

УДК 582.263(282.256.1)

Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Мурашко Ю. А.
Sviridenko B. F., Sviridenko T. V., Murashko Yu. A.

НАХОДКА *CHAETOPHORA INCRASSATA* (HUDSON) HAZEN (CHLOROPHYTA) НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЕ*

THE *CHAETOPHORA INCRASSATA* (HUDSON) HAZEN (CHLOROPHYTA) FOUND IN THE WEST SIBERIAN PLAIN

В 2015 г. на юге Западно-Сибирской равнины (54°31' с. ш., 74°24' в. д.) впервые для этого региона отмечен вид *Chaetophora incrassata* (Hudson) Hazen (*Chaetophoraceae*, Chaetophorales, Chlorophyta). Состав воды в гидроэкотопе вида гидрокарбонатно-натриевый, общая минерализация составляла 1,15 г/дм³, общая жесткость – 6,97 мг-экв/дм³, pH = 7,7. Водная среда соответствовала бета-мезосапробному, евтрофно-мезотрофному уровням. Вид *C. incrassata* входил в состав синузии макроскопических водорослей совместно с *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Vaucheria dichotoma* (L.) Martius. В нижнем ярусе растительной группировки присутствовали цветковые гидрофиты *Hippuris vulgaris* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L. Доминантами верхнего яруса были *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel и *Typha angustifolia* L. На Западно-Сибирской равнине *C. incrassata* является естественным мигрантом, представленным малочисленной популяцией в нестабильной растительной группировке.

In 2015 in the south of the West Siberian Plain (54°31' N, 74°24' E), for the first time in this region the *Chaetophora incrassata* (Hudson) Hazen (*Chaetophoraceae*, Chaetophorales, Chlorophyta) was found. Water composition in the aquatic ecotope is sodium bicarbonate, total salt content being 1,15 g/dm³, total hardness 6,97 meq/dm³, pH 7,7. The water environment is typical of the beta-mesosaprobic, eutrophic-mesotrophic levels. The species *C. incrassata* is a part of a synusia of macroscopic algae together with *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Vaucheria dichotoma* (L.) Martius. In the lower layer of the plant aggregation there are flowering hydrophytes *Hippuris vulgaris* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L. Dominating in the upper layer are *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel and *Typha angustifolia* L. In the West Siberian Plain, *C. incrassata* is a natural migrant represented by a small population in an unstable plant aggregation.

Ключевые слова: *Chaetophora incrassata*, *Chaetophoraceae*, Chlorophyta, гидрохимические условия, Западно-Сибирская равнина.

Keywords: *Chaetophora incrassata*, *Chaetophoraceae*, Chlorophyta, hydrochemical conditions, West Siberian Plain.

Введение. В летний сезон 2015 г. на Западно-Сибирской равнине было обследовано 98 водных объектов, в которых проведен сбор образцов гидромакрофитов и проб воды. В одном из озер среди других макроскопических водорослей были собраны образцы нового для региона вида – *Chaetophora incrassata*, известного также как *C. lobata* Schrank. В России род *Chaetophora* Schrank представлен 4 видами: *C. elegans* (Roth) Ag., *C. tuberculosa* (Roth) Ag., *C. pisiiformis* (Roth) Ag., *C. incrassata* (Hudson) Hazen [23]. Этот род относится к семейству *Chaetophoraceae*, которое в различных системах рассматривают в составе порядка Chaetophorales [3; 15; 31; 33; 36; 39; 44; 46; 50] или же включают в порядок Ulothrichales [2; 11; 23]. Макроскопическая водоросль *C. incrassata* в географическом и экологическом отношениях относится

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в рамках научного проекта p_урал_a № 15-44-00014.

к числу неполно изученных представителей отдела Chlorophyta. Ареал вида еще точно не установлен. Имеются многочисленные сведения о находках *C. incrassata* в Северной Америке [36; 39; 40; 43; 48], в Европе [7; 8; 18; 23; 31–35; 38; 41; 42; 47; 49], а также на востоке и юге Азии: в Южной, Средней и Восточной Сибири [2; 15–17, 19], в Индии и Пакистане [37; 45]. В пределах выявленного ареала во многих крупных регионах вид малообилен, поэтому, вероятно, в некоторых из них он был даже включен в число представителей биоты, нуждающихся в охране [47]. В Азии имеются обширные районы и крупные водные объекты, где данный вид еще не обнаружен. Например, до настоящего времени *C. incrassata* не отмечена в оз. Байкал [11], на российском Дальнем Востоке [20] и в Монголии [9]. Отсутствует информация о находках *C. incrassata* и на обширной территории Западно-Сибирской равнины. Для этого региона приведен только вид *C. elegans* [10; 24].

