

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ФЛОРЫ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Л.А. Медведева, Т.В. Никулина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

*“Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии” ДВО РАН,
690022, Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159, e-mail medvedeva@ibss.dvo.ru*

Сводный таксономический список пресноводных водорослей континентальной части юга Дальнего Востока России включает 2887 видов (3646 видов и внутривидовых таксонов) из 574 родов, 212 семейств, 96 порядков, 29 классов и 11 отделов. Флора водорослей региона характеризуется как богатая и разнообразная совокупность видов разных таксономических групп, среди которых доминируют представители отделов Bacillariophyta и Charophyta. Ведущие места в систематической структуре флоры занимают семейства *Desmidiaceae*, *Euglenaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae* и *Bacillariaceae*. Ведущими родами являются *Cosmarium*, *Pinnularia*, *Staurastrum*, *Closterium* и *Navicula*. Проведен сравнительный анализ данных с имеющимися опубликованными сведениями из других регионов. Флора пресноводных водорослей южной части Дальнего Востока имеет черты как северных, так и южных флор и занимает достойное место по биоразнообразию и степени изученности.

Ключевые слова: альгофлора, сравнительный анализ, семейство, род, Дальний Восток России.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TAXONOMICAL STRUCTURE OF THE FRESHWATER ALGAL FLORA OF THE SOUTH OF THE FAR EAST OF RUSSIA

L.A. Medvedeva, T.V. Nikulina

Federal State Budgetary Institution of Science

*“Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity”, FEB RAS,
690022, Vladivostok, 100 letia Vladivostok str., 159, e-mail medvedeva@ibss.dvo.ru*

Consolidated taxonomic list of freshwater algae of the continental part of the south of the Far East Russia includes 2887 species (3646 species and intraspecies taxa) of 574 genera, 212 families, 96 orders, 29 classes and 11 divisions. The algal flora of the region is characterized as a rich and diverse complex of species from different taxonomic groups, the divisions of Bacillariophyta and Charophyta are the most representative. The families *Desmidiaceae*, *Euglenaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae* and *Bacillariaceae* have leading places in the systematic structure of the flora. Leading genera are *Cosmarium*, *Pinnularia*, *Staurastrum*, *Closterium* and *Navicula*. A comparative analysis of the data with available published information from other regions was carried out. The freshwater algal flora of the southern part of the Far East has features of both northern and southern floras and occupies worthy place in terms of biodiversity and degree of study.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение водорослей разнотипных водоемов южной части Дальнего Востока, объединяющей территории пяти административных субъектов Дальневосточного федерального округа (Амурская область, Еврейская автономная область, Хабаровский край, Сахалинская область, Приморский край), проводится с начала прошлого века (рис. 1). К настоящему моменту подведены итоги почти столетнего периода исследований флоры пресноводных водорослей южной части Дальнего Востока России (Медведева, Никулина, 2014).

Целью настоящей работы является сравнение полученных данных с имеющимися сведениями по другим регионам и выяснение особенностей альгофлоры юга Дальнего Востока России.

При составлении общего систематического списка пресноводных водорослей мы столкнулись с определенными трудностями ввиду отсутствия общей системы водорослей. Существуют системы, разработанные для некоторых отделов водорослей (Anagnostidis, Komárek, 1985; Round et al., 1990; Царенко, 2005; Волошко, 2008). К примеру, даже

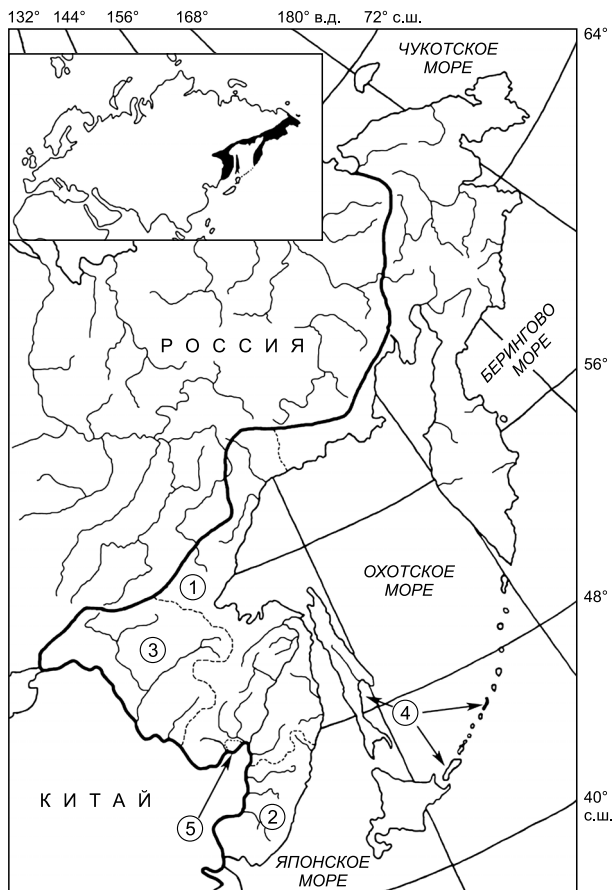


Рис. 1. Карта-схема южной части Дальнего Востока России:

1 – Хабаровский край, 2 – Приморский край; 3–5 – области: 3 – Амурская, 4 – Сахалинская, 5 – Еврейская автономная.

предложенная П.М. Царенко (2005) подробная “новая система зеленых водорослей Украины” не могла быть использована нами при составлении списка, так как в ней отсутствуют многие роды водорослей, указанные для территории Дальнего Востока. Специалисты, составляющие крупные флористические списки, сталкиваются с этой проблемой и решают ее по-разному. Практически во всех флористических работах альгологов России и стран СНГ, опубликованных ранее и посвященных альгофлорам отдельных крупных или мелких регионов, принималось традиционное разделение водорослей на 12 отделов (Комаренко, Васильева, 1975, 1978; Васильева, 1987; Михеева, 1999; Оглы, Качаева, 1999; Разнообразие..., 2000; Суаноросарыотес..., 2000; Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002; Комулайнен, 2004; Яценко-Степанова и др., 2005а). Что касается обобщающих флористических работ в других странах, то иногда аннотированные списки составлены в соответствии с классификациями, принятыми для отдельных групп водорослей (John et al., 2002; Vrhovšek et al., 2006), однако чаще всего авторы выстраивают списки водорослей в алфа-

витном порядке, не вдаваясь в подробности и сложности классификационных систем (Saraus, 2003; Hällfors, 2004).

