

УДК 581.9(574.21):582.271

Т.В. Свириденко
Б.Ф. Свириденко

T.V. Sviridenko
B.F. Sviridenko

РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И ФИТОИНДИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *CHARA KIRGHISORUM* (CHAROPHYTA) НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЕ И КАЗАХСКОМ МЕЛКОСОПОЧНИКЕ

DISTRIBUTION, ECOLOGY AND PHYTOINDICATION PROFILE OF *CHARA KIRGHISORUM* (CHAROPHYTA) IN THE WEST SIBERIAN PLAIN AND THE KAZAKH UPLANDS

Выполнен анализ материалов авторских исследований и литературных данных о редком виде харовых водорослей – *Chara kirghisorum* Lessing emend. Hollerbach, известном в водных объектах степной зоны Западно-Сибирской равнины и прилегающих районов Казахского мелкосопочника. Популяции *Ch. kirghisorum* отмечены в озерах, малых реках, водохранилищах в диапазоне глубин от 0,1 до 5,0–7,0 м. Они сформированы на темно-серых и черных илах, на чистых и слабо заиленных песках, заиленной глине, на камнях, гравии, щебне с небольшим количеством ила. Эктопы *Ch. kirghisorum* отличаются пресной водой с минерализацией 0,3–0,9 г/дм³ и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым, гидрокарбонатно-натриево-магниевым, гидрокарбонатно-кальциево-натриевым, гидрокарбонатно-кальциевым составом. Общая жесткость воды находится в пределах 2,6–6,5 мг-экв/дм³, pH составляет 7,2–8,7.

Флористический состав ценокомплекса *Ch. kirghisorum* включает 23 вида, в том числе 14 видов цветковых гидрофитов (61 %), 8 видов макроскопических водорослей (35 %), 1 вид мхов (4 %). Вид *Ch. kirghisorum* участвует в сложении преимущественно стабильных сообществ – фитоценозов (93 % от числа анализируемых группировок), проявляя стратегию пациента. Проективное покрытие *Ch. kirghisorum* в группировках достигает 15–85 %. В ценокомплексе *Ch. kirghisorum* установлено 4 ассоциации и 1 ация, которые относятся к 4 формациям, 1 классу гелофитных формаций и 1 подтипу пресноводной макрофитной растительности.

Вид *Ch. kirghisorum* является типично пресноводным олиготрофным олигосапробным представителем отдела Charophyta, индикатором пресных чистых вод. Наличие устойчивых фитоценозов *Ch. kirghisorum* свидетельствует о благополучном экологическом состоянии гидроэкотопов. Уникальные популяции *Ch. kirghisorum* в озерах Большое Чебачье, Щучье, Жаксы-Жалгызтоу на Казахском мелкосопочнике и в водохранилище-охладителе Экибастузской ГРЭС–2 на южной окраине Западно-Сибирской равнины нуждаются в охране на территории Республики Казахстан.

В связи с относительно редкой встречаемостью видов харовых водорослей (Charophyta) накопление новых данных о представителях этого отдела в ряде регионах северной Азии происходит очень медленно. Несмотря на продолжительную историю изучения харофитов на Западно-Сибирской равнине и Казахском мелкосопочнике, информация об этой группе водорослей остается недостаточной. До настоящего времени для этой территории не разработаны меры охраны харовых водорослей и их сообществ, ни один представитель этой группы низших растений не включен в региональные Красные книги. Целью настоящей работы является обобщение собственных материалов и литературных данных о распространении, экологии, цено-тическом значении и индикационных свойствах *Chara kirghisorum* – редкого вида харовых водорослей на Западно-Сибирской равнине и прилегающей части Казахского мелкосопочника.

Хара киргизская *Chara kirghisorum* Lessing emend. Hollerbach – редкий на Западно-Сибирской равнине вид. В настоящее время известно всего 3 местонахождения этого вида на юге степной зоны. Впервые для этой территории М. М. Голлербах (1940) включил *Ch. kirghisorum* в список видов Верхнетобольского флористического района без указания конкретных местонахождений. Позже К. В. Доброхотова (1953) отметила распространение *Ch. kirghisorum* в водоемах Наурзумского заповедника в Тургайской ложбине стока вблизи юго-западной окраины Западно-Сибирской равнины (рис. 1).

