

Криофитон озера Калач (Омская область)

О. П. БАЖЕНОВА, Л. В. КОРЖОВА

*Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина
644008, Омск, Институтская пл., 2
E-mail: olga52@bk.ru*

Статья поступила 02.11.2012

АННОТАЦИЯ

Изучен видовой состав и динамика развития цианобактерий и водорослей, обитающих во льду оз. Калач (Омская область). Установлено высокое обилие и низкое флористическое сходство с фитопланктоном. По числу видов и численности преобладают мелкоклеточные цианобактерии и хлорококковые зеленые водоросли. Для названия фотосинтезирующих организмов, живущих в толще льда, предложен термин “криофитон”.

Ключевые слова: криофитон, подледный фитопланктон, видовой состав, обилие, озеро Калач.

Изучение жизни водоемов зимой – неотъемлемая часть гидробиологических исследований. В последнее время пристальное внимание экологов привлекают живые организмы, обитающие в толще льда и образующие различного рода сообщества. Впервые такие работы отмечены в середине XIX в., при этом исследовались в основном льды Арктики и Антарктики [Мельников, 1984]. Открытие ледовой флоры и фауны привело к формированию представлений о сообществе, для которого лед играет роль субстрата, обладающего специфическими свойствами [Мельников, 1980]. Но, как справедливо отмечает И. К. Ривьер [1984], сложность таких исследований ограничивает наши знания о жизни во льду.

К настоящему времени в отечественной литературе имеется значительное количество работ о ледовых водорослях Арктики и Антарктики, в которых описывается видовой состав, обилие и закономерности формирования сообществ в связи с дрейфом льдов. Сведения о ледовых сообществах пресноводных экосистем не столь обширны. Наиболее

подробно изучены ледовые сообщества озера Байкал, высокогорных озер и р. Амур. Между тем население льда мелководных равнинных озер, существенно отличающихся по комплексу абиотических и биотических факторов от исследованных водных объектов, изучено крайне слабо, имеются лишь фрагментарные данные.

В отечественной литературе отсутствует термин для названия фотосинтезирующих организмов, живущих в толще льда. Чаще всего их называют “ледовые водоросли” [Гогорев, 2007, 2009] или “криофлора” [Ильяш, Житина, 2009]. В случае, когда изучались организмы разных трофических уровней, применяется термин “ледовое сообщество” [Мельников, 1980; Оболкина и др., 2000; Бордонский и др., 2003; Бондаренко, 2009; Бондаренко и др., 2011]. В работах А. В. Иванова и Д. Н. Юрьева с соавт. [Иванов и др., 1987; Юрьев, Лебедев, 1988; Юрьев, 1992] для обозначения микроводорослей, развивающихся как на нижней поверхности льда, так и в его толще, вводится термин “криоперифитон”.

Мы считаем его не совсем удачным, так как термин “перифитон” или “обрастания”, введенный в науку в 1924 г. А. Л. Беннингом, означает “... сообщество организмов, населяющих живые и неживые субстраты под водой...” [Дедю, 1990]. Для обозначения фотосинтезирующих организмов, живущих в толще льда, мы предлагаем термин “криофитон», соединяющий в себе такие важные моменты их существования как устойчивость к холоду и отношение к миру растений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Оз. Калач – мелководный водоем, расположенный в центре г. Калачинска (рис. 1), находящегося в 84 км к востоку от областного центра Омской области. Озеро имеет подковообразную форму, что указывает на его природно-антропогенное происхождение. В середине XX в. излучина р. Омь, крупного правого притока Иртыша, отделили глухой дамбой от основного русла и превратили в замкнутый водоем. Во время высокого половодья, которое происходит все реже, озеро имеет связь с рекой, и воды его могут обновляться. Максимальная глубина озера достигает 4 м, средняя – 1,5 м. Озеро интенсивно используется населением для рекреации и неорганизованного сброса хозяйственно-бытовых стоков.