Накопление новых знаний по систематике привело к тому, что названия и таксономический ранг многих водорослей претерпели неоднократные изменения и об этом свидетельствует обширная синонимика. Практически все современные номенклатурные преобразования, сделанные рядом исследователей в отношении разных групп водорослей, по мере их появления учтены общепризнанным крупнейшим мировым альгологическим сайтом AlgaeBase (Guiry M.D., Guiry G.M., 2014). Общий список водорослей составлен нами в соответствии с порядком, установленным на этом сайте, хотя он и не является классификационной системой.

Следует отметить, что в последние годы обобщающие флористические сводки в силу “немодности” направления, трудоемкости подготовки, а зачастую и из-за отсутствия специалистов-альгологов достаточно редки: имеются сводки по водорослям Беларуси (Михеева, 1999), Израиля (Суаноросарыотес..., 2000), Монголии (Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002), Великобритании (The freshwater..., 2002), Румынии (Saraus, 2003), Якутии (Разнообразие..., 2005), Оренбуржья (Яценко-Степанова и др., 2005а,б); Карелии (Комулайнен и др., 2006), Словении (Vrhovšek et al., 2006), Украины (Algae of Ukraine..., 2006, 2009). Чаще публикуются работы, посвященные различным отделам водорослей (Комаренко, Васильева, 1975, 1978; Васильева, 1987; Bukhtiyarova, 1999; Харитонов, 2010; и др.). Публикаций, в которых имеется систематико-флористический анализ, еще меньше (Гецен, 1985; Васильева, 1989; Михеева, 1999; Яценко-Степанова и др., 2005б; Комулайнен и др., 2006). Иногда приводятся только флористические списки водорослей, без указания семейств (The freshwater..., 2002; Saraus, 2003).

До тех пор, пока нет единой общепринятой системы водорослей, которой придерживались бы все альгологи, невозможно и сравнение альгофлор, так как в зависимости от того, какую систему использует автор, меняется и содержание, “наполнение” семейств. Наиболее наглядным примером этого может служить положение семейства *Naviculaceae*. Если придерживаться старых систем классификации, то вследствие “наполненности” этого семейства большим количеством родов, оно практически всегда выходило на первое место при систематическом анализе альгофлор, а род *Navicula* – на первое место на родовом уровне (Медведева, 1999; Комулайнен и др., 2006). В настоящее время в результате таксономических преобразований, которым был подвержен род *Navicula*, а также в связи с пересмотром объема семейства *Navicula*

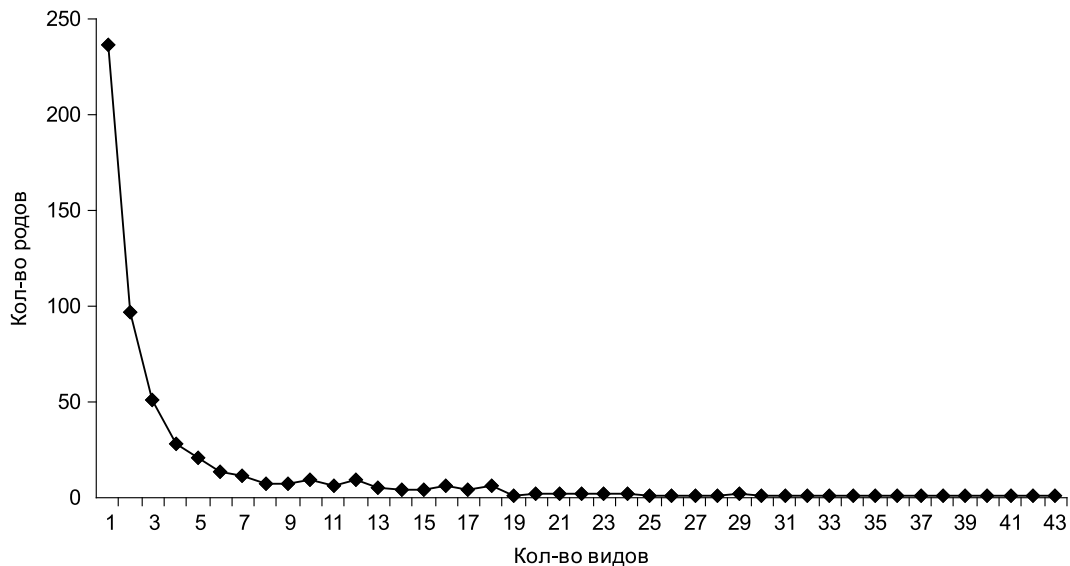


Рис. 2. Зависимость Виллиса для альгофлоры южной части Дальнего Востока.

seae, и род, и семейство теряют свои лидирующие позиции (Round et al., 1990; Куликовский, 2016). Таким образом, для корректного сравнения необходимо предварительно провести таксономическую ревизию сравниваемых альгофлористических списков. Учитывая то, что практически всегда (при достаточно квалифицированной обработке материала) перечни водорослей довольно обширны, такая работа вызывает большие трудности.

К настоящему времени в полной мере еще не сложилась адекватная альгофлористическому анализу методология, которая учитывала бы особенности именно флор водорослей: высокое видовое богатство, внутривидовое разнообразие, большие отличия альгофлор в целом друг от друга и по составу головной части флористического спектра. Кроме того, остается неясным вопрос о достаточном видовом составе для проведения верного флористического и сравнительно-флористического анализов и о полноте изученности каждой из анализируемых альгофлор.