Материал и методика. Для изучения морфологии водорослей использовали живой и фиксированный в этаноле материал, который хранится в коллекции Научного центра экологии природных комплексов НИИ экологии Севера (НИИЭС) Сургутского государственного университета, г. Сургут. В работе использовали микроскоп Альтами Био-1. Фотографии талломов получены с помощью цифрового видеоокуляра UCMOS 5100 КРА. Измерения клеток выполнены с применением программы ScopePhoto.

Отбор проб воды в гидроэкотопах был проведен по стандартным методикам [5; 25; 29]. Гидрохимический анализ выполнен в Научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды НИИЭС. Цветность воды определяли в градусах цветности относительно хром-кобальтовой шкалы фотометрическим методом с использованием синего светофильтра ($\lambda = 413$ нм) в кварцевых кюветах [6; 30]. Для измерения водородного показателя рН использовали иономер лабораторный И-160 с электрохимической ячейкой, составленной из стеклянного и хлорсеребряного электродов. Настройку электродной системы проводили по стандартному набору буферных растворов, приготовленных из стандарт-титров [13; 27]. Щелочность определяли методом, основанном на измерении потенциала электрохимической ячейки, состоящей из ионселективного стеклянного электрода, и электрода сравнения в точке эквивалентности при титровании исследуемой воды соляной кислотой [4]. Исследование ионного состава растворенных солей в воде проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на ионном хроматографе «Стайер» с кондуктометрическим детектором. Для разделения ионов использовали хроматографические колонки: при определении катионов – Shodex IC YS-50, при определении анионов – TRANSGENOMIC IC Sep AN2 [21, 22]. Для определения массовой концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов использовали значения свободной щелочности и общей щелочности, применяя соотношения и расчетные формулы [4]. Общую минерализацию воды определяли как сумму основных ионов (в г/дм³), общую жесткость – как сумму ионов кальция и магния (в мг-экв/дм³). Определение тяжелых металлов в пробах воды выполняли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на аппарате МГА-915 МД [28]. Суммарное содержание нефтепродуктов в воде определяли на анализаторе жидкости «Флюорат 02-3М» флуориметрическим методом в гексановом экстракте [14].

Результаты и их обсуждение. Образцы *C. incrassata* впервые собраны нами на границе лесостепной и степной ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины в Омской области (Черлакский р-н, Верхнеильинская озерная система, озеро без названия, 54°31' с. ш., 74°24' в. д., глубина 0,4–1,0 м, грунты: заиленный песок, темно-серый ил, в составе синузии макроскопических водорослей рогозово-тростникового фитоценоза, 12.07.2015, Б. Ф. Свириденко, Т. В. Свириденко) (рис. 1).

Талломы собранных образцов *C. incrassata* лопастные или кустиковидные, разветвленные, до 10–11 мм дл., заключенные в плотную слизь (рис. 2, а). Главные нити многочисленные, расположенные параллельно друг другу, прямые, наружные из них односторонне коротко ветвящиеся в форме рыхлых кисточек (рис. 2, б). Клетки главных нитей удлиненно-

цилиндрические, слабо вздутые в средней части, 13–15 мкм шир., до 32–37 мкм дл. Клетки нитей боковых ответвлений цилиндрические, у поперечных перегородок слегка перетянутые, 11–14 мкм шир. и до 27–34 мкм дл., конечные клетки цилиндрически-конические и конические, прямые или слегка изогнутые, на верхушке закругленные или слабо заостренные, 8–9 мкм шир., 12–19 мкм дл. (рис. 2, в). Акинеты и апланоспоры не найдены.

Состав воды в обследованном экотопе вида гидрокарбонатно-натриевый, общая минерализация составляла 1,15 г/дм³, общая жесткость – 6,97 мг-экв/дм³. Вода имела слабощелочную реакцию (рН = 7,7), общую щелочность 8,82 ммоль/дм³, цветность 160 градусов по хром-кобальтовой шкале. Содержание тяжелых металлов в воде не превышало следующих значений (в мкг/дм³): Fe – 16,4; Pb – 0,32; Ni – 1,80; Zn < 10; Cd – 0,02; Cr – 0,18; Cu – 2,30; Mn – 3,71. Концентрация нефтепродуктов достигала 0,02 мг/дм³.

