

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2019, 29(2): 141–154

<https://doi.org/10.15407/alg29.02.141>

БАЖЕНОВА О.П., ИГОШКИНА И.Ю., БАРСУКОВА Н.Н., КОРЖОВА Л.В.

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», кафедра экологии, природопользования и биологии, Институтская пл., 1, Омск 644008, Россия
olga52@bk.ru

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПЛАНКТОНЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ (РОССИЯ)

К настоящему времени в Красную книгу Омской области (Омского Прииртышья) не входит ни один вид водорослей. Высокий уровень антропогенной нагрузки на водные объекты региона требует пристального внимания к этому аспекту природоохранной деятельности. По данным многолетних (1998–2018 гг.) исследований фитопланктона рек, озер и городских водоемов Омского Прииртышья составлен предварительный Красный список видов водорослей, включающий 459 видовых и внутривидовых таксонов (ввт), найденных только в одном водном объекте региона. Редкие виды водорослей выделяли на основании частоты встречаемости и уровня угрозы существованию вида по категориям и критериям Красного списка Международного Союза охраны природы с учетом региональных особенностей. В число редких видов водорослей вошли представители всех отделов, найденных в планктоне водных объектов Омского Прииртышья: *Cyanobacteria*, *Cryptophyta*, *Miozoa*, *Ochrophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Charophyta*. Доля редких видов составляет 68,23% общего количества ввт (1149), идентифицированных к настоящему времени. Наибольшее количество редких видов первой категории (173 ввт) относится к отделу *Bacillariophyta*. Лидируют по количеству редких видов также *Euglenophyta* (65 ввт), *Cyanobacteria* (60 ввт) и *Chlorophyta* (57 ввт), что в целом соответствует значимости этих отделов в формировании таксономической структуры фитопланктона Омского Прииртышья. Максимальное количество редких видов водорослей найдено в планктоне городских водоемов (165 ввт) и трансграничной р. Иртыш (127 ввт). Озера лесной зоны региона наиболее богаты редкими видами водорослей из класса *Conjugatophyceae*. Притоки Иртыша характеризуются относительно высоким количеством редких видов *Xanthophyta* (р. Омь) и *Euglenophyta*. По географической приуроченности большинство редких видов (133 ввт или 67,2% общего количества с известным географическим распространением) относится к космополитам. На порядок ниже количество ввт, обитающих в Голарктике (30), бореальной (18) или циркумбореальной (14) областях. Предложены меры по охране водных объектов в регионе с учетом обитания в них редких видов водорослей.

К л ю ч е в ы е с л о в а : водоросли, Омская область, охрана, планктон, распространение, редкие виды

© Баженова О.П., Игошкина И.Ю., Барсукова Н.Н., Коржова Л.В., 2019

Введение

Сохранение биоразнообразия является одной из первоочередных задач на современном этапе развития человечества. Этот процесс начинается с составления таксономических списков живых организмов, входящих в ту или иную экосистему или обитающих на определенной территории. Из них выбирают виды, нуждающиеся в первоочередной охране. Вначале составляется список редких видов, из которого в дальнейшем формируется предварительный Красный список (ПКС) видов (Основы..., 2008; Комулайнен, 2009).

На следующем этапе виды водорослей, нуждающиеся в первоочередной охране, отбирают по системе категорий и критериев Международного союза охраны природы (МСОП), учитывающей не только уровень редкости вида, основанный на частоте встречаемости, но и уровень угрозы его существованию (Категории..., 2001).

Несмотря на острую проблему охраны пресноводных водорослей и водных ресурсов, она в России пока не разрешена. В последнюю официальную редакцию Красной книги Российской Федерации (2008) включены всего 5 видов пресноводных водорослей-макрофитов, тогда как в Красные книги регионов России входят около 100 видов пресноводных водорослей, в т. ч. микроскопических. Работа по выделению редких видов и апробации критериев для их включения в региональные Красные книги особенно активно ведётся в последние годы (Медведева, 2005; Патова и др., 2008; Комулайнен, 2009; Гельтман, 2017; Баженова, 2018; Гельтман и др., 2018; Селиванова, 2018).

Важнейшим природным потенциалом Омской области являются водные ресурсы. Все водные объекты области относятся к бассейну р. Иртыш, поэтому часто эту территорию называют Омским Прииртышьем (Земля..., 2006). Водоемы и водотоки региона подвергаются повышенному антропогенному воздействию, что требует особого внимания к мониторингу и охране их биоценозов. К настоящему времени в Красную книгу Омской области (Красная книга..., 2015) не внесен ни один вид водорослей, поэтому задача выделения редких видов для формирования предварительного Красного списка чрезвычайно актуальна.

Цель данной работы – установление особенностей распространения редких видов водорослей в планктоне водных объектов Омской области.