Исследование флоры водорослей (альфа-разнообразие) как множества видов и как системы взаимодействующих и сопряженно эволюционирующих популяций видов начинается с оценки имеющегося видового состава (Юрцев, 1982). Пер-

вое действие перед началом анализа флоры водорослей, и как ее составляющего – списка видов, это определение качества имеющегося набора видов. Иными словами, необходимо понять, является ли достаточно представительным для флоры обследованной территории тот видовой состав, который получен в результате проведения полевых исследований и таксономической идентификации. На первом этапе необходима проверка выявленного видового состава водорослей на полноту, т. е. нужно установить, составляет ли список водорослей систему. Соблюдение зависимости Виллиса (Willis, 1949), согласно которой в хорошо изученных флорах и фаунах распределение числа видов по числу родов является закономерным и графически выражается в виде гиперболы, предлагается избрать критерием системности для альгофлористических исследований (Баринова и др., 2006). Анализируемая альгофлора южной части российского Дальнего Востока вполне подчиняется распределению Виллиса, а следовательно, составляет систему, которую можно анализировать с позиций системного анализа, характеризуя качественные параметры: таксономический состав, видовое обилие, и структурные показатели – видовое разнообразие и его динамику (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С учетом литературных и собственных данных определено видовое разнообразие альгофлоры обширной территории южной части российского Дальнего Востока. Сводный таксономический список включает 2887 видов (3646 видов и внутривидовых таксонов) из 574 родов, 212 семейств, 96 порядков, 29 классов и 11 отделов (табл. 1). Согласно современным номенклатурным преобразованиям и классификационным разра-

боткам (Guiry M.D., Guiry G.M., 2014), водоросли отнесены к двум империям – Eukaryota и Prokaryota и четырем царствам – Eubacteria, Chromista, Plantae и Protozoa. В общее число таксонов включены несколько нитчатых водорослей, находящихся в стерильной стадии и определенных до рода.

Доминирующую роль в составе альгофлоры южной части российского Дальнего Востока играют диатомовые водоросли – 1079 видов (включая

Таксономическая структура флоры пресноводных водорослей южной части Дальнего Востока

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Внутривидовые таксоны	Доля, %
Cyanobacteria	1	5	24	87	362	410	11.2
Bacillariophyta	3	33	62	160	1079	1408	38.6
Cryptophyta	1	2	5	7	9	9	0.3
Harptophyta	1	1	1	1	1	1	0.0
Heterokontophyta	7	15	32	66	164	179	4.9
Charophyta	3	4	10	41	583	858	23.5
Chlorophyta	8	20	52	162	463	502	13.8
Cyanidiophyta	1	1	1	1	3	3	0.1
Rhodophyta	1	5	6	7	13	13	0.4
Euglenozoa	1	2	4	16	128	178	4.9
Myozoa	2	8	15	26	82	85	2.3
Всего	29	96	212	574	2887	3646	100

внутривидовые таксоны – 1408 форм). Разнообразно представлены харовые водоросли: 583 вида (858 форм), зеленые водоросли: 463 вида (502 формы) и цианобактерии: 362 вида (410 форм). Практически равное количество форм насчитывают гетероконты и эвгленовые водоросли: 164 вида (179 форм) и 128 видов (178 форм). Обнаружено 82 вида водорослей из филы мизозоевых (85 форм). Филы красных, криптофитовых, цианидиофитовых и гаптофитовых водорослей составляют 13, 9, 3 и 1 вид соответственно (см. табл. 1).

Сравнительный анализ наших данных с имеющимися опубликованными сведениями из некоторых других регионов показал, что южная часть Дальнего Востока России занимает достойное место по биоразнообразию и степени изученности флоры пресноводных водорослей. Из числа сравниваемых альгофлор наибольшим разнообразием характеризуются флоры Украины и Великобритании, представленные соответственно 5188 и 4953 таксонами видового и подвидового рангов. Насчитывая 3646 видовых и внутривидовых таксонов, флора пресноводных водорослей юга ДВ России практически сравнима с довольно хорошо изученной альгофлорой Якутии и вдвое превышает флоры некоторых стран и регионов России: Словении, Монголии, Израиля, Беларуси, Карелии и Оренбуржья (табл. 2).

При оценке местоположения отделов водорослей в таксономической иерархии локальных флор было выявлено, что в их большинстве первое место принадлежит отделу диатомовых водорослей (табл. 3). На втором месте чаще всего оказываются зеленые водоросли, независимо от того, рассматриваются ли они в широком смысле, включая и группу *Zygnemathophyceae*, или без нее. Практически стабильно во всех рассматриваемых альгофлорах цианобактерии занимают третье место.

Интересно отметить, что эвгленовые водоросли зачастую также занимают довольно значительную позицию (см. табл. 3).

Для флор сосудистых растений В.М. Шмидт (1984) считает достаточным в сравнительно-флористических целях ограничиться анализом 10 ведущих в видовом и родовом отношении семейств (головной части флористического спектра) как составляющих “лицо” флоры, ее систематическую структуру. Одним из критериев применимости метода можно считать представленность в 10 ведущих семействах более половины видового состава флоры. Наиболее крупные таксономические группы, которые численно составляют 50 % списка, отражают таксономическое “лицо” флоры, т. е. показывают, какие именно таксоны нашли в данных условиях оптимум для своего развития.