Авторские полевые исследования харовых водорослей на Западно-Сибирской равнине и Казахском мелкосопочнике выполнены в 1982–2013 гг. Работы проводились в Тюменской области (включая Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа), в Омской, Новосибирской областях Российской Федерации, в северных областях Республики Казахстан. В этот период в степной, лесостепной, лесной и лесотун-

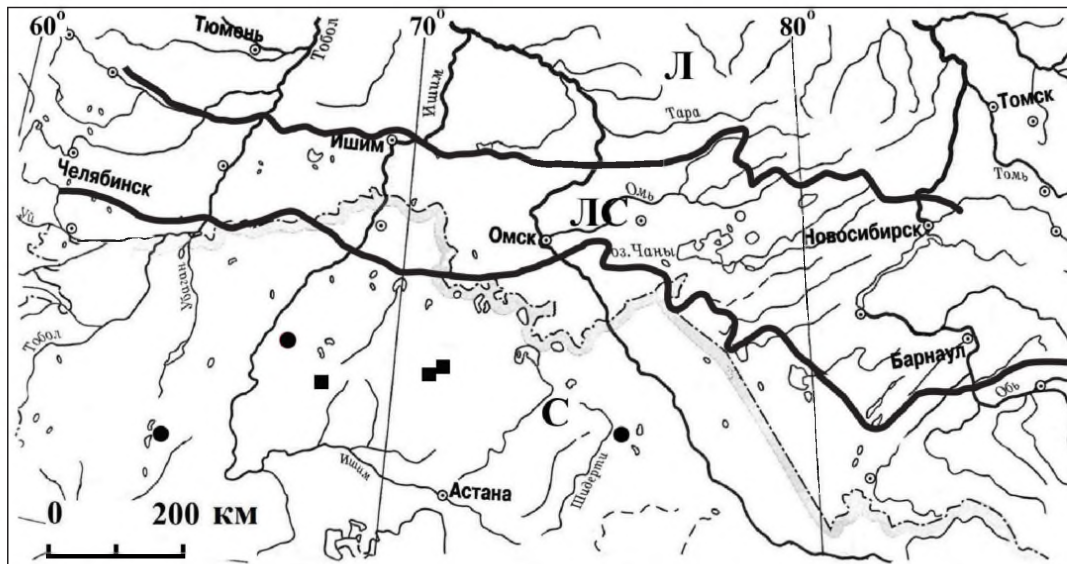


Рис. 1. Местонахождения *Chara kirghisorum* на Западно-Сибирской равнине (●) и Казахском мелкосопочнике (■). Ботанико-географические зоны: С – степная, ЛС – лесостепная, Л – лесная. Границы зон выделены черными линиями

дровой ботанико-географических зонах было обследовано по 80–250 разнотипных водных объектов. За весь период на Западно-Сибирской равнине популяции *Ch. kirghisorum* обнаружены в двух пунктах Республики Казахстан: в среднем течении р. Иманбурлук (правый приток р. Ишим, Кокчетавская обл.) (Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., 1995; Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., 2009; Свириденко Б.Ф., 2000) и в водохранилище-охладителе Экибастузской ГРЭС–2, построенном в котловине оз. Туздысор (Павлодарская обл.) (Свириденко Б.Ф., и др., 2012, 2013) (рис. 2 а, б). На Казахском мелкосопочнике популяции *Ch. kirghisorum* обнаружены в озерах Большое Чебачье, Щучье, Жаксы-Жалгызтоу (Кокчетавская обл.) (Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., 1990; Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., 2009) (рис. 3 а, б). В районах местонахождений популяций *Ch. kirghisorum* суммарная солнечная радиация составляет, согласно справочнику (Мячкова, 1983), не менее 105–120 ккал/см² в год.