Акватория озера полностью покрыта льдом с середины ноября до начала апреля. Суровые климатические условия юга Западной Сибири способствовали формированию мощного ледового покрова – максимальная толщина достигала 110 см. Сверху лед покрыт

снегом, наибольшая высота снежного покрова образуется к концу марта. Климатические условия зим 2010–2011 и 2011–2012 гг. схожи (табл. 1).

По данным химического анализа воды оз. Калач относится к солоноватым (мезогалинным) водоемам, минерализация воды колеблется от 3240,8 до 5778,0 мг/дм³. Вода в озере средней жесткости, по величине рН зимой 2009–2010 гг. и весной 2011 г. относилась к группе нейтральных вод, в остальные сезоны – щелочных. По классификации О. А. Алекаина [1952] озеро относится к классу сульфатных вод, группе магния, II типу. Максимальное содержание гидрокарбонатов, сульфатов, БПК₅ зафиксировано в осенне-зимний период. В воде озера установлено превышение ПДК по таким компонентам как сульфаты, магний, аммонийный азот, хлориды, сумма ионов, ХПК и общая жесткость.

Криофитон оз. Калач изучали зимой 2010–2011 и 2011–2012 гг. Пробы льда отбирали один раз в месяц на пяти станциях, расположенных равномерно по акватории озера (см. рис. 1), одновременно на этих же станциях отбирали подледный фитопланктон. С помощью ледобура из средней части льда вырезали образцы толщиной в 10–15 см. После таяния льда при комнатной температуре пробы фиксировали формалином, измеряли объем полученной воды и концентрировали осадочным способом. Обработка проб криофитона и фитопланктона велась по общепринятым в гидробиологии методам [Федоров, 1979]. Доминирование видов определяли по их численности, включая в состав доминантов виды,



Рис. 1. Аэрокосмический снимок оз. Калач (www.omskmap.ru) с указанием станций отбора проб

Климатические данные зимних сезонов 2010–2012 гг. в районе г. Калачинска

Месяц	Температура воздуха*, °С			Осадки*, мм	Средняя высота снежного покрова на акватории озера**, см	Средняя толщина льда на озере**, см
	средняя	максимальная	минимальная			
2010–2011 гг.						
Ноябрь	-2,9	8	-27	47	Нет данных	Нет данных
Декабрь	-19,1	0	-40	27	8,0	29,3
Январь	-23,4	-7	-40	3	25,0	64,4
Февраль	-15,9	-5	-36	15	50,0	101,7
Март	-8,4	3	-26	14	65,0	108,3
2011–2012 гг.						
Ноябрь	-9,4	6	-24	28	3,0	18,6
Декабрь	-16,5	0	-32	14	5,5	26,9
Январь	-20,9	-4	-35	1	22,0	60,1
Февраль	-20,2	-5	-39	1	46,2	98,1
Март	-6,5	7	-27	14	61,0	102,7

* Данные Омь-Иртышского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; ** собственные данные.

составлявшие не менее 10 % от общей численности криофитона [Корнева, 2009]. Класс и категорию качества воды, трофический статус водоема определяли согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [Оксиук и др., 1993].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наши исследования подледного (зимнего) фитопланктона р. Омь, с которой оз. Калач связано происхождением, показали, что уровень его развития достаточно высокий. Численность колебалась в пределах 0,11–2,54 млн кл./л, в среднем за сезон составляя 0,83 млн кл./л. Во время максимума развития, отмеченного в марте 2009 г., в составе фитопланктона преобладали зеленые хлорококковые водоросли и цианобактерии [Барсукова, Баженова, 2009]. При изучении водоемов г. Омска было обнаружено, что их лед часто содержит вкрапления фотосинтезирующих организмов – водорослей и цианобактерий [Коновалова, 2011]. Более подробное изучение этого явления было проведено нами на небольшом городском водоеме (г. Калачинск, Омская область) одновременно с изучением его фитопланктона.