Материалы и методы

Для выделения редких видов использовали таксономический список водорослей Омского Прииртышья, составленный по результатам многолетних (1998–2018 гг.) исследований фитопланктона водных объектов региона (Баженова, 2005, 2017; Коновалова, 2011; Барсукова, Баженова, 2012; Коржова, 2013; Баженова, Игошкина, 2014; Кренц, 2017). Система водорослей, принятая в статье, основана на данных Algaebase (Guiry, Guiry, 2018). Всего было обследовано около 50 водных

объектов, в т. ч. р. Иртыш, его основные и второстепенные притоки, озера, расположенные в различных физико-географических зонах, городские водоемы Омска и Калачинска. Предварительный Красный список видов водорослей составлен с помощью балльной шкалы «Присутствие» согласно количественному определению градаций, рекомендованному Н.В. Кондратьевой и П.М. Царенко (Основы..., 2008):

- 1) вид крайне редкий – найден не более чем в 3% общего количества обследованных участков (учетных единиц);
- 2) вид очень редкий – найден в 3,1–5% учетных единиц;
- 3) вид редкий – найден в 5,1–10% учетных единиц;
- 4) вид относительно редкий – найден в 10,1–20% учетных единиц;
- 5) вид встречается часто, найден в 20,1–40% учетных единиц;
- 6) вид встречается очень часто, найден в 40,1–60% учетных единиц;
- 7) вид встречается чрезвычайно часто или повсеместно, найден более чем в 60% учетных единиц.

Соответствие частоты встречаемости вида градациям 1–3 свидетельствует о необходимости его включения в предварительный Красный список региона. Соответствие 4-й градации не исключает целесообразности такого включения в ближайшем будущем. Исходя из наших данных, отнесение вида к 1-й категории означает, что он встречен только в одном водном объекте, а виды, найденные в 2–3 водных объектах, относятся ко 2-й и 3-й категориям. Виды первых трех категорий мы рассматриваем под общим названием «редкие».

На следующем этапе виды водорослей, нуждающиеся в первоочередной охране, отбирали по системе категорий и критериев Красного списка МСОП (Категории..., 2001). С учетом рекомендаций по использованию этой системы на региональном уровне (Гельтман, 2017; Гельтман и др., 2018; Guidelines..., 2017) выделены такие категории видов, рекомендуемые к охране:

CR – находящиеся на грани полного исчезновения (critically endangered);

EN – исчезающие (endangered);

VU – уязвимые (vulnerable);

NT – находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому (near threatened).

Данные о географическом распространении видов или ввт, внесенных в ПКС, взяты из работы С.С. Бариновой и др. (2006).

Результаты и обсуждение

Согласно приведенным критериям шкалы «Присутствие», в число редких видов водорослей вошли представители всех отделов, найденных в планктоне водных объектов Омского Прииртышья: *Cyanobacteria*, *Cryptophyta*, *Miozoa*, *Ochrophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Charophyta*. Доля редких видов составила 68,23% общего количества таксонов (1045 видов или 1149 ввт), идентифицированных к настоящему времени (табл. 1). Наибольшее количество редких видов относится к

отделу *Bacillariophyta*, причем более половины диатомей (173 ввт) принадлежит к категории крайне редких видов, найденных только в одном водном объекте. Это обусловлено, прежде всего, тем, что в составе диатомей преобладают представители экологической группы случайно-планктонных водорослей, которые сами по себе достаточно редко встречаются в планктоне.

Таблица 1

Распределение редких видов водорослей из планктона водных объектов Омского Прииртышья по отделам (классам)

Отдел (класс)	Количество редких ввт (% общего количества ввт отдела/класса)		
	1-я категория	2-я и 3-я категории	Всего
<i>Cyanobacteria</i>	60 (36,8)	49 (30,1)	109 (66,9)
<i>Cryptophyta</i>	3 (27,3)	5 (45,4)	8 (72,7)
<i>Miozoa (Dinophyceae)</i>	6 (30,0)	9 (45,0)	15 (75,0)
<i>Ochromytha (Xanthophyceae)</i>	17 (53,1)	11 (34,4)	28 (87,5)
<i>Ochromytha (Chrysophyceae, Synurophyceae)</i>	28 (37,3)	26 (34,7)	54 (72,0)
<i>Euglenophyta</i>	65 (43,0)	48 (31,8)	113 (74,8)
<i>Bacillariophyta</i>	173 (53,6)	86 (26,6)	259 (80,2)
<i>Chlorophyta</i>	57 (20,3)	69 (24,6)	126 (44,8)
<i>Charophyta (Klebsormidiophyceae)</i>	—	1 (14,3)	1 (14,3)
<i>Charophyta (Conjugatophyceae)</i>	50 (58,1)	21 (24,4)	71 (82,6)
Всего	459	325	784

Лидирующие позиции по количеству редких видов 1–3 категории занимают также *Chlorophyta*, *Euglenophyta* и *Cyanobacteria*, что в целом соответствует значимости этих отделов в формировании таксономической структуры фитопланктона Омского Прииртышья (Баженова, Игошкина, 2018). Максимальная доля редких видов отмечена среди желтозеленых водорослей класса *Xanthophyceae* (рис. 1, 4), представители которых обычно являются редкими в планктоне большинства водных объектов России.

Chlorophyta по видовому богатству соперничают с диатомеями, в то же время среди них отмечена самая низкая доля редких видов 1-й категории – 20,3%. На рис. 2, 2–5 представлены некоторые виды *Chlorophyta*. Доля редких видов 1–3 категории в составе других отделов фитопланктона очень высокая и колеблется в пределах 66,9–87,5%, но для *Chlorophyta* она составляет всего 44,8%.