Рис. 2. Образцы талломов *Chara kirghisorum* из водных объектов Западно-Сибирской равнины: а – из р. Иманбурлук (глубина 0,1–0,2 м), б – из водохранилища Экибастузской ГРЭС–2 (глубина 1,0–2,0 м)



Рис. 3. Образцы талломов *Chara kirghisorum* из водных объектов Казахского мелкосопочника: а – из оз. Большое Чебачье, б – из оз. Щучье

В ходе исследований были получены данные о глубине распространения вида, проведено визуальное описание грунтов, определена активная реакция воды и выполнен химический анализ проб воды из местообитаний вида по стандартным методикам (Руководство ..., 1977; Унифицированные ..., 1978). Составлено 15 геоботанических описаний растительных группировок с участием *Ch. kirghisorum*, которые классифицированы в соответствии с доминантно-эдификаторным методом. Названия видов-гидрофитов из разных отделов приведены в настоящей статье по работам R.D. Wood, K. Imahori (1965), Л.М. Зауера (1980), М.М. Голлербаха, Л.К. Красавиной (1983), М.С. Игнатова, О.М. Афониной (1992), С.К. Черепанова (1995).

Согласно полученным материалам, на Западно-Сибирской равнине *Ch. kirghisorum* обитает в заливах рек и водохранилищ в диапазоне глубин от 0,1–0,5 м до 2,0–3,0 м. Вид растет массово на темно-серых и черных илах, на чистых и заиленных песках, заиленной глине. Минерализация воды в экотопах вида находилась в пределах 0,4–0,9 г/дм³. По составу основных ионов вода соответствовала хлоридно-гидрокарбонатному классу группы натрия. Общая жесткость составляла 3,1–6,5 мг-экв/дм³, рН 7,2–8,0. На Казахском мелкосопочнике вид отмечен в озерах на глубине до 5,0–7,0 м. Экотопы *Ch. kirghisorum* отличались минеральными грунтами с преобладанием крупных фракций (камни, гравий, щебень, песок с небольшим количеством ила). Вода в озерах являлась пресной (минерализация 0,30–0,72 г/дм³), гидрокарбонатно-натриево-магниевой, гидрокарбонатно-кальциево-натриевой, гидрокарбонатно-кальциевой. Общая жесткость составляла 2,6–6,0 мг-экв/дм³, рН 7,2–8,7. Высота талломов *Ch. kirghisorum* составляла 5–25 см.

С учетом полученных сведений об экологии и морфо-биологических характеристиках *Ch. kirghisorum* этот вид был определен в системе жизненных форм харофитов как многолетний (с узловыми клубеньками), ризоидообразующий (факультативно безризоидный), низкий, типично пресноводный, литопсаммопеллофильный, мезо-олиготрофный (или олиготрофный), ксено-олигосапробный вид (Свириденко и др., 2011, 2012; Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., 2012). В систему фитомониторинга водных объектов исследованного региона *Ch. kirghisorum* может быть включен как индикатор пресных чистых (олиготрофных, олигосапробных) поверхностных вод.

Анализ геоботанических описаний группировок с участием 15 ценопопуляций *Ch. kirghisorum* по-

зволит установить ряд особенностей ценокомплекса этого вида. Флористический состав ценокомплекса включает 23 вида, в том числе 14 видов цветковых гидрофитов (61 %), 8 видов макроскопических водорослей (35 %), 1 вид мхов (4 %). В сложении группировок преобладают цветковые гидатофиты (погруженные гидрофиты), представленные 9 видами (39 %) (табл. 1).

Таблица 1
Состав и проективное покрытие (ПП, %) видов в растительных группировках с участием *Chara kirghisorum* водных объектов Западно-Сибирской равнины и Казахского мелкосопочника

Виды	Водные объекты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Phragmites australis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpus lacustris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpus tabernaemontani</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alisma gramineum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Eleocharis palustris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamogeton lucens</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	10	10	5	-	-	-	-
<i>Potamogeton crispus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	5	-	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Batrachium circinatum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lemna trisulca</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fontinalis hypnoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Chara fragilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Chara tomentosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-
<i>Chara contraria</i>	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara kirghisorum</i>	15	+	15	+	+	20	15	15	20	50	15	25	85	10	5
<i>Chara vulgaris</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitella flexilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tolypella prolifera</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vaucheria schleicheri</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего видов	2	11	4	5	7	1	1	1	2	4	4	2	1	1	4

Примеч.: распределение растительных группировок по водным объектам: 1, 2 – р. Иманбурлук; 3–6 – водохранилище-охладитель Экибастузской ГРЭС-2; 7, 8, – оз. Большое Чебачье; 9–13 – оз. Щучье; 14, 15 – оз. Жаксы-Жалгызтоу. Знаком (+) отмечено проективное покрытие менее 5 %.