Согласно приведенным данным, вода в исследованном озере относилась к слабощелочным, условно-пресным, жестким водам. По результатам фитоиндикационной оценки трофосапробного состояния, выполненной на основании ранее предложенной методики [26], водная среда соответствовала бета-мезосапробному, евтрофно-мезотрофному уровням.

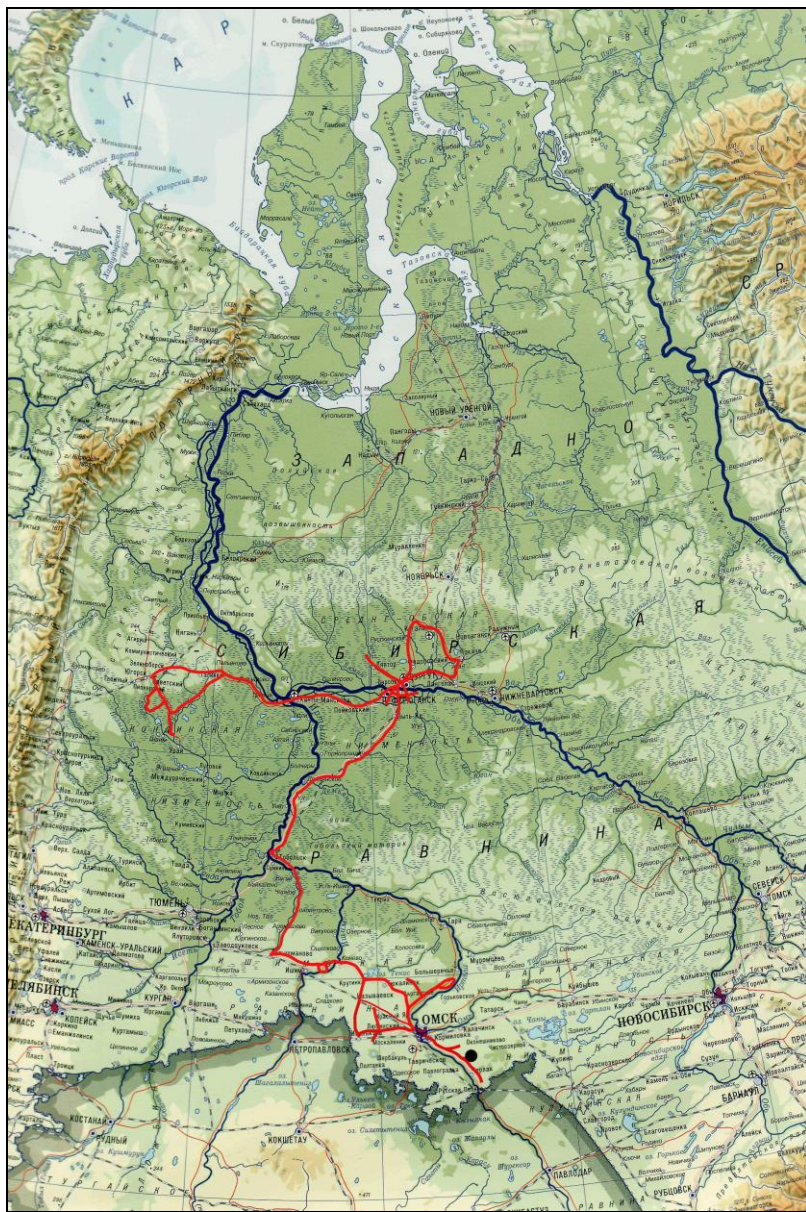


Рис. 1. Маршруты экспедиционных исследований гидромacroфитов на Западно-Сибирской равнине в 2015 г. (черной точкой указано новое местонахождение *Chaetophora incrassata*)

