северо-восточного берега в виде узкой полосы (шириной около 10 м и длиной около 250 м) (Зарубина, Ковешникова, 2006б). В Камгинском заливе заросли макрофитов у северо-западного берега занимают обширные мелководные участки в районе устья р. Камги. Они более разнообразны по составу, где кроме сообществ рдеста пронзеннолистного встречаются сообщества рдеста злакового и болотницы болотной (Телецкое ..., 2012). Рдесты распространяются на глубину длины стебля — два и более метра, во время цветения их соцветия появляются над водой. Отобранные образцы листьев рдестов из средней части растения (примерно с глубины 1 м) имели особенно благоприятные условия по освещенности, так как сильная инсоляция и возможное обсушение у поверхности и затенение у дна могут ингибировать развитие водорослей фитозэпифитона. Заросли рдеста в Камгинском заливе менее плотные и более разнообразные по составу в отличие от таковых в Кыгинском заливе. Общее количество макрофитов на единицу площади в Кыгинском заливе составляет 100–120 экз./м<sup>2</sup>, при этом численность *Potamogeton perfoliatus* достигает 70–75 экз./м<sup>2</sup>, в Камгинском заливе — от 30 до 150 и 45 экз./м<sup>2</sup> соответственно (Зарубина, Ковешникова, 2006б).

Кроме самих рдестов, как благоприятного субстрата для развития диатомей-эпифитов, существенная роль в формировании сообществ-обрастателей принадлежит водорослям планктона, которые развиваются в зарослях. Истинные планктёры на листьях рдеста малоразнообразны и немногочисленны в таких местообитаниях, так как это их случайное нахождение. В основном это представители класса центрических *Bacillariophyta*, которые развиваются в планктоне озера. Виды *C. delicatula* и *S. chantaicus* относятся к мелкоразмерной фракции планктона Телецкого озера (Митрофанова, 2011), обитающей в фитопланктоне озера круглогодично, но преобладающей по численности в основном в поздне-весенний и осенний периоды. Малые размеры панциря (3–6 мкм) позволяют клеткам удерживаться на поверхности листьев рдеста, используя его естественные неровности.

При исследовании фитопланктона в течение суток в зарослях макрофитов было установлено, что видовое разнообразие водорослей планктона в Камгинском заливе (среднее за сутки число одновременно вегетирующих видов —  $34 \pm 4$ ) было выше, чем в Кыгинском заливе ( $24 \pm 3$ ) при преобладании *Bacillariophyta* (до 58 %). Обилие фитопланктона в зарослях Камгинского залива было выше, чем в зарослях Кыгинского: среднесуточная численность составила  $103,5 \pm 26,3$  и  $54,7 \pm 3,9$  тыс.кл./л, биомасса —  $82,7 \pm 14,4$  и  $55,4 \pm 3,6$  мг/м<sup>3</sup> соответственно. В зарослевом планктоне обоих заливов также доминировали мелкоклеточные планктонные диатомей *C. delicatula*, *S. chantaicus*, представитель бентосных обитателей *A. minutissimum* и *Choomonas acuta* Uterm. из криптофитовых водорослей, которые развивались в это время и в пелагическом планктоне озера.

Таким образом, между сообществами планктона и эпифитона происходит постоянный взаимообмен. Водоросли планктона при осаждении из толщи воды могут задерживаться на листьях макрофитов и пополнять сообщество эпифитов и, напротив, водоросли-обрастатели при смыве с поверхности субстрата пополняют состав водорослей в толще воды. Это было выявлено при сравнении состава фитоэпифитона и фитопланктона в зарослях макрофитов Телецкого озера, сходство которых составляло 21–23 % (Митрофанова, 2008).

Кроме гидродинамического фактора на состав и обилие диатомей в обрастаниях могут влиять и гидрохимические условия. Сравнивая гидрохимические показатели в двух заливах озера (август 2012 г.), можно отметить, что существенных различий между этими двумя точками, расположенными на расстоянии 50 км друг от друга, и средними значениями показателей в этот же период для всего озера и только для поверхностного слоя не выявлено (табл. 3). Отличия отмечены только для БПК<sub>5</sub>, которое показывает в воде наличие легко окисляемого органического вещества. В Кыгинском заливе его больше в 3 раза, чем в Камгинском. Но и эти величины не превышают пределы, установленные для рыбохозяйственных водоемов (не более 2 мг/л).

Таблица 3

Гидрохимические показатели в Телецком озере 8–9 августа 2012 г.

