

**ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
АЛЬГОФЛОРЫ БАСЕЙНА РЕКИ РАЗДОЛЬНОЙ
(ПРИМОРЬЕ)**

Т.В. Никулина

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток 690022 Россия. E-mail: nikulina@ibss.dvo.ru*

Альгофлора бассейна р. Раздольная характеризуется высоким видовым разнообразием водорослей, она представлена 753 видами, разновидностями и формами из 9 отделов. Основу альгофлоры составляют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, среди них наиболее представительны семейства Pinnulariaceae, Bacillariaceae и Naviculaceae. Выявлены четыре самых крупных в данной флоре рода водорослей: *Pinnularia* Ehr., *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass. и *Eunotia* Ehr.

Эколого-географический анализ флоры водорослей бассейна р. Раздольная показал преобладание бентосных, олигогалобных, алкалофильных и индифферентных к pH среды видов, а также присутствие высокого процента олигосапробионтных и бетамезосапробионтных организмов. Большое число бореальных и аркто-альпийских видов являются массовыми и доминирующими в альгосообществах.

**TAXONOMY STRUCTURE AND ECOLOGY-GEOGRAPHICAL
CHARACTERISTIC OF RAZDOLNAYA RIVER BASIN
(PRIMORYE)**

T.V. Nikulina

*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
100 letiya Vladivostoku Avenue, Vladivostok 690022 Russia. E-mail: nikulina@ibss.dvo.ru*

Algal flora of Razdolnaya River basin is represented by 753 species, varieties and forms from 9 divisions. Divisions Bacillariophyta, Chlorophyta and Cyanophyta are the most numerous and various. The families Pinnulariaceae, Bacillariaceae and Naviculaceae dominate in the algal flora. The genera *Pinnularia* Ehr., *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass. and *Eunotia* Ehr. include maximum number of taxa and head the genera list.

Benthic, oligohalobic, alkaliphilous and indifferent to pH of water forms, o-saprobionts and β -mesosaprobionts organisms are prevailing in freshwater algal flora of Razdolnaya River basin.

Таксономическая структура альгофлоры

Таксономическая структура, определенная видовым разнообразием и соотношением таксонов надвидового ранга, является важнейшей характеристикой любых биологических сообществ и имеет огромное значение, в частности, при анализе региональной альгофлоры (Гецен, 1985; Комулайнен, 2004).

Исследование флоры водорослей бассейна р. Раздольная проводилось с 1984 по 2003 г. на 54 гидробиологических станциях, расположенных на реках Раздольной, Комаровке, Борисовке, Кипарисовке, Раковке, Лихачевке и Раковском водохранилище.

Альгофлора бассейна р. Раздольная представлена 614 видами (с учетом разновидностей и форм – 753 таксонами), объединенными в 162 рода, 85 семейств, 41 порядок, 15 классов и 9 отделов. Таксономический состав альгофлоры водоемов и водотоков р. Раздольная представлен в табл. 1. В общее число таксонов включены пять нитчатых водорослей из отдела Chlorophyta (*Bulbochaete* sp. ster., *Oedogonium* sp. ster., *Mougeotia* sp. ster., *Spirogyra* sp. ster., *Zygnema* sp. ster.) и одна нитчатка из отдела Xanthophyta (*Vaucheria* sp. ster.), которые были найдены в стерильном состоянии и поэтому не определенные до вида; а также согласно литературным данным включены не идентифицированные до вида представители родов *Nostoc* Vauch. ex Born. et Flah., *Anabaena* Bory. ex Born. et Flah., *Cylindrospermum* Kütz. ex Born. et Flah., *Rivularia* (Roth) Ag. ex Born. et Flah. из отдела Cyanophyta, *Euglena* Ehr. из отдела Euglenophyta, *Batrachospermum* Roth из отдела Rhodophyta и *Surirella* Turp. из отдела Bacillariophyta (Хахина, 1931, 1934, 1936; Кухаренко, Медведева, 1978; Кухаренко и др., 1984).