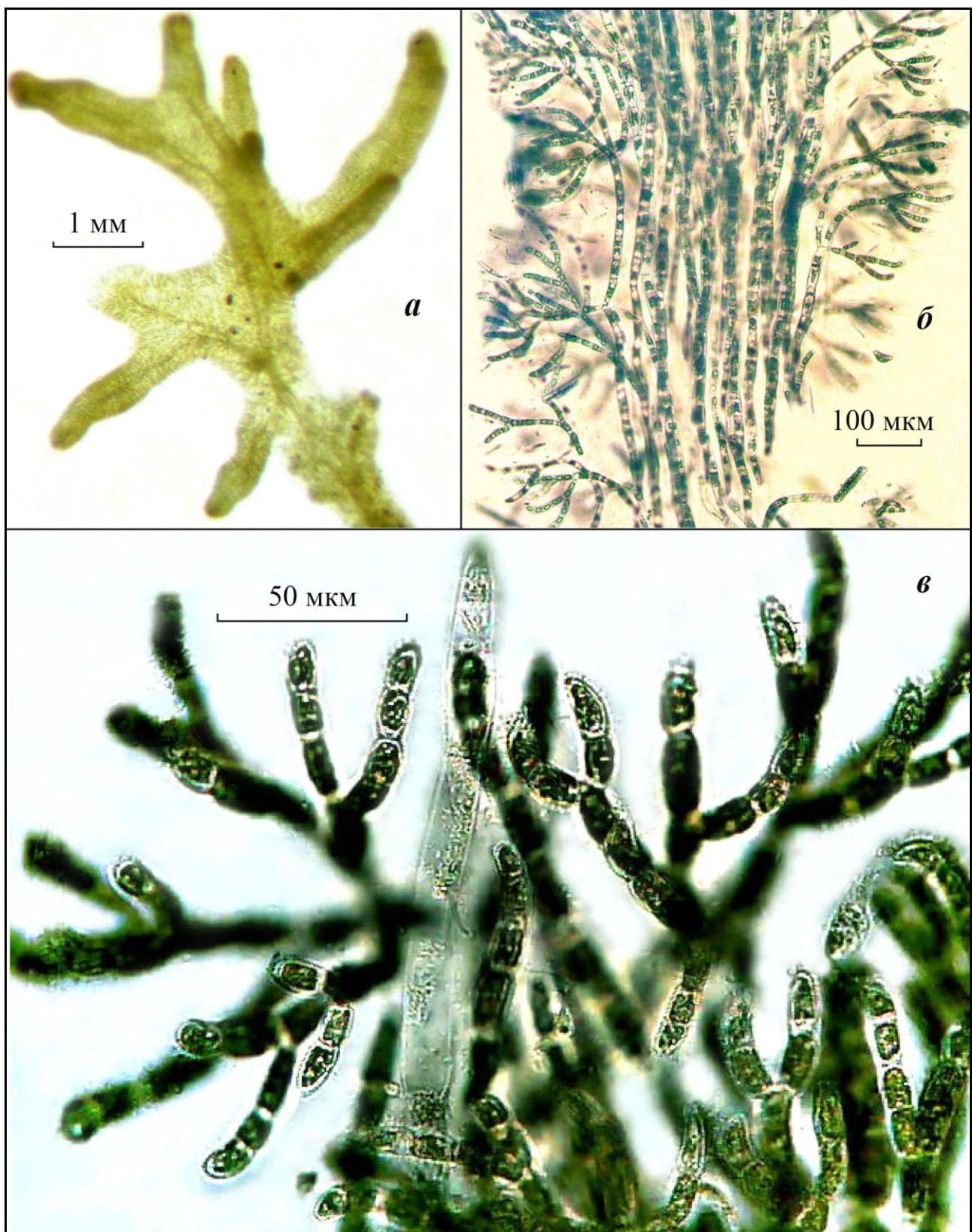


Рис. 2. *Chaetophora incrassata* из Омской области:
а – общий вид таллома; б – главные нити таллома с боковыми ответвлениями;
в – нити боковых ответвлений с конечными клетками

Исследованный западно-сибирский гидроэкоотоп по экологическим условиям близок к местообитаниям *C. incrassata*, представленным в работах других авторов (табл. 1).

Таблица 1

**Экологическая характеристика водной среды в местообитаниях
Chaetophora incrassata из разных регионов**

Регион	Параметры водной среды				
	рН	Минерализация, г/дм ³	Жесткость, мг-экв/дм ³	Уровни	
				сапробности	трофности
США [43]	6,8–7,2	–	–	–	–
Норвегия [38]	–	–	–	–	О–М, Е–М
Эстония [49]	7,4–8,5	–	–	–	–
Украина [18]	8,2	1,51	17,42	β	М
Украина [7]	7,0–8,2	–	–	χ–β, β	–
Пакистан [37]	7,0–7,9	0,44–0,55	19,38–20,13	–	–
Россия, Якутия [15]	7,3–7,6	0,56–0,77	–	–	–
Россия, Забайкалье [17]	–	–	–	χ–β, о–β	–
Россия, Хакасия [19]	7,2	0,80	–	–	–
Россия, Западно-Сибирская равнина	7,7	1,15	6,97	β	Е–М

Примечание: уровни сапробности: χ – ксеносапробный; о – олигосапробный; β – бета-мезосапробный; уровни трофности: О – олиготрофный; М – мезотрофный; Е – евтрофный.