Лед озера имел желто-зеленый цвет с более-менее равномерными вкраплениями зеленых сгустков криофитона. При микроско-

пировании проб криофитона отмечено, что клетки имели зеленый или близкий к нему цвет, а в их структуре не наблюдалось выраженных повреждений. В составе криофитона найдено 35 таксонов цианобактерий и водорослей рангом ниже рода, в том числе: *Cyanoprokaryota* – 9, *Dinophyta* – 1, *Cryptophyta* – 2, *Chrysophyta* – 2, *Bacillariophyta* – 4, *Euglenophyta* – 1, *Chlorophyta* – 16 (табл. 2).

Из всех видов, обнаруженных в криофитоне, только семь встречаются на протяжении всей зимы: цианобактерии *Chroococcus* sp., *Aphanocapsa incerta*, *Merismopedia tenuissima*, криптомонада *Cryptomonas* sp. и зеленые водоросли *Raphidocelis* sp., *Monoraphidium contortum*, *Chlorococcocum* sp. В состав криофитона входят одиночные, колониальные и ценобиальные виды. Преимущественное развитие получают мелкоклеточные виды, если же вид образует ценобии или колонии, количество клеток в них обычно минимальное. Например, для криофитона характерно обилие цианобактерии *Merismopedia tenuissima*, но ее колонии содержат 4 клетки, реже 8–16, тогда как, обитая в планктоне, этот вид образует многоклеточные колонии. Нитчатые цианобактерии, в отличие от хроококковых, в криофитоне встречаются спорадически, за исключением *Planktolynghya bipunctata*, которую находили в течение всей зимы 2010–2011 гг.

Таксономический состав криофитона озера Калач

Таксон	2010–2011 гг.				2011–2012 гг.				
	де-кабрь	ян-варь	фев-раль	март	но-ябрь	де-кабрь	ян-варь	фев-раль	март
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Отдел Суанопроkaryota									
сем. Merismopediaceae									
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronb. et Kom.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Chroococcaceae									
<i>Chroococcus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Pseudanabaenaceae									
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G. S. West) Anagn. et Kom.	-	+	-	-	-	-	-	?	-
<i>L. foveolarum</i> (Rabenh. ex Gom.) Anagn. et Kom.	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Planktolyngbya bipunctata</i> (Lemm.) Anagn. et Kom.	+	+	+	+	-	-	-	-	?
Сем. Phormidiaceae									
<i>Phormidium</i> sp.	-	-	+	-	+	-	-	+	-
Сем. Nostocaceae									
<i>Anabaena hassallii</i> f. <i>minor</i> Poljansk.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Отдел Dinophyta									
Сем. Peridiniaceae									
<i>Peridiniopsis</i> sp.	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Отдел Cryptophyta									
Сем. Cryptomonadaceae									
<i>Cryptomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chroomonas acuta</i> Üterm.	-	-	-	-	+	+	-	+	+
Отдел Chrysophyta									
Сем. Chrysococcaceae									
<i>Kephyrion rubri-claustri</i> Conr.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Сем. Ochromonadaceae									
<i>Ochromonas coronifera</i> Matv.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Отдел Bacillariophyta									
Сем. Stephanodiscaceae									
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kütz.) Cleve et Müller	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Сем. Fragilariaceae									
<i>Synedra</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Naviculaceae									
<i>Navicula</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	+	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Сем. Rhoicospheniaceae								
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lange-Bert.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Отдел Euglenophyta								
	Сем. Euglenaceae								
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Отдел Chlorophyta								
	Сем. Clamydomonadaceae								
<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	+	-
	Сем. Chlorococcaceae								
<i>Chlorococcum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Сем. Characiaceae								
<i>Characium ornithocephalum</i> A. Br.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Сем. Botryococcaceae								
<i>Botryococcus</i> sp.	-	+	-	+	-	-	-	-	-
	Сем. Chlorellaceae								
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	-	+	+	+	+	-	-	-	-
	Сем. Oocystaceae								
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>O. solitaria</i> Wittr.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Сем. Selenastraceae								
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>M. griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	+	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>M. minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.	+	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Raphidocelis</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Сем. Scenedesmaceae								
<i>Didymocystis inconspicua</i> Korsch.	-	+	-	+	+	+	+	-	+
<i>D. planctonica</i> Korsch.	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	-	+	+	+	-	-	-	-	+
<i>S. microspina</i> Chod.	-	-	+	+	-	-	-	-	-