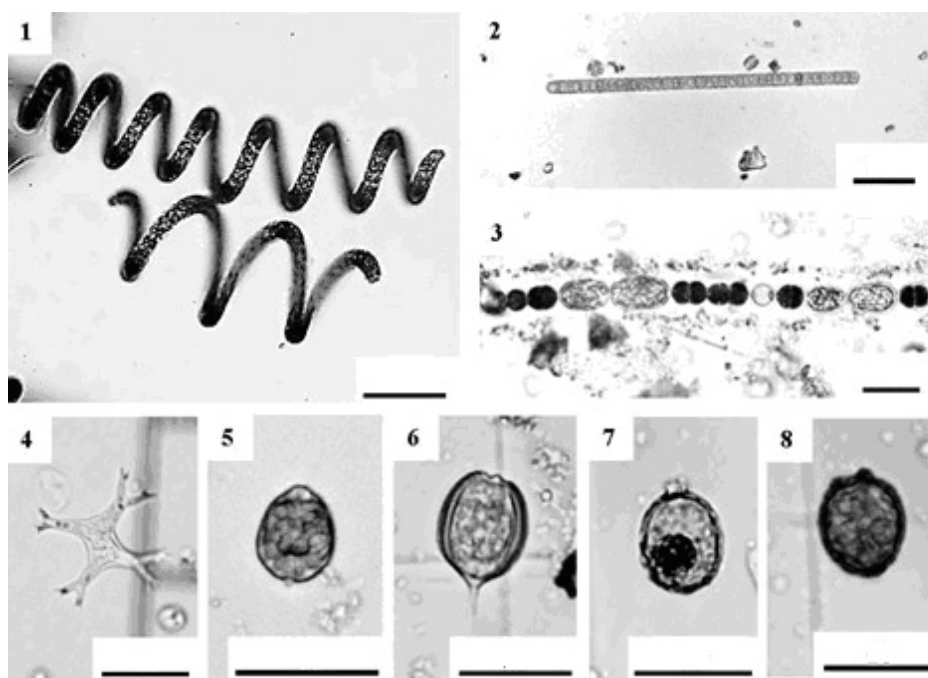


Рис. 1. Редкие виды водорослей из планктона водных объектов Омского Прииртышья: **Cyanobacteria:** 1 – *Arthrospira fusiformis* (Woron.) Komárek et Lund; 2 – *Phormidium tergestinum* (Kütz.) Anagn. et Komárek; 3 – *Dolichospermum scheremetieviae* f. *ovalispora* (Elenkin) Wacklin, Hoffmann et Komárek. **Xanthophyceae:** 4 – *Isthmochloron lobulatum* (Nägeli) Skuja. **Euglenophyta:** 5 – *Lepocinclis ovum* var. *conica* Allorge et Lefevre; 6 – *Phacus monilatus* var. *suecicus* Lemmerm.; 7 – *Trachelomonas scabra* Playfair; 8 – *Trachelomonas* aff. *scabra* var. *labiata* (Teiling) Hub.-Pest. Масштабная линейка: 25 мкм

Представители отдела широко распространены в различных водных объектах региона и достигают максимального обилия в летне-осенний период. Как известно, видовое богатство и интенсивная вегетация *Chlorophyta* часто связаны с высоким уровнем эвтрофирования водных объектов, весьма характерным для Омского Прииртышья (Баженова, Гульченко, 2017).

Таким образом, количество редких видов водорослей в планктоне водных объектов Омского Прииртышья, выделенных по критериям шкалы «Присутствие», составляет значительную долю их общего видового богатства. Поэтому необходим более строгий отбор критериев выделения редких видов. Поскольку соответствие частоты встречаемости вида градациям 1–3 свидетельствует о необходимости его включения в ПКС обследованного региона, в нашем случае объем последнего будет завышен. Кроме того, территория Омского Прииртышья составляет небольшую долю (8,6%) всей площади бассейна р. Иртыш, поэтому возможно занижение частоты встречаемости найденных нами видов.