В западно-сибирском местонахождении ценоз гидромакрофитов с участием *C. Incrassata* был сформирован тростником *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel при его проективном покрытии (ПП) 40–60 %, и рогозом *Typha angustifolia* L. (ПП 5–10 %). В нижнем ярусе этой группировки как ассектаторы присутствовали водоросли *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (ПП 5 %), *Vaucheria dichotoma* (L.) Martius (ПП 5 %), *C. incrassata* и цветковые гидрофиты *Hippuris vulgaris* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L.

Литературные данные о ценотических связях *C. incrassata* из различных частей ареала немногочисленны и в основном имеют косвенный характер [17; 18; 31; 37; 38; 40; 43; 45; 48]. Обобщенная информация, представленная в табл. 2, позволяет отметить, что *C. incrassata* на невысоком уровне проявляет положительную экотопическую ассоциированность (сопряженность) с некоторыми видами макроscopicических водорослей.

Таблица 2

**Состав гидромакрофитов в местообитаниях *Chaetophora incrassata*
из разных регионов**

Регион	Гидромакрофиты
США [48]	<i>Batrachospermum moniliforme</i> Roth (= <i>B. gelatinosum</i> (L.) DC.)
США [40]	<i>Cladophora fracta</i> (Müll. ex Vahl) Kütz., <i>C. glomerata</i> , <i>Stigeoclonium tenue</i> (Ag.) Kütz., <i>Chaetophora elegans</i>
США [43]	<i>Chara schweinitzii</i> A. Braun, <i>Nitella flexilis</i> (L.) C. A. Ag., <i>Batrachospermum moniliforme</i> , <i>Vaucheria sessilis</i> (Vauch.) DC., <i>Ulothrix tenerima</i> (Kütz.) Kütz., <i>U. zonata</i> (Web. et Mohr) Kütz., <i>Cladophora glomerata</i> , <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> (Ag.) Kütz., <i>Chaetophora pisiformis</i> , <i>Draparnaldia glomerata</i> (Vauch.) C. A. Ag., <i>Stigeoclonium lubricum</i> (Dillw.) Kütz., <i>Oedogonium anomalum</i> Hirn, <i>O. cardiacum</i> (Hass.) Wittr., <i>O. suecicum</i> Wittr., <i>Spirogyra crassa</i> Kütz., <i>S. denticulata</i> Trans., <i>Zygnema</i> sp., <i>Mougeotia</i> sp.
Норвегия [38]	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br., <i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Reichenb. (= <i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.), <i>Sparganium glomeratum</i> (Laest.) Neuman, <i>Carex vesicaria</i> L., <i>Juncus articulatus</i> L., <i>Typha latifolia</i> L., <i>Potamogeton gramineus</i> L., <i>Equisetum fluviatile</i> L., <i>Batrachospermum moniliforme</i> , <i>Chaetonema irregulare</i> Novak., <i>Bulb-ochaete</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Mougeotia</i> sp., <i>Spirogyra</i> sp.

Регион	Гидромакрофиты
Испания [31]	<i>Batrachospermum moniliforme</i> , <i>Draparnaldia glomerata</i>
Украина [18]	<i>Chara connivens</i> Salzm. ex. A. Braun, <i>Batrachospermum moniliforme</i> , <i>Vaucheria dichotoma</i> , <i>V. terrestris</i> Götz, <i>Ulothrix tenerrima</i> , <i>U. zonata</i> , <i>Cladophora fracta</i> , <i>C. glomerata</i> , <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> , <i>Enteromorpha ahlneriana</i> Blid., <i>Chaetophora elegans</i> , <i>Draparnaldia glomerata</i> , <i>Stigeoclonium tenue</i> , <i>Mougeotia laetevirens</i> (A. Br.) Wittr., <i>M. laevis</i> (Kütz.) Arch., <i>Spirogyra condensata</i> (Vauch.) Kütz., <i>S. decimina</i> (Müll.) Kütz., <i>S. fluviatilis</i> Hilse, <i>S. insignis</i> (Hass.) Kütz., <i>S. neglecta</i> (Hass.) Kütz., <i>Zygnema cruciatum</i> (Vauch.) Ag., <i>Z. pectinatum</i> (Vauch.) Ag.
Индия [45]	<i>Typha angustifolia</i>
Пакистан [37]	<i>Chara canescens</i> Desv. et Lois., <i>Ulothrix cylindricum</i> Prescott, <i>Cladophora glomerata</i> , <i>Sphaeroplea annulina</i> (Roth) Ag., <i>Chaetophora attenuata</i> Hazen, <i>C. pisiformis</i> , <i>Stigeoclonium stagnatile</i> (Hazen) Collins, <i>Mougeotia elegantula</i> Wittr., <i>Zygogonium ericetorum</i> Kütz.
Россия, Забайкалье [17]	<i>Chara</i> sp., <i>Vaucheria</i> sp., <i>Ulothrix zonata</i> , <i>Draparnaldia glomerata</i> , <i>Chaetophora elegans</i> , <i>Stigeoclonium attenuatum</i> (Hazen) Collins, <i>Oedogonium</i> sp., <i>Zygnema</i> sp., <i>Mougeotia</i> sp., <i>Spirogyra</i> sp.
Россия, Западно-Сибирская равнина	<i>Phragmites australis</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>Hippuris vulgaris</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Vaucheria dichotoma</i> , <i>Cladophora glomerata</i>