Наряду с цианобактериями типичными обитателями криофитона оз. Калач являются мелкоклеточные зеленые водоросли пор. *Chlorococcales* из родов *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Monoraphidium*, *Didymocystis*. Зеленые водоросли с относительно крупными клетками, например, *Botryococcus* sp. и *Characium ornithocephalum* встречаются гораздо реже.

Видовой состав найденных в криофитоне диатомовых водорослей беден. Центрические

диатомеи в планктоне озера представлены тремя видами, но из них только *Stephanodiscus minutulus* обнаруживается в криофитоне регулярно. Пеннатные диатомеи можно назвать случайными для криофитона видами, они были найдены 1–2 раза.

Из других отделов водорослей, найденных в криофитоне, существенное значение имеют только криптомонады. Во всех пробах найден *Cryptomonas* sp., регулярно встречался зимой 2011–2012 гг. *Chroomonas acuta*.

В доминирующем комплексе криофитона входят 6 видов: цианобактерии *Chroococcus* sp., *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis pulverea* и зеленые водоросли *Monoraphidium contortum*, *M. minutum*, *Raphidocelis* sp. Состав доминантов консервативен и мало изменяется в течение зимы. В пробах криофитона в число доминантов входят всего 2–3 вида, чаще всего это *Chroococcus* sp., *Merismopedia tenuissima* и *Raphidocelis* sp. В подледном фитопланктоне доминируют эти же виды водорослей и цианобактерий. Бедный состав доминантов отражает экстремальные условия обитания во льду, как известно, в группу доминантов обычно входят виды с широкими пределами толерантности к основным абиотическим факторам, а их доминирование усиливается в условиях сильного неблагоприятного внешнего воздействия [Бродский, 2007].

Отметим, что таксономический состав криофитона оз. Калач существенно отличается от автотрофных обитателей льда в обследованных озерах и реках [Bondarenko et al., 2012; Бондаренко и др., 2011; Ташлыкова, 2012; Юрьев, 1992]. Так в оз. Арахлей во льду были обнаружены цианобактерии, динофитовые и криптофитовые водоросли, а также донные диатомеи. В оз. Баунт, где развитие ледовых сообществ начинается в конце марта, в составе криофитона преобладают пикопланктонные цианобактерии, крупные динофлагелляты и центрические диатомеи [Бондаренко и др., 2011]. Во льду оз. Байкал в составе криофитона найдены представители пяти отделов водорослей, среди которых преобладают характерные виды байкальского фитопланктона (динофитовые и диатомовые водоросли) и автотрофные цианобактерии. Разница в составе криофитона обусловлена прежде всего различиями в составе фитопланктона, из которого он формируется. В оз. Калач фитопланктон имеет хлорококково-цианобактериальный характер в течение всего периода открытой воды. Именно из этого состава фитопланктона идет формирование криофитона, но не все виды способны вынести стрессовые условия длительного обитания во льду, и криофитон приобретает специфические черты.