В десятку ведущих семейств флоры пресноводных водорослей южной части российского ДВ входят следующие: *Desmidiaceae*, *Euglenaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae*, *Bacillariaceae*, *Closteriaceae*, *Cymbellaceae*, *Nostocaceae*, *Scenedesmacaceae*, *Eunotiaceae* (табл. 4). В совокупности количество входящих в эти семейства таксонов рангом ниже вида равно 1738 формам, что составляет практически половину всех отмеченных подвидовых таксонов – 47.7 %. Спектр ведущих семейств довольно широк: наряду с повсеместно доминирующими семействами десмидиевых и диатомовых водорослей, значительна также роль некоторых семейств цианобактерий, эвгленовых и зеленых (протококковых) водорослей. Безоговорочно и с большим отрывом лидирует семейство *Desmidiaceae*, представленное 669 таксонами видового и внутривидового рангов, составляя почти 1/5 от общего числа видов (18.3 %). Из 10 ведущих родов альгофлоры четыре принадлежат десмидиевым водорослям: *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Closterium* и *Euastrum*. Се-

Таблица 2

Сравнительная оценка биоразнообразия пресноводных водорослей некоторых регионов

Отдел	Класс	Великобритания (The freshwater algal flora..., 2002)	Словения (Vrhovšek et al., 2006)	Монголия (Дорофеев, Цэцэгмаа, 2002)	Израиль (Suaportogaryotes and algae..., 2000)	Украина (Algae of Ukraine..., 2006, 2009)	Беларусь (Михеева, 1999)	Карелия (Комулайнен и др., 2006)	Оренбуржье (Яценко-Степанова и др., 2005а, б)	Якутия (Разнообразие..., 2005)
Cyanobacteria	Cyanophyceae	300 (6.0)	435 (21.0)	192 (12.2)	328 (26.15)	681 (13.0)	327 (14.0)	146 (13.4)	143 (13.85)	463 (14.8)
Vacillariophyta	Все классы	2145 (43.3)	436 (21.1)	917 (58.25)	432 (34.45)	812 (15.65)	887 (38.0)	482 (44.1)	320 (31.0)	875 (28.0)
Cryptophyta	Cryptophyceae	16 (0.3)	9 (0.4)	4 (0.25)	7 (0.55)	21 (0.4)	14 (0.6)	12 (1.1)	4 (0.4)	15 (0.5)
Harptophyta	Prasinophyceae	5 (0.1)	-	-	-	-	-	-	-	-
Heterosontophyta	Chrysophyceae	167 (3.4)	58 (2.8)	22 (1.4)	11 (0.9)	304 (5.9)	77 (3.3)	92 (8.4)	33 (3.25)	265 (8.5)
	Xanthophyceae	74 (1.5)	86 (4.2)	14 (0.9)	19 (1.5)	351 (6.8)	71 (3.0)	14 (1.3)	21 (2.0)	223 (7.1)
	Остальные классы вместе	7 (0.15)	1 (0.05)	-	-	-	-	-	-	8 (0.25)
Streptophyta	Charophyceae	-	5 (0.25)	9 (0.6)	-	59 (1.1)	17 (0.7)	-	1 (0.1)	2 (0.1)
	Zygnematorphyceae	-	476 (23.0)	-	-	948 (18.3)	-	-	-	-
Chlorophyta	Все классы	1995 (40.3)	386 (18.7)	388 (24.65)	335 (26.7)	1332 (25.7)	724 (31.0)	294 (26.9)	373 (36.1)	977 (31.3)
	Floriidophyceae	23 (0.5)	18 (0.9)	2 (0.1)	5 (0.4)	25 (0.5)	4 (0.2)	7 (0.7)	1 (0.1)	8 (0.25)
	Euglenophyceae	149 (3.0)	129 (6.25)	17 (1.1)	95 (7.6)	514 (9.9)	182 (7.8)	33 (3.0)	114 (11.0)	206 (6.6)
Myxozoa	Dinophyceae	70 (1.41)	28 (1.35)	9 (0.55)	22 (1.75)	133 (2.6)	34 (1.4)	11 (1.0)	23 (2.2)	82 (2.6)
	Ebriophyceae	2 (0.04)	-	-	-	8 (0.15)	-	1 (0.1)	-	-
Всего таксонов видового и подвидового рангов		4953	2067	1574	1254	5188	2337	1092	1033	3124

~

Примечание. В скобках указана доля в процентах.

Таблица 3

Место таксонов высшего ранга (отделов и классов водорослей) в сравниваемых флорах

Таксон высшего ранга	Великобритания	Словения	Монголия	Израиль	Украина	Беларусь	Карелия	Оренбуржье	Якутия
Cyanobacteria	3	3	3	3	4	3	3	3	3
Vacillariophyta	1	2	1	1	3	1	1	2	2
Chrysophyceae	4	-	-	-	-	-	4	-	4
Zygnematorphyceae	-	1	-	-	2	-	-	-	-
Chlorophyta (все классы)	2	4	2	2	1	2	2	1	1
Euglenozoa	-	-	4	4	-	4	-	4	6

Таблица 4

**Ведущие семейства альгофлоры южной части
Дальнего Востока**

Ведущее семейство	Число видов и внутривидовых таксонов	Доля от общего числа таксонов, %
<i>Desmidiaceae</i>	451 (669)	18.3
<i>Euglenaceae</i>	121 (171)	4.7
<i>Naviculaceae</i>	123 (163)	4.5
<i>Pinnulariaceae</i>	103 (140)	3.8
<i>Bacillariaceae</i>	104 (132)	3.6
<i>Closteriaceae</i>	61 (105)	2.9
<i>Cymbellaceae</i>	83 (96)	2.6
<i>Nostocaceae</i>	65 (90)	2.5
<i>Scenedesmaceae</i>	75 (88)	2.4
<i>Eunotiaceae</i>	64 (84)	2.3

мейство *Euglenaceae*, занимающее второе место, насчитывает в четыре раза меньше таксонов – 171. Наибольшим разнообразием характеризуется род *Trachelomonas*, включающий 56 видов (с учетом разновидностей – 87) и занимающий восьмое место среди ведущих родов альгофлоры. Следует отметить, что, занимая высокие позиции в спектрах ведущих семейств, представители эвгленовых водорослей не играют сколько-нибудь значительной роли в составе сообществ водорослей. Далее разница в количестве видов не столь велика и различается лишь на десятки таксонов. Третье место принадлежит семейству *Naviculaceae* (163 таксона). В составе семейства имеется 14 родов, самым крупным из которых является род *Navicula*. Хотя в результате ряда таксономических преобразований он был разделен на несколько самостоятельных, тем не менее он продолжает сохранять лидирующие позиции в составе ведущих родов, находясь на пятом месте (76 видов, включая внутривидовые таксоны – 101). На четвертом месте находится семейство *Pinnulariaceae* (140 таксонов). Род *Pinnularia* (101 вид, 138 внутривидовых таксонов) является самым крупным из диатомовых водорослей и в составе альгофлоры занимает второе место после рода *Cosmarium*.