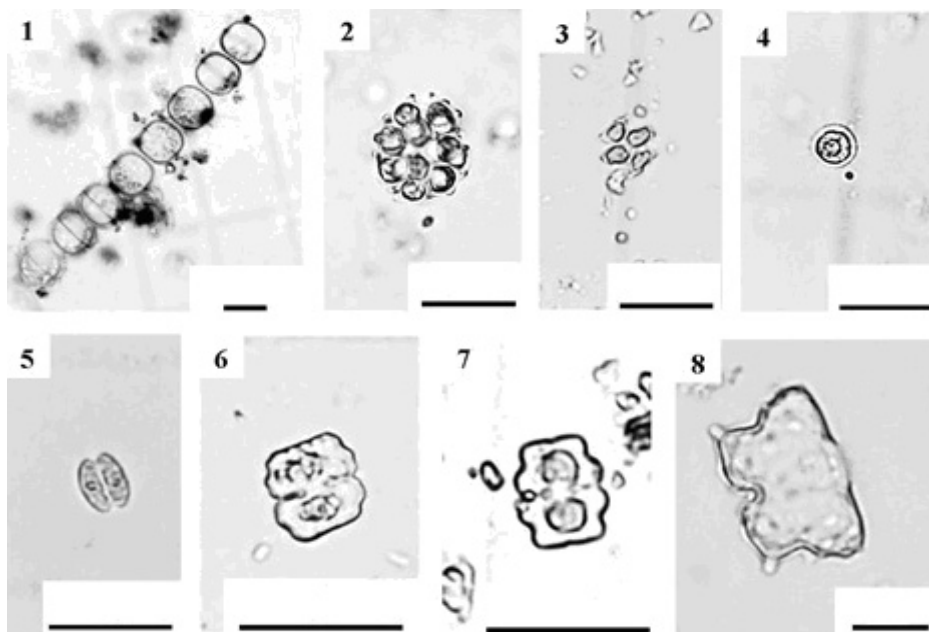


Рис. 2. Редкие виды водорослей из планктона водных объектов Омского Прииртышья: **Bacillariophyta**: 1 – *Melosira moniliformis* (O.Müll.) C.Agardh (фото О.О.Кренц); **Chlorophyta**: 2 – *Coelastrum pulchrum* Schmidle; 3 – *Dimorphococcus lunatus* A.Braun; 4 – *Golenkinia brevispina* Korschikov; 5 – *Tetradesmus incrassatus* (Bohlin) Wynne. **Charophyta**: 6 – *Cosmarium humile* var. *substriatum* (Nordst.) Schmidle; 7 – *Cosmarium quadratum* (Gay) De Toni var. *quadratum*; 8 – *Euastrum denticulatum* Gay (полуклетка, фото О.В. Анисимовой). Масштабная линейка: 1–7 – 25 мкм, 8 – 10 мкм

С учетом сказанного выше, мы рекомендуем ввести в предварительный Красный список только те виды водорослей, встречаемость которых в водных объектах Омского Прииртышья соответствует 1-й категории. В этом случае объем ПКС снизится до 459 ввт. Обширность списка предполагает, как указывает С.Ф. Комулайнен (2009), его ревизию и критический анализ.

Несомненно, исследования фитопланктона удаленных и труднодоступных водных объектов региона приведут к дальнейшему уменьшению объема Красного списка. К настоящему времени известны Красные списки водорослей и большего объема, но они сформированы для более обширных территорий. Например, ПКС водорослей Польши включает свыше 500 видов (Sieminska, 2006). Распространение редких видов в различных водных объектах региона или их группах имеет ряд особенностей (табл. 2).

Наибольшее количество редких видов водорослей 1-й категории обнаружено в планктоне городских водоемов. По сравнению с реками и озерами региона здесь найдено максимальное количество редких видов *Cyanobacteria* (рис. 1, 1–3), *Chrysophyta* и *Euglenophyta* (см. рис. 1, 5–8).

Только в городских водоемах обитают редкие виды *Cryptophyta* и наибольшее количество редких *Dinophyceae*. По количеству редких видов *Chlorophyta* городские водоемы уступают только р. Иртыш.

Таблица 2

Редкие водоросли 1-й категории из планктона водных объектов Омского Прииртышья

Отдел (класс)	Количество редких ввт 1-й категории (% общего количества ввт отдела/класса)				
	р. Иртыш	р. Омь	Другие при- токи Иртыша	Озера	Городские водоемы
<i>Cyanobacteria</i>	5 (3,1)	6 (3,7)	8 (4,9)	9 (5,5)	32 (19,6)
<i>Cryptophyta</i>	–	–	–	–	3 (27,3)
<i>Miozoa</i> (<i>Dinophyceae</i>)	–	–	–	1 (5,0)	5 (25,0)
<i>Ochrophyta</i> (<i>Xanthophyceae</i>)	1 (3,1)	10 (31,2)	1 (3,1)	2 (6,2)	3 (9,4)
<i>Ochrophyta</i> (<i>Chrysophyceae</i> , <i>Synurophyceae</i>)	4 (5,3)	5 (6,7)	1 (1,3)	4 (5,3)	14 (18,7)
<i>Euglenophyta</i>	11 (7,3)	7 (4,6)	13 (8,6)	4 (2,6)	30 (19,9)
<i>Bacillariophyta</i>	72 (22,3)	34 (10,5)	7 (2,2)	11 (3,4)	49 (15,2)
<i>Chlorophyta</i>	25 (8,9)	1 (0,4)	3 (1,1)	9 (3,2)	19 (6,8)
<i>Charophyta</i> (<i>Conjugatophyceae</i>)	9 (10,5)	5 (5,8)	7 (8,1)	19 (22,1)	10 (11,6)
Всего	127	68	40	59	165

По критериям МСОП, редкие виды, найденные в планктоне городских водоемов, относятся в основном к категории «Уязвимые» (Vulnerable), которые рассматриваются как «стоящие перед высоким риском исчезновения в дикой природе», так как водные объекты этого типа испытывают повышенное антропогенное воздействие. Исключение составляют редкие виды, найденные в Птичьей гавани, так как водоем находится на особо охраняемой природной территории регионального значения, где регулярно проводятся природоохранные мероприятия, что уже привело к улучшению его экологического состояния (Баженова, Игошкина, 2014).

Второе место по количеству редких видов водорослей 1-й категории занимает трансграничная р. Иртыш. Здесь найдено наибольшее количество редких *Chlorophyta* и *Bacillariophyta*. Это связано с тем, что в последнее время диатомовая флора реки изучалась более тщательно (Генкал и др., 2012; Баженова и др., 2017).

В других реках и озерах региона наличие редких видов водорослей существенно ниже. Наибольшее количество редких видов конъюгат (класс *Conjugatophyceae*) характерно для озер региона, расположенных в лесной зоне (см. рис. 2, 6–8). В р. Омь отмечено присутствие

значительного количества редких видов класса *Xanthophyceae*, а другие притоки р. Иртыш характеризуются относительно высоким количеством редких видов *Euglenophyta*, что связано с повышенным загрязнением их вод органическими веществами вследствие интенсификации хозяйственного использования (Барсукова, Баженова, 2012).