Поскольку лед постоянно растет снизу вверх [Мельников, 1984], то организмы фитопланктона захватываются вместе с водой

и вмерзают в него, переходя в интерстициальную воду. Отбор наиболее подходящих для существования в криофитоне видов, обладающих высокой толерантностью к холоду, начинается позже, поэтому в середине ледяного покрова (отсюда и отбирались пробы криофитона) состав криофитона представляет собой уже результат отбора и представлен видами, которые могут существовать в интерстициальной воде ледового покрова. Крупноклеточные виды пенистых диатомей и перидиней в криофитоне оз. Калач встречаются редко и спорадически, так же как и в его фитопланктоне. Из эвгленовых водорослей, разнообразно представленных в планктоне озера (39 видов и разновидностей за весь период исследований), в криофитоне только однажды был найден *Trachelomonas volvocina*.

Подледный фитопланктон по сравнению с криофитоном характеризуется высоким видовым богатством и насчитывает 80 видов, разновидностей и форм водорослей и цианобактерий, относящихся к восьми отделам: Cyanoprokaryota – 18, Chrysophyta – 1, Dinophyta – 2, Xanthophyta – 1, Cryptophyta – 3, Bacillariophyta – 10, Euglenophyta – 9 и Chlorophyta – 37. Коэффициент флористического сходства Чекановского – Сёренсена между криофитоном и зимним фитопланктоном невысокий, его величина составляла 0,44 в 2010–2011 гг., а в 2011–2012 гг. – 0,41. Низкий уровень флористического сходства подтверждает наше предположение о том, что состав криофитона представляет собой результат отбора, происходящего при его формировании из фитопланктона.

Обилие криофитона в оз. Калач намного выше, чем подледного фитопланктона в это время. Общая численность криофитона превышает фитопланктон на 1–2 порядка, и зимой 2010–2011 гг. колебалась в пределах 243,68–453,03 млн кл./л. Зимой 2011–2012 гг. численность криофитона существенно снизилась (от 78,14 до 160,0 млн кл./л), хотя подледный фитопланктон был даже обильнее, чем предыдущей зимой. Динамика биомассы криофитона соответствует изменениям его численности. Наибольшую биомассу криофитон создавал зимой 2010–2011 гг. (в среднем по озеру $23,45 \pm 8,29$ г/м³), а зимой 2011–2012 гг. биомасса криофитона, как и его численность, существенно снизилась и колеба-

лась в пределах $3,35-11,97 \text{ г/м}^3$, составляя в среднем по озеру $8,70 \pm 3,70 \text{ г/м}^3$. В течение зимнего сезона обилие криофитона имеет тенденцию к возрастанию, а подледного фитопланктона, напротив, – к уменьшению (рис. 2, 3). Следует отметить, что нарастание в течение зимы толщины снежного покрова на льду озера (см. табл. 1) не препятствует обильному развитию криофитона.

Высокая численность как фитопланктона, так и криофитона, обусловлена интенсивной вегетацией доминирующих видов зеленых водорослей и цианобактерий. Представители других отделов водорослей существенной роли в формировании численности криофитона не играли, в среднем за сезон их доля колебалась от 0,01 до 0,37 %. В создании биомассы доля участия других отделов водорослей заметно выше. Зимой 2010–2011 гг. они (в основном это были криптонады) формировали от 13,59 до 38,51 % общей биомассы криофитона, но зимой 2011–2012 гг. их доля упала до 1,19 %.

Высокий уровень развития водорослей во льду характерен для всех исследованных водных объектов [Юрьев, 1992; Felip et al., 1995; Оболкина и др., 2000; Бордонский и др., 2003; Ташлыкова, 2012]. Как считают некоторые авторы [Бордонский и др., 2003], причины высокой скорости развития водорослей внутри льда еще до конца не выяснены и, возможно, связаны с природой физико-химичес-