Коэффициент сопряженности (K) [1; 12] этого вида имеет значение более единицы только по отношению к таким видам, как *Batrachospermum moniliforme* и *Cladophora glomerata* (K = 2,25), *Draparnaldia glomerata* (K = 1,80), *Chaetophora elegans* и *Ulothrix zonata* (K = 1,50), а также *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Cladophora fracta* и *Vaucheria dichotoma* (K = 1,29).

На Западно-Сибирской равнине *C. incrassata* является, вероятно, мигрантом, который в качестве нестабильного компонента региональной биоты временно занял свободную экологическую нишу в соответствующем местообитании, участвуя на уровне ассектатора в составе несбалансированной растительной группировки.

Таким образом, Западно-Сибирская равнина относится к числу регионов, отличающихся большим разнообразием водных объектов по ведущим гидрохимическим параметрам. Особенно разнообразны по составу растворенных солей, уровням минерализации и жесткости поверхностные воды степной и лесостепной ботанико-географических зон. Высокая динамика общей увлажненности юга Западно-Сибирской равнины определяет весьма динамичный гидрологический и гидрохимический режим водных объектов, которые имеют преимущественно атмосферное питание. В ходе сезонных, многолетних и вековых циклов общей увлажненности местные водные объекты и их основные среды (водная, грунтовая) неоднократно проходят контрастные стадии развития. В многоводные фазы трансгрессивно-регрессивных циклов при высоких уровнях происходит распреснение воды и обогащение грунтов органическим веществом, в маловодные фазы при обмелениях (до полного высыхания) отмечают осолонение воды и минерализацию органического вещества в грунтах. При этом режиме значительные акватории существуют временно (периодически пересыхают), что приводит к формированию в этих гидроэкотопах несбалансированных растительных группировок (проценозов), характерных для начальных стадий циклических сукцессий. В таких контрастных состояниях находятся, в том числе, озера Верхнеильинской системы, в одном из которых обнаружен вид *C. incrassata*. Данная озерная система, расположенная на второй надпойменной террасе Иртыша верхнечетвертичного возраста, включает пресные, солоноватые и соленые озера с минерализацией воды от 0,14 до 29,05 г/дм³ и с жесткостью от 1,27 до 74,83 мг-экв/дм³. Значительное разнообразие гидроэкотопов обеспечивает возможность вселения новых видов растений в местные водные объекты.

В целом обширная территория Западно-Сибирской равнины заселена широкоареальными видами растений, что определяет миграционный тип и молодой возраст региональной флоры. Это общеизвестное положение полностью относится и к такому парциальному элементу флоры, как водная флора, сформированная макроскопическими гидрофильными высшими и низшими растениями – гидромакрофитами. В последнее время в ходе специального изучения гидромакрофитов в водоемах Западно-Сибирской равнины были отмечены локальные популяции видов макроскопических водорослей, как правило, также широкоареальных, но ранее не указанных для этого региона или обнаруженных только в единичных пунктах: *Chara baueri* A. Br., *C. aculeolata* Kütz., *C. kirghisorum* Lessing emend. Hollerb., *Nitella confervacea* A. Br., *N. syncarpa* (Thuillier) Chevallier, *Spirogyra daedalea* Lagerh., *S. hungarica* Langer, *S. mirabilis* (Hass.) Kütz., *S. subcolligata* Bi, *Vaucheria aversa* Hass., *V. schleicheri* (Vaucher) de Candolle, *Percursaria percursa* (Ag.) Bory и некоторых других. Находки этих видов, представленных преимущественно малочисленными кратковременно существующими популяциями в эфемерных гидроэкотопах в составе несбалансированных растительных группировок, указывают на естественный процесс миграции видов на территорию Западно-Сибирской равнины, не связанный с антропоической деятельностью и активно протекающий в современную эпоху.