Таблица 1

Таксономический состав водорослей бассейна р. Раздольная

№ п/п	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Разновидность и форма	Процентное соотношение, %
1	Cyanophyta	3	5	15	27	64	69	9,1
2	Euglenophyta	1	1	1	5	26	28	3,7
3	Dinophyta	1	1	1	3	5	5	0,7
4	Chrysophyta	1	2	2	5	6	6	0,8
5	Bacillariophyta	3	18	35	67	373	489	64,9
6	Xanthophyta	1	2	2	2	5	5	0,7
7	Rhodophyta	1	1	2	2	2	2	0,3
8	Chlorophyta	3	10	25	49	130	146	19,4
9	Charophyta	1	1	2	2	3	3	0,4
	Всего	15	41	85	162	614	753	100

Основу видового разнообразия альгофлоры бассейна р. Раздольная формируют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, их суммарное видовое разнообразие составляет 93,4 % общего видового состава флоры. Преобладание данных групп водорослей является обычным для альгофлор, описываемых как для отдельных водосборов различной величины рек, так и для более масштабных территорий (Заходнова, 1984; Левадная, 1977, 1986; Гецен, 1985; Васильева, 1989; Потапова, 1992, 1993; Оглы, Качаева, 1999; Разнообразие водорослей Украины, 2000; Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002; Комулайнен, 2002, 2004; Медведева, Сиротский, 2002).

Наиболее многочисленными и разнообразными в видовом отношении являются диатомовые водоросли (отдел Bacillariophyta), этот отдел насчитывает 373 вида, а с учетом таксонов внутривидового ранга – 489 представителей, что составляет 64,9 % общего видового состава. Для флоры водорослей бассейна р. Раздольная выделены 18 семейств, состав которых представлен 10 и более таксонами рангом ниже вида (табл. 2). В этот ранжированный список ведущих семейств включены одиннадцать из отдела диатомовых водорослей, из них четыре являются ключевыми в альгофлоре, а именно: Pinnulariaceae – 50 видов (68 разновидностей и форм), Bacillariaceae – 46 (50), Naviculaceae – 44 (50) и Fragilariaceae – 26 (45). Указанные семейства объединяют 213 таксонов видового и внутривидового ранга, что составляет третью часть от всего состава альгофлоры. К ведущим отнесены еще семь семейств диатомовых водорослей – Gomphonemataceae, Eunotiaceae, Cymbellaceae, Achnanthaceae, Surirellaceae, Rhopalodiaceae, Diatomaceae, они содержат от 10 до 34 таксонов.

Для альгофлоры бассейна р. Раздольная выявлено 17 ведущих родов из диатомовых, зеленых, синезеленых и эвгленовых водорослей, каждый из которых содержит 10 и

Таблица 2

Ведущие семейства в альгофлоре р. Раздольная

№ п/п	Отдел	Семейство	Род	Вид	Разновидность и форма	Процентное соотношение, %
1	Bacillariophyta	Pinnulariaceae	3	50	68	9,3
2	Bacillariophyta	Bacillariaceae	5	46	50	6,6
3	Bacillariophyta	Naviculaceae	1	44	50	6,6
4	Bacillariophyta	Fragilariaceae	10	26	45	6,0
5	Chlorophyta	Desmidiaceae	10	35	39	5,2
6	Bacillariophyta	Gomphonemataceae	4	24	34	4,5
7	Bacillariophyta	Eunotiaceae	1	23	34	4,5
8	Bacillariophyta	Cymbellaceae	4	29	33	4,4
9	Euglenophyta	Euglenaceae	5	26	28	3,7
10	Cyanophyta	Oscillatoriaceae	3	24	27	3,6
11	Chlorophyta	Closteriaceae	1	19	27	3,6
12	Bacillariophyta	Achnantheaceae	1	20	25	3,3
13	Bacillariophyta	Surirellaceae	3	18	25	3,3
14	Chlorophyta	Scenedesmaceae	3	15	18	2,4
15	Bacillariophyta	Rhopalodiaceae	2	9	16	2,1
16	Cyanophyta	Anabaenaceae	3	10	10	1,3
17	Chlorophyta	Chaetophoraceae	3	10	10	1,3
18	Bacillariophyta	Diatomaceae	2	8	10	1,3

более видов, разновидностей и форм (табл. 3). В этом списке диатомеи занимают пять верхних позиций, это роды: *Pinnularia* Ehr. – 40 видов (56 внутривидовых таксонов), *Navicula* Bory – 44 (50), *Nitzschia* Hass. – 32 (34), *Eunotia* Ehr. – 23 (34), *Gomphonema* (Ag.) Ehr. – 20 (28). Кроме них еще семь родов отнесены к ведущим в альгофлоре бассейна р. Раздольная: *Achnanthes* Bory, *Cymbella* Ag., *Surirella* Turp., *Neidium* Pfitzer, *Syne-*