Таким образом, вид *Ch. kirghisorum* участвовал в сложении преимущественно стабильных сообществ – фитоценозов (93 % от числа анализируемых группировок), проявляя стратегию пациента в условиях недостатка освещенности. В 80 % от числа изученных группировок вид являлся доминантом или содоминантом, обеспечивающим 15–85 % проективного покрытия. Растительные группировки с участием *Ch. kirghisorum* являлись преимущественно маловидовыми, большинство из них было образовано 1–5, реже 7–11 видами. Всего в ценокомплексе *Ch. kirghisorum* было установлено 4 ассоциации (единицы классификации фитоценозов) и 1 ация (единица классификации временных группировок – проценозов), которые относятся к 4 формациям, 1 классу и 1 подтипу пресноводной макрофитной растительности (Свириденко и др., 2012). Структура ценокомплекса *Ch. kirghisorum* на Западно-Сибирской равнине и Казахском мелкосопочнике приведена ниже.

Тип 1. Континентальноводная макрофитная растительность.

Подтип 1. Пресноводная макрофитная растительность.

Класс 1. Гидатофитные формации.

Формация 1. *Myriophylleta spicati*.

1. Ассоциация *Myriophyllum spicatum*.

Формация 2. *Ceratophylleta demersi*.

2. Ассоциация *Ceratophyllum demersum*.

Формация 3. *Chareta contrariae*.

1. Ация *Chara contraria*.

Формация 4. *Chareta kirghisori*.

3. Ассоциация *Chara kirghisorum*.

4. Ассоциация *Potamogeton perfoliatus* + *Chara kirghisorum*.

В заключение необходимо отметить, что уникальные популяции *Ch. kirghisorum* в озерах Большое Чебачье, Щучье, Жаксы-Жалгызтоу на Казахском мелкосопочнике, а также в водохранилище-охладителе Экибастузской ГРЭС–2 на южной окраине Западно-Сибирской равнины следует отнести к числу нуждающихся в охране на территории Республики Казахстан (Свириденко Б.Ф., 2000; Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., 1990). В связи с интенсивным использованием рекреационных ресурсов Казахского мелкосопочника возникает угроза евтрофирования озер и их загрязнения легкорастворимыми органическими соединениями, поэтому следует учитывать высокую вероятность негативного изменения трофо-сапробных характеристик этих водных объектов. Наиболее уязвимым видом в этих гидроэкосистемах является *Ch. kirghisorum*, в связи с чем необходим мониторинг состояния популяций данного индикаторного вида в целях выявления наиболее ранних этапов изменения трофо-сапробного статуса рекреационных озер северных районов Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- Голлербах М.М.** Современное состояние изученности флоры харовых водорослей СССР // Советская ботаника, 1940. – № 3. – С. 77–86.
- Голлербах М.М., Красавина Л.К.** Определитель пресноводных водорослей СССР. Харовые водоросли – Charophyta. – Л.: Наука, 1983. – Вып. 14. – 190 с.
- Доброхотова К.В.** Харовые водоросли в ценозах гидромакрофитов // Труды Всесоюз. гидробиол. общества. – М., 1953. – Т. 5. – С. 258–263.
- Зауер Л.М.** Порядок Vaucheriales – Вошериевые // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Т. 13. Зеленые, красные и бурые водоросли. – Л.: Наука, 1980. – С. 115–152.
- Игнатов М.С., Афонина О.М.** Список мхов территории бывшего СССР // Арктоа. Бриол. журн., 1992. – Т. 1 (1–2). – С. 1–86.
- Мячкова Н.А.** Климат СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 192 с.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
- Свириденко Б.Ф.** Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2000. – 196 с.
- Свириденко Б.Ф., Мамонтов Ю.С., Свириденко Т.В.** Использование гидромакрофитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. – Омск: Изд-во Амфора, 2011. – 231 с.
- Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В.** Харовые водоросли (Charophyta) Северного Казахстана // Бот. журн., 1990. – Т. 75, № 4. – С. 564–570.
- Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В.** Новые находки харовых водорослей (Charophyta) в Северном Казахстане // Бот. журн., 1995. – Т. 80, № 9. – С. 111–116.
- Свириденко Б.Ф., Убаськин А.В., Свириденко Т.В.** Водная макрофитная растительность водохранилища – охладителя Экибастузской ГРЭС–2 // Сб. тр. биол. факультета. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. – Вып. 9. – С. 17–36.
- Свириденко Б.Ф., Убаськин А.В., Свириденко Т.В.** Макроскопические водоросли в экосистеме водохранилища-охладителя Экибастузской ГРЭС–2 // Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе: Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. юбилейным датам выдающихся ученых-ботаников, – Алматы: ТОО изд-во LEM, 2013. – С. 170–173.
- Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф.** Гербарные материалы харовых водорослей (Charophyta) лаборатории гидроморфных экосистем НИИ природопользования и экологии Севера Сургутского государственного университета // Биологические ресурсы и природопользование: Сб. науч. тр. – Сургут: Изд-во Дефис, 2009. – Вып. 11. – С. 64–100.
- Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф.** Экобиоморфы харовых водорослей (Charophyta) Западно-Сибирской равнины // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий: Материалы Всеросс. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2012. – С. 300–301.
- Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., Токарь О.Е., Евженко К.С., Ефремов А.Н.** Харовые водоросли (Charophyta) в растительных группировках водных объектов Западно-Сибирской равнины // Природные ресурсы, биоразнообразие и перспективы естественнонаучного образования: Материалы Междунар. науч.-практич. конф., посвящ. памяти И.В. Бекишевой – ученого и педагога. – Омск: ОмГПУ, 2012. – С. 81–87.
- Унифицированные методы анализа вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 145 с.
- Черепанов С.К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
- Wood R.D., Imahori K.** Monograph of the Characeae. – Weinheim: Verlag von J. Cramer, 1965. – 904 p.