Место отбора проб	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	O <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Si
		мг/л				
Кыгинский залив, литораль	1,62	8,44	0,053	0,46	0,006	2,82
Камгинский залив, литораль	0,48	8,64	0,070	0,51	0,002	2,68
Ср. для всего озера, n = 32	1,75±	9,96±	0,06±	0,83±	0,005±	2,99±
	0,16	0,21	0,005	0,05	0,0008	0,09
Ср. для поверхности, n = 11	1,35±	8,93±	0,07±	0,77±	0,007±	3,10±
	0,27	0,18	0,009	0,08	0,001	0,16

### Заключение

В результате исследования фитоэпифитона на листьях рдеста пронзеннолистного в двух крупных заливах Телецкого озера выявлено 40 видов *Bacillariophyta*, из которых лишь восемь встречались в обоих заливах. Установлено, что состав диатомей на листьях рдеста в Камгинском заливе разнообразнее, чем в Кыгинском. Возможно, большая протяженность залива и вследствие этого более сглаженное влияние волно-прибойной деятельности на заросли рдеста, произрастающие в

самом конце залива, недалеко от устья впадающей в залив р. Камги, создают более благоприятные условия для водорослей фитоэпифитона. Кыгинский залив, напротив, в три раза меньше по длине и влияние пелагиали здесь, вероятно, более ощутимо, независимо от того, что заросли макрофитов находятся в ветро-волновой тени.

*Авторы признательны сотрудникам ИВЭП СО РАН Е.Ю. Зарубиной и М.И. Соколовой за предоставленные образцы рдеста, Е.И. Третьяковой и А.Б. Соколовой за гидрохимические данные, К.В. Марусину за карту-схему заливов.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреев В.Л.* Классификационные построения в экологии и систематике. – М.: Наука, 1980. – 142 с.
- Георгиев А.А.* Эпифитные диатомовые водоросли макрофитов пролива Великая Салма: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 2010. – 22 с.
- Герасимюк В.П., Зинченко В.Л.* Диатомовые обрастания китов малых полосатиков в водах Антарктики // Гидробиол. журн. – 2011. – 47(5). – С. 29–36.
- Зарубина Е.Ю., Ковешникова А.С.* Гидрофильная флора Телецкого озера (конспект флоры) // Флора и растительность Алтая. – 2006а. – 11. – С. 80–85.
- Зарубина Е.Ю., Ковешникова А.С.* Флора и растительность Телецкого озера (Горный Алтай) // Гидрботаника 2005. – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006б. – С. 249–251.
- Митрофанова Е.Ю.* Литоральный фитопланктон глубокого озера (на примере крупных заливов Телецкого озера) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2008. – С. 195–197.
- Митрофанова Е.Ю.* Разнообразие центрических диатомовых водорослей в фитопланктоне как один из факторов и индикаторов устойчивости экосистемы глубокого олиготрофного озера (на примере оз. Телецкое, Горный Алтай, Россия) // Экология. – 2011. – 3. – С. 233–236.
- Митрофанова Е.Ю., Ким Г.В.* Сукцессия *Bacillariophyta* в альгоценозах на естественном и искусственном субстратах в Телецком озере (Россия) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул, 2005. – С. 37–40.
- Науменко Ю.В., Макеева Е.Г.* Водоросли солоноватого озера Лиственки (участок «Подзаплоты», заповедник «Хакасский») // Раст. мир Азиат. России. – 2011. – 2(8). – С. 28–33.
- Рычкова М.А.* Перифитон литоральной зоны // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – С.Пб.: Наука, 2002. – С. 246–250.
- Селегей В.В., Селегей Т.С.* Телецкое озеро. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 142 с.
- Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д.* Фитоэпифитон речного участка Каневского водохранилища (Украина) // Альгология. – 2012. – 22(2). – С. 198–207.
- Телецкое озеро* / Отв. ред. Е.Ю. Митрофанова, В.В. Кириллов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 28 с.

- 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: Изд. центр БГУ, 2007. – С. 274.
- Buczko K. The occurrence of the epiphytic diatom *Lemnicola hungarica* on the different European *Lemnaceae* species // *Fottea*. – 2007. – 7(1). – P. 77–84.
- Delbecque E.J.P. Periphyton on nymphaeids: An evaluation of methods and separation techniques // *Hydrobiologia*. – 1985. – 124. – P. 85–93.
- Makarevich T.A., Mastitsky S.E., Savich I.V. Phytoperiphyton on the shells of *Dreissena polymorpha* (Pallas) in Lake Naroch // *Aquat. Invas.* – 2008. – 3(3). – P. 283–295.
- Messyasz B., Kuczyńska-Kippen N. Periphytical algae communities: a comparison of *Typha angustifolia* L. and *Chara tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Poland) // *Polish J. Ecol.* – 2006. – 54(1). – P. 15–27.
- Selegei V., Dehandschutter B., Klerks J., Vysotsky A. Physical and geological environment of Lake Teletskoye // *Ann. Sci. Geol.* – 2001. – 105. – P. 1–310.
- Sultana M., Asaeda T., Manatunge J., Ablimit A. Colonization and growth of epiphytic algal communities on *Potamogeton perfoliatus* under two different light regimes // *New Zealand J. Mar. and Freshwat. Res.* – 2004. – 38. – P. 585–594.
- Winter J.G., Duthie H.C. Stream epilithic, epipellic and epiphytic diatoms: habitat fidelity and use in biomonitoring // *Aquat. Ecol.* – 2000. – 34. – P. 345–353.