Поскольку охрана редких видов означает, прежде всего, сохранение их местообитаний, городские водоемы представляют собой наиболее уязвимую группу среди рассмотренных водных объектов. Главной причиной в сложившемся положении, несомненно, является высокий уровень антропогенной нагрузки, характерный для городских водоемов. Значение охраны Иртыша как трансграничной реки, испытывающей большую антропогенную нагрузку, становится актуальным.

Сведения о географической приуроченности имеются не для всех ввт, внесенных в ПКС, для большей половины (261 ввт или 56,9%) эти сведения отсутствуют. Из числа оставшихся ввт большинство относится к космополитам – 133 или 67,2% общего количества. На порядок ниже количество ввт, обитающих в Голарктике (30), бореальной (18) или циркумбореальной (14) областях. Полученные сведения помогут расширить имеющиеся представления о географической приуроченности отдельных видов водорослей.

Как известно, причисление вида к числу редких еще не означает необходимость его внесения в Красную книгу (Основы..., 2008). Редкий вид не всегда относится к числу исчезающих, в отдельных местах его популяции могут процветать. Примером тому служит популяция цианобактерии *Arthrospira fusiformis* (см. рис. 1, 1), вызывающей в летне-осенний период «цветение» воды в небольшом (площадь водного зеркала 0,03 км²) мелководном оз. Соленом, расположенном на территории г. Омска (Баженова, Коновалова, 2012). *Arthrospira fusiformis* отнесена к категории «уязвимые виды» – VU D2, область обитания которых «составляет обычно менее чем 20 км² или состоит обычно не более чем из 5 локалитетов, что способно под воздействием антропогенных или случайных факторов привести к критическому состоянию или даже к исчезновению таксона за небольшой период времени в будущем» (Категории..., 2001). Хотя этот вид впервые был найден и описан Н.Н. Ворониным (под названием *Spirulina fusiformis* Woron.) при исследовании соленых озер Кулундинской степи (Воронихин, 1934), до недавнего времени единственным известным его местообитанием в Сибири было оз. Соленое, а в 2017 г. этот вид был обнаружен в оз. Алтайском (Республика Хакасия), где также вызывал «цветение» воды (Макеева, Осипова, 2018).

Использование этого ценного в хозяйственном отношении вида (Баженова и др., 2012) возможно при условии создания чистой культуры, используемой в производственных масштабах, при этом изъятие ничтожной части популяции из озера в этих целях не нанесет ущерба ее существованию в природе. В связи с угрозой загрязнения и обмеления оз. Соленого в настоящее время рассматривается вопрос о

создании на нем особо охраняемой природной территории регионального значения.

Интересные находки редких видов обнаружены и в других соленых озерах Омского Прииртышья. Например, в мелководном высокоминерализованном (28 г/дм³) оз. Райнфельд (площадь около 4,8 км²) лесостепной зоны впервые для региона был найден планктонно-бентосный галофильный космополитный вид *Melosira moniliformis* (см. рис. 2, 1). Он распространен в морях всех континентов (Guiry, Guiry, 2018), но в России встречается редко; был найден в минерализованных озерах Тывы (Науменко, 2001), на юге Дальнего Востока (Медведева, Никулина, 2014) и на о-ве Беринга (Potarova, 2014). Численность *M. moniliformis* в оз. Райнфельд не превышала 10 тыс. кл./л в пробах. Из-за угрозы обмеления озера, возникшей в последние маловодные для региона годы, *M. moniliformis* отнесен к категории «уязвимые виды» – VU D2.

Заключение

Многолетние и систематические исследования фитопланктона водных объектов Омской обл. позволили выделить из общего таксономического списка редкие и нуждающиеся в охране виды водорослей. В предварительный Красный список водорослей вошли крайне редкие виды 1-й категории (459 ввт), найденные только в одном водном объекте региона.

Наибольшее количество редких видов относится к отделу *Bacillariophyta*, за ними следуют *Chlorophyta*, *Euglenophyta* и *Cyanobacteria*, что в целом соответствует значимости этих отделов в формировании таксономической структуры фитопланктона Омского Прииртышья.

По количеству редких видов водорослей, найденных в планктоне водных объектов, первое место занимают городские водоемы, второе – трансграничная р. Иртыш. Поскольку охрана редких видов означает, прежде всего, сохранение их местообитаний, наиболее значимую категорию охраняемых водных объектов в регионе составляют городские водоемы и р. Иртыш.

Работа по выделению и изучению редких видов водорослей в водных объектах региона будет продолжаться, ее результаты помогут дать обоснованные рекомендации по внесению некоторых видов в Красную книгу Омской области. Высокий уровень антропогенной нагрузки на водные объекты региона в настоящее время требует пристального внимания к этому аспекту природоохранной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баженова О.П. 2005. *Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока*. Омск: ФГБОУ ВПО ОмГАУ. 248 с.
- Баженова О.П. 2017. Фитопланктон и экологическое состояние озер лесной зоны Омского Прииртышья. *Сиб. экол. журн.* 10(3): 276–286.

