

УДК 582.26:574.583(571.151)

Состав и структура фитопланктона Телецкого озера (Республика Алтай) в период зимнего минимума

Composition and structure of Lake Teletskoye phytoplankton (Altai Republic) during the winter period

Митрофанова Е. Ю.¹, Воробьев Р. И.²

Mitrofanova E. Yu.¹, Vorobyev R. I.²

¹ Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия E-mail: emit@iwer.ru

² ФГБУ «Алтайский государственный заповедник», Республика Алтай, Россия

¹ Institute for Water and Environmental Problems SB RAS

² Altaiskiy State Nature Biosphere Reserve

Реферат. В работе представлены результаты изучения зимнего фитопланктона Телецкого озера (Республика Алтай) в период открытой воды (январь) и начала ледостава (февраль) 2018 г. Выявлен разнообразный состав водорослей при преимущественном развитии диатомовых. Отмечено присутствие золотистых и криптофитовых водорослей, способных к гетеротрофному питанию при неблагоприятных по освещенности условиях.

Summary. The paper presents the results of the study of winter phytoplankton in Lake Teletskoye during the open water season (January) and the beginning of the freezing period (February) in 2018. A diverse algal composition with the predominance of diatoms was revealed. The occurrence of golden and cryptophyte algae capable of heterotrophic feeding under unfavorable light conditions was found.

В зимний период условия для роста и развития водорослей в водоемах умеренной зоны существенно отличаются от таковых в летний. Неблагоприятное воздействие на клетки низких температур воды, нестабильного водного столба вследствие интенсивного ветрового перемешивания особенно верхнего слоя до установления ледового покрытия и низкая освещенность после вследствие толстого льда и снежного покрова на нем не способствуют развитию водорослей в период зимнего минимума. Но жизнь в водоемах не замирает. Исследователи отмечают, что подо льдом в водных экосистемах на границе раздела фаз «вода-лед» формируются особые сообщества, состоящие из микроводорослей, простейших и бактерий (Башенхаева, Захарова, 2017). Специфические сообщества микроорганизмов образуются и в пустотах самого льда. Не так давно в байкальском льду были обнаружены криофильные организмы, успешно размножающиеся в межкристаллической воде. Кроме того, в период между интенсивным намерзанием и таянием пресного льда его нижняя поверхность может обрастать водорослями, что было впервые обнаружено на реке Амур (Бондаренко и др., 2004).

Объектом нашего исследования является Телецкое озеро, расположенное на юге Западной Сибири в горах Алтая, и его фитопланктон в зимний период. Для данного водоема характерны короткие периоды стратификации летом и, особенно, в зимний период. При частичном ледоставе с прозрачным льдом могут развиваться цианобактерии (Митрофанова, 1996), при полном ледоставе и значительном снежном покрове – авто- и гетеротрофный диатомово-криптофитовый фитопланктон (Митрофанова и др., 2006). В 2018 г. пробы фитопланктона были отобраны в период зимнего минимума при открытой воде (22 января) и установлении ледостава (10 февраля). Отбор проб проводили ручным способом (водолазы) в литорали озера на стыке широтной и меридиональных его частей у п. Яйлю (Яйлинский плёс). Пробы отбирали по склону на глубинах 0, 10 и 20 м, фиксировали 40 %-м формалином, сгущали отстойным методом, просматривали на световом микроскопе Laboval 4 (Carl Zeiss). Таксономиче-

ские названия водорослей приведены в соответствие с электронным ресурсом AlgaeBase (Guiry, M. D., Guiry, G. M., 2018).