SUMMARY

The paper analyses the authors' studies and literature data on a rare *Chara* species — *Chara kirghisorum* Lessing emend. Hollerbach occurring in the water bodies of the steppe belt in the West Siberian Plain and the adjacent areas of the Kazakh Uplands. Populations of *Ch. kirghisorum* were found in lakes, small rivers, water reservoirs at depths between 0.1 to 5.0–7.0 m. They appear on dark-grey and black muds, on clean and weakly silted sands, on silted clays as well as on rocks, stones, rubbles with some amount of mud. Ecotopes of *Ch. kirghisorum* are typically fresh-water with mineralization 0.3–0.9 g/dm³ of chloride sodium bicarbonate, magnesium sodium bicarbonate, sodium calcium bicarbonate, calcium bicarbonate composition. Overall water hardness is within 2.6 to 6.5 meq/dm³, pH is 7.2 to 8.7.

The floristic composition of the coenotic complex of *Ch. kirghisorum* comprises 23 species including 14 species of flowering hydrophytes (61 per cent), 8 species of macroscopic algae (35 per cent), 1 species of moss (4 per cent). The species *Ch. kirghisorum* contributes to mostly stable communities — phytocoenoses (93 per cent of the overall analyzed agglomerations) exhibiting the patient strategy. The projective cover of *Ch. kirghisorum* in the agglomerations reaches 15 to 85 per cent. In the *Ch. kirghisorum* coenotic complex there were detected 4 associations and 1 ation belonging to 4 formations, 1 class of helophyte formations and 1 sub-type of freshwater macrophyte vegetation.

The species *Ch. kirghisorum* is a typically freshwater oligotrophic oligosaprobic representative of the division Charophyta indicative of fresh clear waters. The presence of stable phytocoenoses of *Ch. kirghisorum* reflects a good ecological condition of an ecotope. Unique populations of *Ch. kirghisorum* in the Bolshoe Chebachie, Shchuchie, Zhaksy-Zhaglyztou in the Kazakh Uplands and in the cooling reservoir of the Ekibastuz GRES-2 State District Power Station at the southern edge of the West Siberian Plain need to be protected in the territory of the Republic of Kazakhstan