- Баженова О.П. 2018. Редкие виды водорослей в планктоне водных объектов Омского Прииртышья. В кн.: *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*: Мат. XVII междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 24–27 мая 2018 г.). Барнаул: АлтГУ. С. 12–15.
- Баженова О.П., Гульченко Я.И. 2017. Многолетние изменения фитопланктона среднего течения реки Иртыш (Омск, Россия). *Альгология*. 27(1): 84–98. <https://doi.org/10.15407/alg27.01.084>
- Баженова О.П., Игошкина И.Ю. 2014. *Фитопланктон и экологическое состояние водоема природного парка «Птичья гавань» (г. Омск)*. Омск: Вариант-Омск. 160 с.
- Баженова О.П., Игошкина И.Ю. 2018. Видовой состав и таксономическая структура фитопланктона Омского Прииртышья. В кн.: *Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге*: Мат. IV Всеросс. науч. конф. (Санкт-Петербург, 24–28 сент. 2018 г.). СПб.: Реноме. С. 30–34.
- Баженова О.П., Коновалова О.А. 2012. Фитопланктон озера Соленого (г. Омск) как перспективный источник биоресурсов. *Сиб. экол. журн.* 19(3): 375–382.
- Баженова О.П., Байсова Б.Т., Исергепова А.Б., Коновалова О.А. 2012. Элементный состав, кормовая ценность и запасы фитомассы артроспиры (*Cyanoprokaryota*) в озере Соленом (г. Омск). В кн.: *Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона*: Мат. IV Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 26–27 апреля 2012 г.). Омск: ОмГПУ. С. 186–190.
- Баженова О.П., Шкилев Т.Э., Глушенко А.М., Гульченко Я.И., Куликовский М.С. 2017. Диатомовые водоросли (*Fragilariophyceae*) в планктоне среднего течения реки Иртыш. *Бот. журн.* 102(7): 901–908.
- Барнинова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель-Авив: Pilies Stud. 498 с.
- Барсукова Н., Баженова О. 2012. *Фитопланктон и экологическое состояние притоков среднего Иртыша*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Acad. Publ. GmbH & Co.KG. 151 с.
- Воронихин Н.Н. 1934. К биологии минерализованных водоемов Кулундинской степи. *Труды СОПС АН СССР*. Сер.: Сибирская. 1(8): 177–183.
- Гельтман Д.В. 2017. Категории статуса редкости в Красных книгах. *Бот. журн.* 102(7): 875–888.
- Гельтман Д.В., Гимельбрант Д.Е., Конечная Г.Ю., Коткова В.М., Лукницкая А.Ф., Потемкин А.Д., Сафронова Т.В., Смирнова С.В., Степанчикова И.С., Андреев М.П., Белякова Р.Н., Больдина О.Н., Гагарина Л.В., Глазкова Е.А., Гогорев Р.М., Доронина А.Ю., Дорошина Г.Я., Ефимов П.Г., Жакова Л.В., Катаева О.А., Ковальчук Н.А., Кузнецова Е.С., Михайлова Т.А., Морозова О.В., Новожилов Ю.К., Попов Е.С., Сорокина И.А., Спирин В.А. 2018. Виды сосудистых растений, мохообразных, водорослей, лишайников, грибов и миксомицетов, нуждающиеся в региональной охране на территории Ленинградской области. *Бот. журн.* 103(6): 764–811.
- Генкал С.И., Баженова О.П., Митрофанова Е.Ю. 2012. Центрические диатомовые водоросли (*Centrophyceae*) водоемов и водотоков бассейна среднего участка реки Иртыш. *Биол. внутр. вод.* 5(1): 5–14.

- Земля, на которой мы живем. Природа и природопользование Омского Прииртышья. 2006. Ред. В.Н. Русаков. Омск: Манифест. 575 с.
- Категории и критерии Красного списка МСОП. Версия 3.1. 2001. Перевод с англ. Гланд. 48 с. [http://www.iucnredlist.org/documents/RedListCats Crit](http://www.iucnredlist.org/documents/RedListCatsCrit)
- Комулайнен С.Ф. 2009. Пресноводные водоросли в Красных книгах: состояние и проблемы. Труды Карел. НЦ РАН. 1: С. 57–61.
- Коновалова О.А. 2011. Фитопланктон как индикатор состояния водных экосистем городских ландшафтов (на примере г. Омска): Дис. ... канд. биол. наук. Омск. 164 с.
- Коржова Л.В. 2013. Оценка экологического состояния озера Калач (г. Калачинск, Омская область) по показателям развития фитопланктона: Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 135 с.
- Красная книга Омской области. 2015. Ред. Г.Н. Сидоров, Н.В. Пликина. Омск: ОмГПУ. 636 с.
- Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. 2008. М.: Астрель. 862 с.
- Кренц О.О. 2017. Фитопланктон и экологическое состояние разнотипных озер лесостепной зоны Омского Прииртышья: Дис. ... канд. биол. наук. Тюмень. 148 с.
- Макеева Е.Г., Осипова Н.В. 2018. Видовой состав цианопрокариот озера Алтайское (Республика Хакасия). В кн.: Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Мат. XVII междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 24–27 мая 2018 г.). Барнаул: АлтГУ. С. 95–100.
- Медведева Л.А. 2005. К вопросу о составлении предварительного «Красного» списка пресноводных водорослей Приморского края. В кн.: Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток. С. 246–254.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. 2014. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 271 с.
- Науменко Ю.В. 2001. Первые сведения о фитопланктоне озера Убсу-Нур (Тыва, Россия). Сиб. бот. журн. 3(2): 82–87.
- Основы альгосозологии. 2008. Ред. Н.В. Кондратьева, П.М. Царенко. Киев. 480 с.
- Патова Е.Н., Шабалина Ю.Н., Стерлягова И.Н. 2008. Редкие виды водорослей-макрофитов, рекомендуемые к внесению в Красную книгу Республики Коми. В кн.: Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Мат. Всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сент. 2008 г.). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. Ч. 2. С. 68–70.
- Селиванова О.Н. 2018. Научные и правовые проблемы выбора видов водорослей-макрофитов для региональных Красных книг. В кн.: Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Мат. IV Всерос. науч. конф. (Санкт-Петербург, 24–28 сент. 2018 г.). СПб.: Реноме. С. 392–397.
- Guidelines for using IUCN Red list categories and criteria. 2017. Version 13. 108 p. <http://cms.docs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf>
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2018. AlgaeBase. World electronic publication. Nat. Univ. Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Potapova M. 2014. Diatoms of Bering Island, Kamchatka, Russia. Nova Hedw. 143: 63–102. <http://doi.org/10.1127/1438-9134/2014/004>