По мнению М.В. Гецен, к числу свойственных северу семейств принадлежат *Closteriaceae*, *Eunotiaceae*, *Fragilariaceae* и *Achnantheaceae* (Гецен, 1985). Видовое разнообразие этих семейств отражает голарктические черты флор Северного полушария. По нашим данным, только два первых входят в десятку ведущих семейств юга ДВ России. В результате глубоких таксономических преобразований содержание семейств *Achnantheaceae* и *Fragilariaceae* сильно изменилось. Однако, если рассматривать их в рамках ранее принятых систем (Забелина и др., 1951), то они, без сомнения, вошли бы в десятку ведущих.

Следует отметить, что сравнительный анализ спектра ведущих семейств юга ДВ России с другими регионами показал, с одной стороны, наличие общих черт, а с другой – каждый район имеет характерные особенности, присущие только определенной территории. Так, во флорах практически всех сравниваемых регионов на первые места по наполненности выходят семейства *Naviculaceae*, *Desmidiaceae* и *Euglenaceae* (табл. 5). Семейство *Desmidiaceae* выпадает из состава ведущих семейств (и, см. ниже, родов) только в альгофлоре Израиля, так как в силу природных условий практически отсутствуют водоемы, пригодные для обитания десмидиевых водорослей. В целом альгофлора Израиля характеризуется весьма своеобразным набором семейств: только здесь в ряд ведущих попадают такие семейства, как *Merismopediaceae*, *Synechococcaceae* и *Surirellaceae*. В альгофлоре Монголии семейство *Euglenaceae* стоит только на 16-м месте. Середина спектра почти для всех регионов представлена семействами *Bacillariaceae* (= *Nitzschiaceae*), *Cymbellaceae* и *Scenedesmaceae*. Во многих альгофлорах семейство *Oscillatoriaceae* прочно занимает четвертую позицию. Третье место семейства *Chlamydomonadaceae* (Украина), пятое семейства *Zygnemataceae* (Словения), так же как и седьмую позицию семейства *Synuraceae* (Карелия), по-видимому, можно объяснить тем, что изучению представителей этих таксономических групп было уделено особое внимание.

Одним из показателей особенностей флоры водорослей различных природных зон являются родовые спектры, отражающие основные типологические особенности водоемов конкретного региона. Отмечается, что, как правило, в родовые спектры входят наиболее крупные роды из разных отделов, однако помимо факта вхождения какого-либо рода в родовой спектр информативным является ранговое место рода, число таксонов в нем, а также вклад этого рода в формирование флоры.

Родовой спектр флоры водорослей юга Дальнего Востока состоит из представителей различных таксономических групп: наиболее многочисленны роды десмидиевых и диатомовых водорослей. Первое место безоговорочно занимает род *Cosmarium* – 164 вида (включая внутривидовые таксоны – 239), на втором месте *Pinnularia* – 101 (138), на третьем *Staurastrum* – 85 (119). Для большей наглядности нами приводится список 20 родов, ведущих по количеству видов и внутривидовых таксонов (табл. 6). Довольно значительные места занимают также эвгленовые водоросли и цианобактерии. Из зеленых водорослей только род *Desmodesmus* входит в двадчатку ведущих родов: 19 видов (27 внутривидовых таксонов), хотя если бы он учитывался вместе с родом *Scenedes-*

Таблица 5

Состав ведущих семейств сравнимых регионов

Семейство	Юг ДВ	Словения	Монголия	Израиль	Украина	Беларусь	Карелия	Оренбургье	Якутия
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Desmidiaceae</i>	669 (18.3) 1	383 (18.5) 1	124 (7.9) 1	-	795 (15.3) 1	181 (7.7) 2	104 (10.0) 2	46 (4.5) 6	298 (9.5) 2
<i>Euglenaceae</i>	171 (4.7) 2	117 (5.7) 3	-	92 (7.3) 2	441 (8.5) 2	177 (7.6) 3	33 (3.0) 10	114 (11.0) 1	177 (5.7) 3
<i>Naviculaeae</i>	163 (4.5) 3	209 (10.1) 2	95 (6.0) 2	228 (18.2) 1	90 (1.7) 9	309 (13.2) 1	131 (12.0) 1	98 (9.5) 2	311 (9.9) 1
<i>Pinnulariaceae</i>	140 (3.8) 4	Включено в <i>Naviculaeae</i>	59 (3.7) 6	Включено в <i>Naviculaeae</i>	91 (1.7) 8	Включено в <i>Naviculaeae</i>	Включено в <i>Naviculaeae</i>	Включено в <i>Naviculaeae</i>	Включено в <i>Naviculaeae</i>
<i>Bacillariaceae</i> (=Nitzschia)	132 (3.6) 5	64 (3.1) 8	77 (4.9) 3	74 (5.9) 3	89 (1.7) 10	-	34 (3.1) 9	54 (5.2) 5	86 (2.7) 6
<i>Closteriaceae</i>	105 (2.9) 6	Включено в <i>Desmidiaceae</i>	-	-	-	-	-	30 (2.9) 9	-
<i>Cymbellaceae</i>	96 (2.6) 7	Включено в <i>Naviculaeae</i>	65 (4.1) 5	Включено в <i>Naviculaeae</i>	-	78 (3.3) 6	42 (3.8) 5	27 (2.6) 10	76 (2.4) 8-9
<i>Nostocaceae</i>	90 (2.5) 8	-	36 (2.3) 8	33 (2.6) 7	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmaceae</i>	88 (2.4) 9	65 (3.1) 7	-	59 (4.7) 5	112 (2.2) 6	85 (3.6) 5	35 (3.2) 8	75 (7.2) 3	84 (2.7) 7
<i>Eunotiaceae</i>	84 (2.3) 10	-	-	-	-	70 (3.0) 7	50 (4.6) 4	-	-
<i>Oscillatoriaceae</i>	-	94 (4.55) 4	-	61 (4.9) 4	264 (5.1) 4	101 (4.3) 4	-	66 (6.4) 4	137 (4.4) 4
<i>Phormidiaceae</i>	-	70 (3.4) 6	39 (2.5) 7	52 (4.1) 6	Включено в <i>Oscillatoriaceae</i>	-	-	-	-
<i>Oedogoniaceae</i>	-	54 (2.6) 10	-	-	221 (4.3) 5	-	-	-	-
<i>Oocystaceae</i>	-	61 (2.95) 9	-	-	-	49 (2.1) 10	-	38 (3.7) 7	-