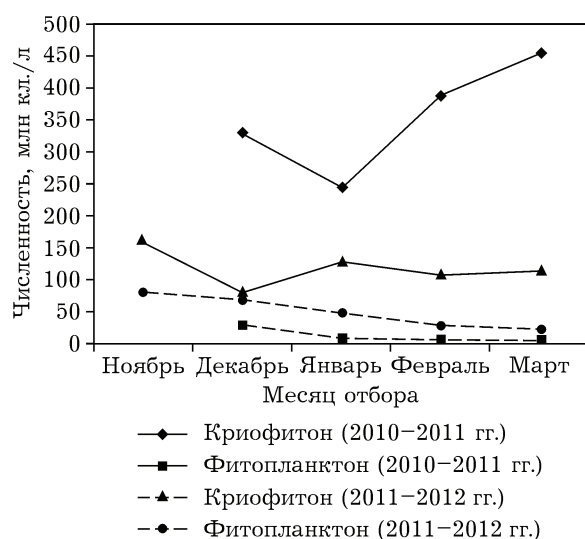


Рис. 2. Численность криофитона и подледного фитопланктона оз. Калач зимой 2010–2011 и 2011–2012 гг.

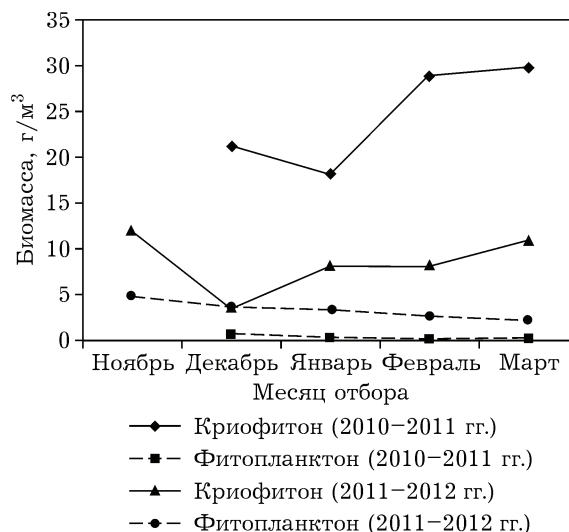


Рис. 3. Биомасса криофитона и подледного фитопланктона оз. Калач зимой 2010–2011 и 2011–2012 гг.

ких процессов, протекающих при его таянии. Несомненно, что высокий уровень продукции криофитона служит одним из механизмов обогащения водоемов органическим веществом.

По показателю биомассы фитопланктона оз. Калач относится к эвтрофно-политрофным водоемам, зимой разряд трофности снижается до олиго-мезотрофного. По показателям биомассы криофитона разряд трофности соответствовал эвтрофному. Таким образом, учет развития криофитона делает оценку трофического статуса водоема более точной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состав криофитона мелководного эвтрофно-политрофного озера, расположенного на юге Западной Сибири, представляет собой результат отбора, происходящего при его формировании из фитопланктона, что подтверждает и относительно низкий коэффициент флористического сходства Чекановского – Сёренсена. Высокое обилие, бедный видовой состав и упрощенная структура криофитона оз. Калач придают ему черты сходства с криофильными сообществами глубоководных озер, расположенных в более суровых климатических условиях. Но в отличие от этих озер, где криофитон имеет короткий срок существования, во льду оз. Калач водоросли и цианобактерии обитают всю зиму, наращивая свое обилие к концу сезона. Учет