Sieminska J. 2006. Red list of algae in Poland. In: *Red List of Plants and Fungi in Poland*. Eds Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Szelag. Krakow. Pp. 37–52.

Поступила 07.11.2018

Подписал в печать С.И. Генкал

REFERENCES

- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anissimova O.V. 2006. *Biodiversity of algae-indicators of environment*. Tel-Aviv: Pil. Stud. 498 p. [Rus.]
- Barsukova N., Bazhenova O. 2012. *Phytoplankton and ecological condition of the tributaries of the middle Irtysh*. LAP LAMBERT Acad. Publ. GmbH & Co, KG. 151 p. [Rus.]
- Bazhenova O.P. 2005. *Phytoplankton Upper and Middle Irtysh in a Regulated Flow*. Omsk: FGOU VPO OmGAU. 248 p. [Rus.]
- Bazhenova O.P. 2017. Phytoplankton and ecological status of forest lakes in the Omsk Priirtyshye. *Cont. Probl. Ecol.* 10(3): 240–249. <http://doi.org/10.1134/S1995425517030027>
- Bazhenova O.P. 2018. In: *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia: Mat. XVII Int. Conf. Barnaul*. Pp. 12–15. [Rus.]
- Bazhenova O.P., Gulchenko Ya.I. 2017. Long-term succession of the phytoplankton of the Irtysh River middle flow. *Int. J. Algae.* 19(1): 85–98. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v19.i1.80>
- Bazhenova O.P., Igoshkina I.Yu. 2014. *Phytoplankton and ecological condition of the water body Natural Park Bird Harbour (Omsk)*. Omsk:Variant-Omsk. 160 p. [Rus.]
- Bazhenova O.P., Igoshkina I.Yu. 2018. In: *Algae: Problems of Taxonomy, Ecology and Use in Monitoring: Mat. IV All-Rus. Sci. Conf. SPb*. Pp. 30–34. [Rus.]
- Bazhenova O.P., Konovalova O.A. 2012. Phytoplankton of Lake Solenoye (Omsk) as a promising source of bioresources. *Siber. Ecol. J.* 19(3): 375–382.
- Bazhenova O.P., Baisova B.T., Icergepova A.B., Konovalova O.A. 2012. In: *Ecological and economic efficiency of natural management at the present stage of development of the West-Siberian region: Mat. IV Int. sci.-pract. conf. Omsk*. Pp. 186–190. [Rus.]
- Bazhenova O.P., Shkilev T.E., Glushchenko A.M., Gulchenko Ya.I., Kulikovskiy M.S. 2017. Diatoms (*Fragilariophyceae*) in plankton from the middle part of Irtysh River. *Bot. J.* 102(7): 901–908. <http://doi.org/10.1134/S0006813617070031>
- Fundamentals of Algosozology*. 2008. Eds N.V. Kondratyeva, P.M. Tsarenko. Kyiv. 480 p. [Rus.]
- Geltman D.V. 2017. Rare status categories in the Red Books. *Bot. J.* 102(7): 875–888.
- Geltman D.V., Gimelbrant D.E., Konechnaya G.Yu., Kotkova V.M., Luknitskaya A.F., Potemkin A.D., Safronova T.V., Smirnova S.V., Stepanchikova I.S., Andreev M.P., Belyakova R.N., Boldina O.N., Gagarin L.V., Glazkova E.A., Gogorev R.M., Doronin A.Yu., Doroshina G.Ya., Efimov P.G., Zhakova L.V., Kataev O.A., Kovalchuk N.A., Kuznetsova E.S., Mikhailova T.A., Morozova O.V., Novozhilov Yu.K., Popov E.S., Sorokina I.A., Spirin V.A. 2018. Vascular Plants, Bryophytes, Algae, Lichens, Fungi and Slime Molds Needed in Regional Conservation Measures in the Leningrad Region. *Bot. J.* 103(6): 764–811.