За период исследования в фитопланктоне выявлено 53 вида водорослей из шести отделов со значительным преобладанием диатомовых (рис. 1). На втором ранговом месте были зеленые водоросли (8 видов), три отдела (цианобактерии, золотистые и криптофитовые водоросли) имели по 4–6 видов, и динофитовые – один. Примечательным является присутствие в планктоне литорали озера по несколько видов золотистых и криптофитовых водорослей, которые обладают способностью переходить на гетеротрофное питание при неблагоприятных по освещенности условиях, что вполне оправдано в зимний период – при открытой воде усиливается ветровое воздействие, которое способствует постоянному перемешиванию водной толщи, что может отрицательно сказываться на вегетации водорослей, а при установлении ледостава резко сокращается поступление солнечной радиации в водные слои. Среди золотистых водорослей было найдено три вида из р. *Mallomonas* – *Mallomonas elongata* Reverdin, *M. ploesslii* Perty и *M. producta* Iwanhoff, один из которых представлен на рис. 2. *M. elongata* встречается нередко в озерах поздней осенью и зимой, ранее его отмечали для мелководных озер Катунских Белков (Матвиенко, 1954). *M. ploesslii*, известный как *M. acaroides* Perty, повсеместно встречается в различных водных объектах часто весной, реже летом и осенью, как и третий вид данного рода – *M. producta*. Среди криптофитовых отмечено четыре вида из р. *Cryptomonas* – *Cryptomonas erosa* Ehrenberg, *C. gracilis* Skuja, *C. marssonii* Skuja и *C. ovata* Ehrenberg, а также *Rhodomonas pusilla* (H.Bachmann) Javornicky (ранее относимый также к р. *Mallomonas*) и *Komma caudata* (L.Geitler) D.R.A.Hill (до недавнего времени известный как *Chroomonas acuta* Utermöl, доминант фитопланктона Телецкого озера по численности). Большинство из этих видов имеют повсеместное распространение в озерах и других водных объектах, предпочитают холодное время года, например, *C. erosa*, *C. marssonii*, *C. ovata*. Интересно, что *R. pusilla* часто встречается в олиготрофных высокогорных озерах вместе с *C. erosa* и *C. ovata* (Киселев, 1954).

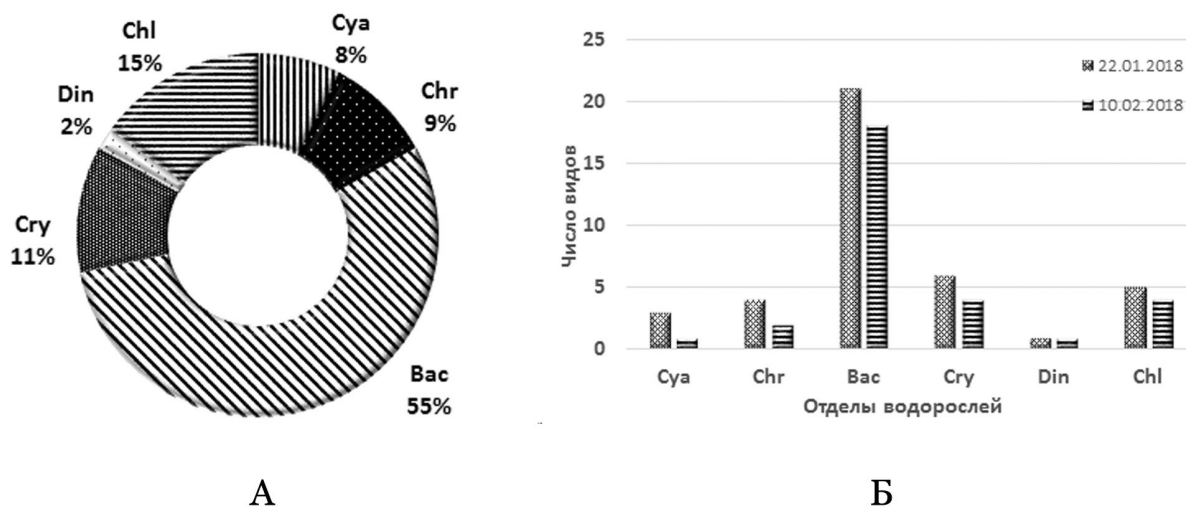


Рис. 1. Доля отделов водорослей (А) в целом и распределение по срокам отбора (Б) в фитопланктоне Телецкого озера (Яйлю, литораль) в 2018 г., число видов, %. Условные обозначения: Cya – Cyanobacteria; Chr – Chrysophyta; Вас – Bacillariophyta; Cry – Cryptophyta; Din – Dinophyta и Chl – Chlorophyta.