показателей обилия криофитона делает более точной оценку трофического статуса водоема.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1952. 162 с.
- Барсукова Н. Н., Баженова О. П. Зимний фитопланктон реки Оми // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность: мат-лы Всерос. молодеж. конф. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. Кн. 5. С. 3–5.
- Бондаренко Н. А. Экология и таксономическое разнообразие планктонных водорослей в озерах горных областей Восточной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Борок, 2009. 46 с.
- Бондаренко Н. А., Белых О. И., Томберг И. В., Генкал С. И., Тихонова И. В., Логачева Н. Ф., Александров В. Н. Ледовые обитатели озер Байкальской рифтовой зоны: мат-лы IV конф. геокриологов России. М.: Университетская книга, 2011. С. 316–323.
- Бордонский Г. С., Бондаренко Н. А., Оболкина Л. А., Тимошкин О. А. Ледовые сообщества Байкала // Природа. 2003. № 7. С. 22–24.
- Бродский А. К. Общая экология. М.: Изд. центр “Академия”, 2007. 256 с.
- Гогорев Р. М. Состав, морфология и развитие диатомовых водорослей в Антарктике “летом” 2006–2007 гг.: мат-лы X Междунар. науч. конф. диатомологов стран СНГ. Минск, 2007. С. 65–66.
- Гогорев Р. М. Таксономический состав планктонных и ледовых водорослей в водах Антарктики (по результатам исследований в 2006–2007 гг.) // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 36–49.
- Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. молдавской сов. энциклопедии, 1990. 408 с.
- Иванов А. В., Юрьев Д. Н., Лебедев Ю. М. Криоперифитон в ледяном покрове р. Амур: материалы гляциологических исследований. М.: АН СССР, 1987. Т. 60. С. 184–188.
- Ильяш Л. В., Житина Л. С. Сравнительный анализ видового состава диатомовых водорослей льдов морей Российской Арктики // Журн. общ. биологии. 2009. Т. 70, № 2. С. 143–154.
- Коновалова О. А. Фитопланктон как индикатор экологического состояния водных экосистем городских ландшафтов (на примере г. Омска): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2011. 19 с.
- Корнева Л. Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2009. 47 с.
- Мельников И. А. Экосистема арктического дрейфующего льда // Биология Центрального Арктического бассейна. М.: Наука, 1980. С. 61–97.
- Мельников И. А. Живой лед // Природа. 1984. № 1. С. 68–77.
- Оболкина Л. А., Бондаренко Н. А., Дорощенко Л. Ф., Горбунова Л. А., Моложаева О. А. О находке криофильного сообщества в озере Байкал // Докл. РАН. 2000. Т. 371, № 6. С. 815–817.
- Оксиюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский П. Н., Линник П. Н., Кульменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–76.
- Ривьер И. К. Жизнь подо льдом // Природа. 1984. № 1. С. 77–80.
- Ташлыкочка Н. А. Состав, количественное развитие и вертикальное распределение водорослей льда озера Арахлей // Вода: химия и экология. 2012. № 9. С. 102–106.
- Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979. 168 с.
- Юрьев Д. Н., Лебедев Ю. М. Развитие ледового перифитона р. Амур в связи со световым фактором // Ботан. журн. 1988. Т. 73, № 11. С. 1546–1551.
- Юрьев Д. Н. Экология ледовых водорослей Нижнего Амура и их роль в экосистеме: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1992. 24 с.
- Bondarenko N. A., Belykh O. I., Golobokova L. P., Artemyeva O. V., Logacheva N. F., Tikhonova I. V., Lipko I. A., Kostornova T. Y., Parfenova V. V., Khodzher T. V., Tae-Seok Ahn, Young-Gun Zo. Stratified Distribution of Nutrients and Extremophile Biota within Freshwater Ice Covering the Surface of Lake Baikal // J. Microbiol. 2012. Vol. 50, N 1. P. 8–16.
- Felip M., Sattler B., Psenner R., Catalan J. Highly active microbial communities in the ice and snow cover of high mountain lakes // Appl. and environ. microbiol. 1995. Vol. 61, N 6. P. 2394–2401.

Cryophyton of Lake Kalatch (Omsk region)

O. P. BAZHENOVA, L. V. KORZHOVA

*P. A. Stolypin Omsk State Agrarian University
644008, Omsk, Institutskaja Sq., 2
E-mail: olga52@bk.ru*

Species composition and evolution dynamics of cyanobacteria and algae of Lake Kalatch (Omsk region) were studied. The studied cyanobacteria and algae proved to be highly abundant and had little floristic affinity to phytoplankton. Small-celled cyanobacteria and Chlorococcales predominated. The term “cryophyton” was suggested to describe photosynthetic organisms living in the ice.

Key words: cryophyton, under-ice phytoplankton, species composition, abundance, Lake Kalatch.