- Genkal S.I., Bazhenova O.P., Mitrofanova E.Yu. 2012. Centric Diatom Algae (*Centrophyceae*) in Waterbodies and Water Courses of the Middle Irtysh Basin. *Inland Wat. Biol.* 5(1): 1–10. <https://doi.org/10.1134/S199508291201004X>
- Guidelines for using IUCN Red list categories and criteria.* 2017. Version 13. 108 p. <http://cms.docs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf> (Accessed 15 December 2018).
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. Nat. Univ. Ireland, Galway [ghttp://www.algaebase.org/browse/taxonomy](http://www.algaebase.org/browse/taxonomy) (Accessed 05 December 2018).
- IUCN Red List Categories and Criteria (version 3.1).* 2001. <http://www.redbook.ru/msop.htm> [Rus.] (Accessed 10 December 2018).
- Komulainen S.F. 2009. Freshwater Algae in Red Data Books: State-of-the-Art and problems. *Trudy Karel. Res. Centre RAS.* (1): 57–61.
- Konovalova O.A. 2011. *Phytoplankton as an Indicator of the State of Aquatic Ecosystems of Urban Landscapes (using the example of Omsk)*: PhD (Biol.). Abstract. Omsk. 164 p. [Rus.]
- Korzhova L.V. 2013. Assessment of the Ecological Status of Kalach Lake (Kalachinsk, Omsk region) in Terms of Phytoplankton Development: PhD (Biol.). Abstract. Novosibirsk. 135 p. [Rus.]
- Krents O.O. 2017. Phytoplankton and ecological state of different types of lakes in the forest-steppe zone of Omsk Priirtyshiyе: PhD (Biol.). Abstract. Tyumen. 148 p. [Rus.]
- Makeeva E.G., Osipova N.V. 2018. In: *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia*: Mat. XVII Int. Conf. Barnaul. Pp. 95–100. [Rus.]
- Medvedeva L.A. 2005. In: *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*: Mat. Int. Conf. Vladivostok. Pp. 246–254. [Rus.]
- Medvedeva L.A., Nikulina T.V. 2014. *Catalogue of freshwater algae of the southern part of the Russian Far East*. Vladivostok: Dalnauka. 271 p. [Rus.]
- Naumenko Yu.V. 2001. The first information about the phytoplankton of Lake Ubsu-Nur (Tuva, Russia). *Sib. Bot. J.* 3(2): 82–87.
- Patova E.N., Schabalina Yu.N., Sterlyagova I.N. 2008. In: *Fundamental and applied problems of botany in the beginning of the XXI century*: Mat. All-Russian Conf. (Petrozavodsk, Sept. 22–27, 2008). Petrozavodsk: Karel. Sci. Center Rus. Acad. Sci. Pt 2. Pp. 68–70. [Rus.]
- Potapova M. 2014. Diatoms of Bering Island, Kamchatka, Russia. *Nova Hedw.* 143: 63–102. <http://doi.org/10.1127/1438-9134/2014/004>
- Red Book of Omsk Region.* 2015. Eds G.N. Sidorov, N.V. Plikina. Omsk: OmGPU. 636 p. [Rus.]
- Red Book of the Russian Federation. Plants and Fungi.* 2008. Moscow: Astrel. 862 p. [Rus.]
- Selivanova O.N. 2018. In: *Algae: Problems of Taxonomy, Ecology and Use in Monitoring*: Mat. IV All-Russian Sci. SPb. Pp. 392–397. [Rus.]
- Sieminska J. 2006. Red List of Algae in Poland. In: *Red List of Plants and Fungi in Poland*. Eds Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Szlag. Krakow. Pp. 37–52.
- The land on which we live. Nature and environmental management of the Omsk Priirtyshiyе.* 2006. Omsk: Manifest. 575 p. [Rus.]
- Woronichin N.N. 1934. To the biology of the mineralized reservoirs of the Kulunda steppe. *Trudy SOPS AN USSR. Ser. Sibirskaya.* 1(8): 177–183.

Bazhenova O.P., Igoshkina I.Yu., Barsukova N.N., Korzhova L.V.

P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University,
Dept Ecology, Natural Management and Biology,
1 Institute Sq., Omsk 644008, Russia

FEATURES IN THE DISTRIBUTION OF RARE ALGAE SPECIES IN PLANKTON OF WATER BODIES IN OMSK PRIIRTYSHIYE (RUSSIA)

By now, the Red Book of the Omsk Region (Omsk Priirtyshiye) does not include any species of algae. The high level of anthropogenic load exerted on the water bodies of the region requires close attention to this aspect of environmental activities. According to the multi-year research (1998–2018) of the phytoplankton of rivers, lakes and urban water bodies of the Omsk Priirtyshiye, a preliminary Red List of Algae species was composed, including 459 species and intraspecific taxa (ist) found only in one water object of the region. Rare algae species were identified on the basis of the frequency of occurrence and the level of threat to the existence of the species by categories and criteria of the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), taking into account regional features. Among the rare algae species are representatives of all algal groups found in the plankton of water bodies of the Omsk Priirtyshiye – *Cyanobacteria*, *Cryptophyta*, *Miozoa*, *Ochrophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* and *Charophyta*. The fraction of rare species was 68.23% of the total number of ist (1149) identified by now. The largest number of rare species of the first category (173 ist) belongs to the *Bacillariophyta*. The leading positions in the number of rare species are also occupied by *Euglenophyta* (65 ist), *Cyanobacteria* (60 ist) and *Chlorophyta* (57 ist), which generally corresponds to the importance of these groups in the formation of the phytoplankton taxonomic structure of the Omsk Priirtyshiye. The maximum number of rare algae species was found in the plankton of urban water bodies (165 ist) and the transboundary Irtysh River (127 ist). The forest area lakes of the region are richest in rare algae from the class *Conjugatophyceae*. The Irtysh tributaries are characterized by a high number of rare species of the *Xanthophyta* (Om River) and *Euglenophyta*. By geography, the majority of rare species (133 ist or 67.2% of the total number with known geographic distribution) belong to cosmopolitans. By an order of magnitude smaller the number of sit dwelling in the Holarctic (30), boreal (18) or circumboreal (14) areas. Proposed measures to protect water bodies in the region, taking into account the habitat of rare algae species.

Key words: algae, distribution, Omsk Region, plankton, protection, rare species