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Fragilariaceae</i>	-	-	$\frac{73(4.6)}{4}$	-	-	-	$\frac{55(5.0)}{3}$	$\frac{35(3.4)}{8}$	$\frac{88(2.8)}{5}$
<i>Microcystiaceae</i>	-	-	$\frac{34(2.15)}{9-10}$	-	-	-	-	-	-
<i>Achnantheae</i>	-	-	$\frac{34(2.15)}{9-10}$	-	-	$\frac{68(2.9)}{8}$	$\frac{38(3.5)}{6}$	-	-
<i>Merismopediaceae</i>	-	-	-	$\frac{31(2.5)}{8}$	-	-	-	-	-
<i>Synechococaceae</i>	-	-	-	$\frac{29(2.3)}{9}$	-	-	-	-	-
<i>Surirellaceae</i>	-	-	-	$\frac{28(2.2)}{10}$	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonadaceae</i>	-	-	-	-	$\frac{265(5.1)}{3}$	-	-	-	-
<i>Anabaenaceae</i>	-	-	-	-	$\frac{105(2.0)}{7}$	-	-	-	$\frac{73(2.3)}{10}$
<i>Ankistrodesmaceae</i>	-	-	-	-	-	$\frac{55(2.3)}{9}$	-	-	-
<i>Surirellaceae</i>	-	-	-	-	-	-	$\frac{36(3.3)}{7}$	-	-
<i>Zygnemataceae</i>	-	$\frac{72(3.5)}{5}$	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinobryaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	$\frac{76(2.4)}{8-9}$
Всего	1738 (47.7)	1189 (57.5)	636 (40.3)	687 (54.7)	2473 (47.6)	1173 (50.0)	558 (51.5)	583 (56.4)	1406 (45.0)

Примечание. В числителе – количество таксонов рангом ниже рода, в скобках – % от общего числа таксонов рангом ниже рода; в знаменателе – место, занимаемое семейством в альгофлоре.

Данные по Великобритании отсутствуют, так как в цитируемой монографии нет разделения на семейства (The freshwater..., 2002).

mis – 18 видов (22), как это было до систематического разделения этих двух родов, то мог бы оказаться в родовом спектре на 11-м месте.

Сравнивая родовые спектры других рассматриваемых территорий, можно отметить, что два первых места зачастую делят между собой роды *Cosmarium* и *Navicula*. Роды *Pinnularia* и *Eunotia* занимают места со 2-го по 10-е, *Staurastrum* – со 2-го по 7-е, *Nitzschia* – со 2-го по 8-е, *Closterium* – с 4-го по 10-е. Род *Gomphonema* практически всегда входит в лидирующую десятку, занимая в ней последнее место. Средние позиции занимают два рода цианобактерий: *Phormidium* и *Oscillatoria*. Род *Euastrum* только во флоре южной части российского ДВ входит в состав ведущих родов. Отмечены и “неожиданные” лидеры: первое место рода *Scenedesmus* для Оренбуржья, четвертое место *Chlamydomonas* для Украины (табл. 7). В сложении северных флор наиболее велика роль родов *Cosmarium* и *Staurastrum*, причем преобладание *Cosmarium* характерно для арктических флор, а рода *Staurastrum* – для более южных (Croasdale, 1965; Паламарь-Мордвинцева, 1982). Что касается диатомовых водорослей, то для северных территорий свойственно высокое биологическое разнообразие родов *Eunotia* и *Pinnularia* (Харитонов, 2010). Исходя из полученных нами данных, можно сделать вывод, что флора водорослей южной части российского Дальнего Востока имеет черты как северных, так и южных флор.

Таблица 6

**Ведущие роды
пресноводных водорослей южной части
Дальнего Востока**

№ п/п	Род	Число видов и внутривидовых таксонов	Доля от общего числа таксонов, %
1	<i>Cosmarium</i> Ralfs	164 (239)	6.5
2	<i>Pinnularia</i> Ehrenberg	101 (138)	3.8
3	<i>Staurastrum</i> (Meyen) Ralfs	85 (119)	3.3
4	<i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs	61 (105)	2.9
5	<i>Navicula</i> Bory	76 (101)	2.8
6	<i>Trachelomonas</i> Ehrenberg	56 (87)	2.4
7	<i>Nitzschia</i> Hassall	67 (81)	2.2
8	<i>Eunotia</i> Ehrenberg	61 (80)	2.2
9	<i>Gomphonema</i> Ehrenberg	46 (63)	1.7
10	<i>Euastrum</i> Ehrenberg ex Ralfs	38 (63)	1.7
11	<i>Surirella</i> Turpin	32 (56)	1.5
12	<i>Staurodesmus</i> Teiling	30 (48)	1.3
13	<i>Anabaena</i> Bory de Saint-Vincent ex Bornet et Flahault	29 (45)	1.2
14	<i>Cymbella</i> C. Agardh	33 (43)	1.2
15	<i>Phormidium</i> Kützing ex Gomont	35 (40)	1.1
16	<i>Cosmoastrum</i> Palamar-Mordvintseva	28 (36)	1.0
17	<i>Stauroneis</i> Ehrenberg	22 (35)	1.0
18	<i>Euglena</i> Ehrenberg	22 (28)	0.8
19	<i>Desmodesmus</i> (Chodat) An, Friedl et Hegewald	19 (27)	0.7
20	<i>Phacus</i> Dujardin	19 (25)	0.7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К настоящему моменту сводный таксономический список пресноводных водорослей южной части Дальнего Востока России включает 2887 видов (3646 видов и внутривидовых таксонов) из 574 родов, 212 семейств, 96 порядков, 29 классов и 11 отделов. Доминирующую роль в составе альгофлоры играют диатомовые водоросли, представленные 1079 видами (включая внутривидовые таксоны – 1408 форм) (38.6 %). Разнообразно представлены харовые водоросли: 583 вида (858 форм), зеленые водоросли: 463 вида (502 формы) и цианобактерии: 362 вида (410 форм), составляющие соответственно 23.5, 13.8 и 11.2 % от общего числа найденных водорослей. Практически равное количество форм насчитывают гетероконты и эвгленовые водоросли: 164 вида (179 форм) и 128 видов (178 форм). Обнаружено 82 вида водорослей из отдела мизозое-