Литература

1. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. М. : Наука, 1969. 232 с.
2. Васильева-Кралина И. И., Ремигайло П. А., Габышев В. А., Копырина Л. И., Пшеничкова Е. В., Иванова А. П., Пестрякова Л. А. Водоросли. Список водорослей // Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. С. 150–272.
3. Виноградова К. Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. Л. : Наука, 1979. 147 с.
4. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов // ГОСТ Р 52963-2008. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М. : Стандартинформ, 2009. С. 362–392.
5. Вода. Общие требования к отбору проб. ГОСТ 31861-2012. Межгосударственный стандарт. М. : Стандартинформ, 2013. 64 с.
6. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности // ГОСТ 3351-74. Межгосударственный стандарт. М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. С. 322–328.
7. Горбулин О. С. Эколого-биологические характеристики представителей Ulotrichales, Oedogoniales, Cladophorales континентальных водоемов Украины // Вісник Харківського нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна, 2014. Серія: біологія. Вип. 20. № 1100. С. 242–249.
8. Гринёв В. В. Зеленые (Chlorophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) водоросли пресных вод заповедников горного Крыма // Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экообразование : материалы третьей науч. конф. 22 апреля 2005 г. Симферополь, Крым. Ч. 1. География. Заповедное дело. Ботаника. Лесоведение. Симферополь : ИЦ КГМУ, 2005. С. 159–164.
9. Дорофеюк Н. И., Цэцэгмаа Д. Конспект флоры водорослей Монголии М. : Наука, 2002. 285 с.
10. Ермолаев В. И. Водоросли озер нижнего течения реки Карасук // Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер. Новосибирск : Наука, 1982. С. 69–79.
11. Ижболдина Л. А. Атлас и определитель водорослей бентоса и перифитона озера Байкал (мейо- и макрофиты) с краткими очерками по их экологии. Новосибирск : Наука-Центр, 2007. 248 с.
12. Кац И. Я. На пути к познанию структуры лесных фитоценозов // Ботан. журн., 1943. Т. 28, № 4. С. 156–170.

13. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. М. : Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, 2004. 14 с.
14. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. М. : Люмэкс, 2012. 25 с.
15. Комаренко Л. Е., Васильева И. И. Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии. М. : Наука, 1978. 284 с.
16. Куклин А. П. Макроскопические водоросли водотоков хребта Зусы (Витимское плоскогорье, Забайкалье) // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии. Т. II. Теоретические и прикладные аспекты экологической оценки и мониторинга природных и природно-техногенных комплексов : тр. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 25-летию юбилею Института водных и экологических проблем СО РАН (20–24 августа 2012 г., Барнаул). Барнаул, 2012. С. 120–125.
17. Куклин А. П. Макроскопические водоросли в водоемах Сохондинского заповедника и охранной зоне // Сборник трудов Сохондинского заповедника: исследования в охранной зоне. Чита : Экспресс-издательство, 2014. С. 31–43.
18. Лобакова А. Г., Ткаченко Ф. П. Водоросли-макрофиты в экосистеме степной реки Тилигул // Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали міжнар. конф. молодих учених-ботаніків (17–20 вересня 2007 р., Київ). Київ : Фітосоціоцентр, 2007. С. 17, 18.
19. Макеева Е. Г., Науменко Ю. В. Альгофлора озера Спиринское (Республика Хакасия) // Проблема и стратегия сохранения биоразнообразия растительного мира Северной Азии : материалы Всерос. конф. (Новосибирск, 9–11 сентября 2009 г.). Новосибирск : Изд-во Офсет, 2009. С. 160, 161.
20. Медведева Л. А., Никулина Т. В. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток : Дальнаука, 2014. 271 с.
21. Методика выполнения измерений массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция и стронция в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. ФР.1.31.2005.01738 // Сборник методик выполнения измерений. М. : Аквилон, 2012. С. 3–26.
22. Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-, хлорид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. ФР.1.31.2005.01724 // Сборник методик выполнения измерений. М. : Аквилон, 2012. С. 27–57.
23. Мошкова Н. А., Голлербах М. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10 (1). Зеленые водоросли. Класс улотриксые (1). Л. : Наука, 1986. 360 с.
24. Попова Т. Г. Основные черты распределения и состава водорослевого населения озер Чаны и Яркуль в период многоводья 1947–1948 гг. // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М. : Наука, 1980. С. 3–45.
25. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А. Д. Семёнова. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 541 с.
26. Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С., Свириденко Т. В. Использование гидромacroфитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Омск : Амфора, 2011. 231 с.
27. Стандарт-титры для приготовления буферных растворов – рабочих эталонов pH 2 и 3 разрядов. Технические и метрологические характеристики. Методы их определения. ГОСТ 8.135-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Межгосударственный стандарт. М. : Стандартинформ, 2008. 12 с.
28. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов // ГОСТ 30178-96. Межгосударственный стандарт. М. : Стандартинформ, 2010. С. 23–32.