При сравнении состава и количества видов в фитопланктоне озера в два срока отбора следует отметить, что число видов уменьшилось с 39 до 29 видов от января к февралю, когда установилось ледовое покрытие, но соотношение осталось тем же (рис. 3). При этом 17 видов встречались в фитопланктоне озера и в январе, и феврале. Вероятно, при только что установившемся ледовом покрытии состав фитопланктона не претерпел еще кардинального изменения. В дальнейшем предполагается обработать отобранные в марте 2018 г. пробы фитопланктона, что позволит проследить изменения (или их отсутствие), произошедшие в сообществе водорослей подо льдом после 1–1,5 мес. ледостава. Известно, что Телецкое озеро имеет особенный ледовый режим (Селегей В. В., Селегей Т. С., 1978), который в по-

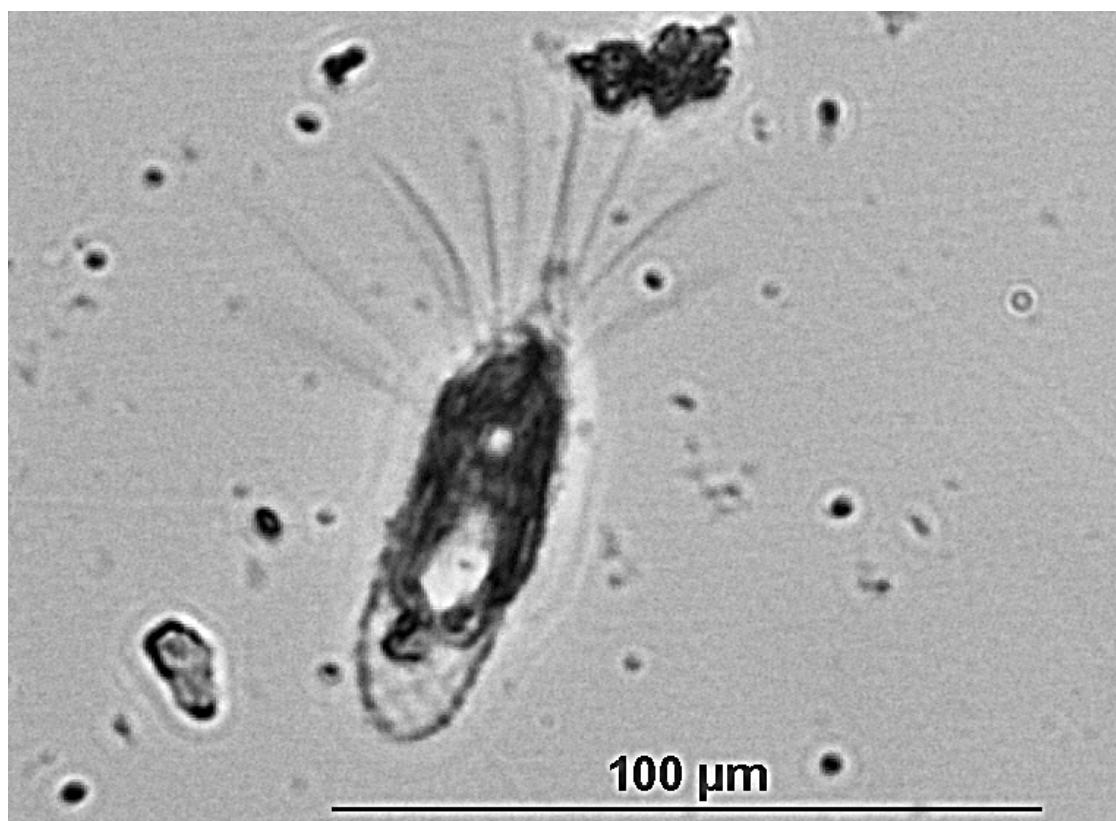


Рис. 2. Золотистая водоросль *Mallomonas elongata* Reverdin, Телецкое озеро, п. Яйлю, литораль, глубина 0 м, 22.01.2018 г. (снимок автора).