вых (85 форм). Отделы красных, криптофитовых, цианидиофитовых и гаптофитовых водорослей составляют 13, 9, 3 и 1 вид соответственно.

Флора водорослей континентальной части юга Дальнего Востока характеризуется как богатая и разнообразная совокупность видов разных таксономических групп, среди которых доминируют представители отделов Bacillariophyta и Charophyta. Ведущие места в систематической структуре флоры занимают семейства *Desmidiaceae*, *Euglenaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae* и *Bacillariaceae*. Ведущими родами являются *Cosmarium*, *Pinnularia*, *Staurastrum*, *Closterium* и *Navicula*. Флора пресноводных водорослей южной части Дальнего Востока имеет черты как северных, так и южных флор и занимает весьма достойное место по биоразнообразию и степени изученности.

Таблица 7

Состав ведущих родов сравнимых регионов

Род	Юг ДВ	Велико-британия	Словения	Монголия	Израиль	Украина	Беларусь	Карелия	Оренбургье	Якутия
<i>Cosmarium</i>	239 (6.5) 1	428 (8.6) 1	166 (8.0) 1	45 (2.9) 4	-	387 (7.5) 1	70 (3.0) 3	40 (3.7) 3	25 (2.4) 8	154 (4.9) 1
<i>Pinnularia</i>	138 (3.8) 2	123 (2.5) 4	-	39 (2.5) 5	-	63 (1.2) 9-10	54 (2.3) 6	39 (3.6) 4	-	70 (2.2) 4
<i>Staurastrum</i>	119 (3.3) 3	213 (4.3) 2	63 (3.0) 3	-	-	94 (1.8) 7	-	-	-	-
<i>Closterium</i>	105 (2.9) 4	89 (1.8) 5	61 (2.95) 4	25 (1.6) 8	23 (1.8) 9	102 (2.0) 6	45 (2.0) 10	-	30 (2.9) 6	66 (2.1) 6-7
<i>Navicula</i>	101 (2.8) 5	190 (3.8) 3	77 (3.7) 2	91 (5.8) 1	72 (5.7) 1	72 (1.4) 8	155 (6.6) 1	53 (4.9) 1	49 (4.7) 2	145 (4.6) 2
<i>Trachelomonas</i>	87 (2.4) 6	54 (1.1) 8	-	-	-	205 (4.0) 2	84 (3.6) 2	-	44 (4.3) 4	68 (2.2) 5
<i>Nitzschia</i>	81 (2.2) 7	80 (1.6) 6	57 (2.75) 5	57 (3.6) 2	63 (5.0) 2	-	50 (2.1) 8	31 (2.8) 5-6	47 (4.5) 3	72 (2.3) 3
<i>Eunotia</i>	80 (2.2) 8	-	-	21 (1.3) 10	-	-	65 (2.8) 4	50 (4.6) 2	-	-
<i>Gomphonema</i>	63 (1.7) 9	-	-	28 (1.8) 7	26 (2.1) 7-8	-	-	28 (2.6) 7-8	24 (2.3) 9	-
<i>Euastrum</i>	63 (1.7) 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium</i>	-	75 (1.5) 7	44 (2.1) 8-9	-	-	182 (3.5) 3	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	-	50 (1.0) 9	-	-	44 (3.5) 3	-	-	-	53 (5.1) 1	60 (1.9) 10
<i>Spirogyra</i>	-	49 (1.0) 10	45 (2.2) 7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium</i>	-	-	48 (2.3) 6	22 (1.4) 9	31 (2.5) 6	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	-	44 (2.1) 8-9	-	42 (3.3) 4	110 (2.1) 5	49 (2.1) 9	-	40 (3.8) 5	65 (2.1) 8-9
<i>Cymbella</i>	-	-	38 (1.8) 10	48 (3.05) 3	-	-	59 (2.5) 5	31 (2.8) 5-6	22 (2.1) 10	65 (2.1) 8-9
<i>Surirella</i>	-	-	-	35 (2.2) 6	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i>	-	-	-	-	36 (2.9) 5	-	-	-	-	-
<i>Phacus</i>	-	-	-	-	26 (2.1) 7-8	63 (1.2) 9-10	-	-	29 (2.8) 7	-
<i>Fragilaria</i>	-	-	-	-	21 (1.7) 10	-	-	25 (2.3) 9	-	-
<i>Chlamydomonas</i>	-	-	-	-	-	157 (3.0) 4	-	-	-	-
<i>Achnanthes</i>	-	-	-	-	-	-	53 (2.3) 7	28 (2.6) 7-8	-	-
<i>Anabaena</i>	-	-	-	-	-	-	-	24 (2.2) 10	-	66 (2.1) 6-7
Всего	1020 (28.0)	1351 (27.2)	643 (30.9)	411 (26.15)	384 (30.6)	1372 (27.7)	684 (29.3)	349 (32.1)	363 (34.9)	831 (26.6)

Примечание. В числителе – количество таксонов рангом ниже рода, в скобках – % от общего числа таксонов рангом ниже рода; в знаменателе – место, занимаемое родом в альгофлоре.