Поступила 29 января 2014 г.

Подписал в печать И.Ю. Костиков

#### REFERENCES

- Andreev V.L., *Klassifikacionnye postroeniya v ekologii i sistematike*, Nauka, Moscow, 1980. [Rus.]
- Buczko K., *Fottea*, 7(1):77–84, 2007.
- Delbecque E.J.P., *Hydrobiologia*, 124:85–93, 1985.
- Georgiev A.A., *Jepifitnye diatomovye vodorosli makrofitov proлива Velikaja Salma*, Avtoref. dis. kand. biol. nauk, MGU, Moscow, 2010. [Rus.]
- Gerasimjuk V.P. and Zinchenko V.L., *Gidrobiol. J.*, 47(5):29–36, 2011.
- Makarevich T.A., Mastitsky S.E., and Savich I.V., *Aquat. Invas.*, 3(3):283–295, 2008.
- Messyasz B. and Kuczyńska-Kippen N., *Polish J. Ecol.*, 54(1):15–27, 2006.
- Mitrofanova E.Ju. and Kim G.V. *Problemy botaniki Juzhnoj Sibiri i Mongolii*, Barnaul, Pp. 37–40, 2005. [Rus.]
- Mitrofanova E.Ju., *Ekologija*, 3:233–236, 2011.
- Mitrofanova E.Ju., *Problemy botaniki Juzhnoj Sibiri i Mongolii*, Izd-vo AGU, Barnaul, Pp. 195–197, 2008. [Rus.]
- Naumenko Ju.V. and Makeeva E.G., *Rast. mir Aziat. Rossii*, 2(8):28–33, 2011.
- Rychkova M.A., *Ladozhskoe ozero – proshloe, nastojashhee, budushhee*, Nauka, Saint-Petersburg, Pp. 246–250, 2002. [Rus.]
- Selegei V., Dehandschutter B., Klerks J., and Vysotsky A., *Ann. Sci. Geol.*, 105:1–310, 2001.

- Selejev V.V. and Selejev T.S., *Teleckoe ozero*, Gidrometeoizdat, Leningrad, 1978. [Rus.]
- Sultana M., Asaeda T., Manatunge J., and Ablimit A., *New Zealand J. Mar. and Freshwat. Res.*, 38:585–594, 2004.
- Tarashhuk O.S., Shevchenko T.F., and Klochenko P.D., *Algologia*, 22(2):198–207, 2012.
- Teleckoe ..., *Teleckoe ozero: nauchno-informacionnoe izdanie*, Eds E.Ju. Mitrofanova, V.V. Kirillov, Izd-vo SO RAN, Novosibirsk, 2012. [Rus.]
- Winter J.G. and Duthie H.C., *Aquat. Ecol.*, 34:345–353, 2000.
- Yanygina L.V., Koveshnikov M.I., Krylova E.N., and Marusin K.V., *Ozernye ekosistemy: biologicheskie processy, antropogennaja transformacija, kachestvo vody*, Izd. centr BGU, Minsk, P. 274, 2007. [Rus.]
- Zarubina E.Ju. and Koveshnikova A.S., *Flora i rastitel'nost' Altaja*, 11:80–85, 2006a.
- Zarubina E.Ju. and Koveshnikova A.S., *Gidrobotanika*, Rybinsk. Dom pečati, Rybinsk, Pp. 249–251, 2006b. [Rus.]

ISSN 0868-8540. *Algologia*. 2015, 25(2): 185–197 <http://dx.doi.org/10.15407/alg25.02.185>

*E.Yu. Mitrofanova<sup>1</sup>, S.I. Genkal<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute for Water and Environmental Problems SB RAS,  
1, Molodezhnaya St., Barnaul 656038, Altai Region, Russia  
emit@iwep.ru

<sup>2</sup>Institute for Biology of Inland Waters of RAS,  
152742 Settle Borok, Nekouz Region, Yaroslavl, Russia  
e-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

SPECIES COMPOSITION OF *BACILLARIOPHYTA* ON CLASPING-LEAVED  
PONDWEED IN LAKE TELETSKOYE (ALTAI MOUNTAINS, RUSSIA)

The results of electron-microscopic study of diatom algae composition on the submerged macrophyte *Potamogeton perfoliatus* L. clasping-leaved pondweed in two large bays of Lake Teletskoye are presented. A total of 40 species were revealed, of which only eight were found in both bays. It was defined that the composition of diatoms in Kamga Bay, which is larger in area and length, is more diverse than in Kyga Bay. It was assumed, that the lake pelagic zone can influence on this process due to smaller size of the latter.

**Key words:** diatom algae, phytoperiphyton, clasping-leaved pondweed, Lake Teletskoye, Altai Mountains.