следние десятилетия отличается отсутствием какой-либо регулярности. Ранее повторяемость полного ледостава отмечали каждые 8–13 лет. В 2006 г. озеро полностью покрылось льдом после более, чем 15 лет его отсутствия. Далее полное замерзание наблюдали в 2010 г. и, наконец, в 2018 г. Открытая вода в зимний период при сильных постоянно дующих ветрах в долине озера оказывают негативное влияние на развитие водорослей, развивающиеся в толще воды озера. Преимущественное развитие получают водоросли наиболее устойчивые к таким динамическим условиям, в большей степени диатомеи. Среди них преобладают в основном обитатели дна и обрастаний, оторвавшиеся от субстрата – 66,7 % от общего числа таксонов диатомовых водорослей. В целом, в зимнем фитопланктоне бентосный элемент составляет 53,5 %, планктонный – 37,2, планкто-бентосный – 7,0 и эпибионтный – 2,3 %. Достаточно большая доля в общем составе водорослей планктона приходится на истинно планктонных обитателей, в число которых входят жгутиковые формы из золотистых и криптофитовых водорослей.

В целом литоральный фитопланктон Телецкого озера в период зимнего минимума отличается достаточно высоким разнообразием (53 вида) с преобладанием в таксономическом спектре диатомовых водорослей (55 %). По местообитанию преобладают обитатели дна и обрастаний при значительном вкладе и истинно планктонного элемента, в том числе жгутиковые формы из золотистых и криптофитовых водорослей. Разнообразие водорослей выше при открытой воде (январь), чем при только что установившемся ледоставе (февраль), когда еще не сформировалось специфическое подледное сообщество водорослей, которое, например, характерно для оз. Байкал с его очень толстым льдом и продолжительным периодом ледостава.

Благодарности. Работа выполнена в рамках темы бюджетного финансирования ФАНО: проект № 0383-2016-003 «Пространственно-временная организация водных экосистем и оценка влияния природных и антропогенных факторов на формирование гидробиоценозов и качество поверхностных вод бассейна Оби и Обь-Иртышского междуречья».

ЛИТЕРАТУРА

- Башенхаева М. В., Захарова Ю. Р.** Культивируемые бактерии из подледных альго-бактериальных сообществ озера Байкал // Acta Biologica Sibirica, 2017. – Т. 3, № 3. – С. 76–85.
- Бондаренко Н. А., Оболкина Л. А., Тимошкин О. А.** Лёд – хранитель жизни // Наука из первых рук, 2004. – 1(2). – С. 77–82.
- Киселев И. А.** Пирофитовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР; Вып. 6. – М.: Советская наука, 1954. – 212 с.
- Матвиенко А. М.** Золотистые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР; Вып. 3. – М.: Советская наука, 1954. – 187 с.
- Митрофанова Е. Ю.** Особенности таксономического состава зимнего и летнего фитопланктона Телецкого озера // Региональное природопользование и экологический мониторинг. – Барнаул, 1996. – С. 258–259.
- Митрофанова Е. Ю., Кириллов В. В., Котовщиков А. В.** Подледный фитопланктон глубокого олиготрофного озера // Ползуновский вестник, 2006. – № 2-1. – С. 327–333.
- Селегей В. В., Селегей Т. С.** Телецкое озеро. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 142 с.
- Guiry, M. D., Guiry, G. M.** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – 2018. – <http://www.algaebase.org>; searched on [Electronic resource]. (Дата обращения 10.04.2018).