ЛИТЕРАТУРА

- Барина С.С.** Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Барина, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Васильева И.И.** Эвгленовые и желтозеленые водоросли Якутии / И.И. Васильева. Л., 1987. 366 с.
- Васильева И.И.** Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии: Препринт / И.И. Васильева. Якутск, 1989. 48 с.
- Волошко Л.Н.** Современная система золотистых водорослей (Chrysophyta) // Бот. журн. 2008. Т. 93, № 8. С. 1250–1264.
- Гецен М.В.** Водоросли в экосистемах Крайнего Севера (на примере Большеземельской тундры) / М.В. Гецен. Л., 1985. 165 с.
- Дорофеюк Н.И.** Конспект флоры водорослей Монголии. Биологические ресурсы и природные условия Монголии: Тр. Совместной Российской-Монгольской комплексной биологической экспедиции / Н.И. Дорофеюк, Д. Цэцэгмаа. М., 2002. Т. 42. 285 с.
- Забелина М.М.** Диатомовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР / М.М. Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренко, В.С. Шешукова. М., 1951. Вып. 4. 619 с.
- Комаренко Л.Е.** Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии / Л.Е. Комаренко, И.И. Васильева. М., 1975. 423 с.
- Комаренко Л.Е.** Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии / Л.Е. Комаренко, И.И. Васильева. М., 1978. 284 с.
- Комулайнен С.Ф.** Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии / С.Ф. Комулайнен. Петрозаводск, 2004. 182 с.
- Комулайнен С.Ф.** Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология / С.Ф. Комулайнен, Т.А. Чекрыжева, И.Г. Вислянская. Петрозаводск, 2006. 81 с.
- Куликовский М.С.** Систематика и распространение диатомовых водорослей (Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) пресных вод России и сопредельных стран: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / М.С. Куликовский. М., 2016. 48 с.
- Медведева Л.А.** Систематическая структура альгофлоры Сихотэ-Алинского биосферного заповедника (Приморский край, Россия) // Альгология. 1999. Т. 9, № 3. С. 57–64.
- Медведева Л.А.** Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России / Л.А. Медведева, Т.В. Никулина. Владивосток, 2014. 271 с.
- Михеева Т.М.** Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т.М. Михеева. Минск, 1999. 396 с.
- Оглы З.П.** Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья: Каталог водорослей Верхнеамурского бассейна / З.П.Оглы, М.И. Качаева. Новосибирск, 1999. 91 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М.** Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2): Определитель пресноводных водорослей СССР / Г.М. Паламарь-Мордвинцева. Л., 1982. Вып. 11, ч. 2. 620 с.
- Разнообразие водорослей Украины** // Альгология. 2000. Т. 10, № 4. С. 1–309.
- Разнообразие растительного мира Якутии** / под ред. Н.С. Даниловой. Новосибирск, 2005. 328 с.
- Харитонов В.Г.** Конспект флоры диатомовых водорослей (Bacillariophyceae) Северного Охотоморья / В.Г. Харитонов. Магадан, 2010. 189 с.
- Царенко П.М.** Номенклатурно-таксономические изменения в системе “зеленых” водорослей // Альгология. 2005. Т. 15, № 4. С. 459–467.
- Шмидт В.М.** Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт. Л., 1984. 288 с.
- Юрцев Б.А.** Флора как природная система // Бюл. МОИП. Отд. биол. М., 1982. Т. 87, № 4. С. 3–22.
- Яценко-Степанова Т.Н.** Альгофлора Оренбуржья / Т.Н. Яценко-Степанова, Н.В. Немцева, С.В. Шабанов. Екатеринбург, 2005а. 202 с.
- Яценко-Степанова Т.Н., Немцева Н.В., Муравьева М.Е.** Эколого-структурный анализ альгофлоры Оренбуржья // Вестн. Оренбургского гос. ун-та. 2005б. № 12. С. 66–71.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.** Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Radiophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds.: P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Ruggell, 2006. V. 1. 755 p.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.** Bacillariophyta / Eds.: P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Ruggell, 2009. V. 2. 414 p.
- Anagnostidis K., Komárek J.** Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1. Introduction // Arch. Hydrobiol., Suppl. 1985. Bd 71, No. 3. Algal. Stud. 38/39. S. 291–302.
- Bukhtiyarova L.** Diatoms of Ukraine Inland waters / L. Bukhtiyarova. Kyiv, 1999. 133 p.
- Caraus I.** Algae of Romania. A distributional checklist of actual algae. Version 2.0 / I. Caraus. 2003. 694 p.
- Croasdale H.** Desmids of Devon Island, N.W.T., Canada // Trans. Amer. Microsc. Soc. 1965. V. 84, No. 3. P. 301–335.
- Cyanoprocaryotes and algae of continental Israel** / Eds.: E. Nevo, S. Wasser. Ruggell, 2000. 629 p.
- Guiry M.D., Guiry G.M.** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – URL: <http://www.algaebase.org>; searched on 05 December, 2012–28 October 2014.
- Hällfors G.** Checklist of Baltic Sea Phytoplankton Species: Baltic Sea Environment Proceedings / G. Hällfors. Helsinki, 2004. No. 95. 208 p.

John D.M. The freshwater algal flora of the British Isles / D.M. John, B.A. Whitton, A.J. Brook. Cambridge, 2002. 702 p.

Round F.E. The Diatoms. Biology et morphology of the genera / F.E. Round, R.M. Crawford, D.G. Mann. Cambridge, 1990. 747 p.

The freshwater algal flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae /

Eds.: D.M. John, B.A. Whitton, A.J. Brook. Cambridge, 2002. 702 p.

Vrhovšek D. Monograph on freshwater and terrestrial algae in Slovenia / D. Vrhovšek, G. Kosi, A. Krivograd Klemenčič, N. Smolar-Žvanut-Ljubljana, 2006. 172 p.

Willis J.C. The birth and spread of plants / J.C. Willis. Geneva Boissiera, 1949. V. 8. 561 p.

*Поступила в редакцию 18.02.2018 г.,
после доработки – 22.03.2018 г.,
принята к публикации 05.02.2019 г.*