29. Унифицированные методы анализа вод СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1978. 144 с.
30. Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами. РД 52.24.497-2005 // Экологические ведомости, 2008. № 7. С. 25–37.
31. Aboal M. Flora algal del río Benamor (Cuenca del Segura, SE de España) // Limnética, 1989. № 5. P. 1–11.
32. Buchheim M. A., Sutherland D. M., Schleicher T., Förster F., Wolf M. Phylogeny of Oedogoniales, Chaetophorales and Chaetopeltidales (Chlorophyceae): inferences from sequence-structure analysis of ITS2 // Annals of Botany, 2012. № 109. P. 109–116.
33. Checklist of Baltic Sea Macro-species. Baltic Sea Environment Proceedings. № 130. Helsinki : Helsinki Commission, 2012. P. 203.
34. Cobelas A. A., Gallardo T. Catalogo de la las algas continentales Espanolas. IV. Chlorophyceae Wille in Warming 1884. Prasinophyceae T. Christensen ex Silva 1980 // Acta Botanica Malacitana. Malaga, 1986. № 11. P. 17–38.
35. Dell'Uomo A. Algae of running waters in Italy and their importance for monitoring rivers // Boccone, 2003. № 16 (1). P. 367–377.
36. Hazen T. E. The Ulothricaceae and Chaetophoraceae of the United States // Memoirs of the Torrey Botanical Club, 1902. Vol. 11, № 2. P. 135–245.
37. Jang N., Zahir Shah S., Jan S., Junaid A., Khan K., Hussain F. Local screening for Algal diversity in relation to water quality of district Swabi: future prospects // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 2014. Vol. 5, № 3. P. 9–13.
38. Langangen A. *Chaetonema irregulare*, en ny grønnalge for norsk flora // Blyttia, 1994. T. 52. P. 13–15.
39. Meyer R. L. The freshwater Algae of Arkansas // Arkansas Academy of Science Proceedings, 1969. Vol. 23. P. 145–156.
40. Minckley W. L. The Ecology of a spring stream Doe Run, Meade County, Kentucky // Wildlife Monographs, 1963. № 11. 124 p.
41. Mrozinska T. Algae of the Pieniny National Park (S. Poland) // Algae of the Pieniny National Park (S. Poland) // Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel. Zürich, 1992. № 107. P. 218–237.
42. Printz H. Die Chaetophorales der Binnengewässer. Eine systematische Übersicht // Hydrobiologia. 1964. Bd. 24. Fasc. 1/3. P. 1–376.
43. Rhodes R. G., Terzis A. J. Some Algae of the Upper Cuyahoga River System in Ohio // Ohio Journal of Science, 1970. Vol. 70. Issue 5. P. 294–299.
44. Sarma P. The freshwater *Chaetophorales* of New Zealand // Beihefte zur Nova Hedwigia, 1986. № 58. 169 p.
45. Sarwar S. G., Zutshi D. P. Studies on Periphyton Population of Himalayan Lakes. 1. Species Composition and Community Structure on Natural and Artificial Substrates // Proc. Indian. natn. Sci. Acad. 1987. B. 53. № 3. P. 239–243.
46. Skinner S., Entwistle T. J. Non-marine algae of Australia: 5. Macroscopic Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) // Telopea, 2004. № 10 (2). P. 613–633.
47. Täuscher L. Prodrum einer Roten Liste der Cyanobakterien/Blaualg, Rot-, Gelbgrün-, Braun- und Grünalgen des Landes Brandenburg // Ergebnisse eines bibliographischen Überblicks zur Algen-Besiedlung. Zusammenfassungen der Jahrestagung, 2009 (Oldenburg). Hardegsen, 2010. P. 511–515.
48. Tiffany L. H. The filamentous algae of the west end of Lake Erie // Amer. Midland Nat., 1937. № 18. P. 911–951.
49. Trei T., Pall P. Macroflora in the watercourses of Saaremaa Island (Estonia) // Boreal Environment Research, 2004. № 9. P. 25–35.
50. Wille N. Algologische Notizen. VII. Zur Verbreitung der Süsswasseralgen in Südlichen Norwegen // Nyt Mag. for Naturvid, 1901. № 39. P. 1–22.