Таблица 3

Ведущие роды в альгофлоре р. Раздольная

№ п/п	Отдел	Род	Вид	Разновидность и форма	Процентное соотношение, %
1	Bacillariophyta	<i>Pinnularia</i>	40	56	7,4
2	Bacillariophyta	<i>Navicula</i>	44	50	6,6
3	Bacillariophyta	<i>Nitzschia</i>	32	34	4,5
4	Bacillariophyta	<i>Eunotia</i>	23	34	4,5
5	Bacillariophyta	<i>Gomphonema</i>	20	28	3,7
6	Chlorophyta	<i>Closterium</i>	19	27	3,9
7	Bacillariophyta	<i>Achnanthes</i>	20	25	3,3
8	Bacillariophyta	<i>Cymbella</i>	19	21	2,8
9	Bacillariophyta	<i>Surirella</i>	16	21	2,8
10	Chlorophyta	<i>Cosmarium</i>	15	17	2,3
11	Euglenophyta	<i>Trachelomonas</i>	12	13	1,7
12	Chlorophyta	<i>Scenedesmus</i>	10	13	1,7
13	Bacillariophyta	<i>Neidium</i>	8	13	1,7
14	Bacillariophyta	<i>Synedra</i>	7	13	1,7
15	Bacillariophyta	<i>Fragilaria</i>	6	12	1,6
16	Bacillariophyta	<i>Caloneis</i>	9	11	1,5
17	Cyanophyta	<i>Phormidium</i>	8	10	1,3

dra Ehr., *Fragilaria* Lyngb., *Caloneis* Cl., они включают от 11 до 25 таксонов. Полный родовой спектр отдела Bacillariophyta приведен в табл. 4. В исследованной альгофлоре наблюдается высокое содержание монотипных родов, например 20 родов диатомовых водорослей содержат 1 таксон рангом ниже вида, 25 родов – от 2 до 5, и только четыре рода – более 30 внутривидовых таксонов (табл. 5). По мнению ряда авторов (Ребристая, 1977; Харитонов, 1981; Гецен, 1985; Васильева, 1989), подобная ситуация является отличительной чертой для северных флор как высших, так и низших растений.

Таблица 4

Родовая структура диатомовых водорослей

№ п/п	Род	Вид	Разновидность и форма	№ п/п	Род	Вид	Разновидность и форма
1	<i>Thalassiosira</i>	1	1	35	<i>Cocconeis</i>	4	7
2	<i>Stephanodiscus</i>	1	1	36	<i>Achnantheidium</i>	1	1
3	<i>Cyclotella</i>	3	3	37	<i>Eucocconeis</i>	1	1
4	<i>Coscinodiscus</i>	2	2	38	<i>Cavinula</i>	1	1
5	<i>Melosira</i>	2	2	39	<i>Cosmioneis</i>	1	1
6	<i>Aulacoseira</i>	6	8	40	<i>Diadesmis</i>	2	3
7	<i>Odontella</i>	1	1	41	<i>Luticula</i>	3	3
8	<i>Rhizosolenia</i>	1	2	42	<i>Amphipleura</i>	1	1
9	<i>Chaetoceros</i>	3	3	43	<i>Frustulia</i>	2	6
10	<i>Asterionella</i>	2	2	44	<i>Brachysira</i>	1	1
11	<i>Ctenophora</i>	1	1	45	<i>Neidium</i>	8	13
12	<i>Fragilaria</i>	6	12	46	<i>Fallacia</i>	2	2
13	<i>Fragilariforma</i>	3	4	47	<i>Sellaphora</i>	3	4
14	<i>Hannaea</i>	1	4	48	<i>Caloneis</i>	9	11
15	<i>Pseudostaurosira</i>	1	1	49	<i>Chamaepinnularia</i>	1	1
16	<i>Staurosira</i>	1	4	50	<i>Pinnularia</i>	40	56
17	<i>Staurosirella</i>	2	2	51	<i>Diploneis</i>	5	5
18	<i>Synedra</i>	7	13	52	<i>Navicula</i>	44	50
19	<i>Tabularia</i>	2	2	53	<i>Gyrosigma</i>	7	7
20	<i>Diatoma</i>	6	8	54	<i>Pleurosigma</i>	1	1
21	<i>Meridion</i>	1	2	55	<i>Craticula</i>	1	2
22	<i>Tabellaria</i>	2	2	56	<i>Stauroneis</i>	4	7
23	<i>Eunotia</i>	23	34	57	<i>Amphora</i>	5	5
24	<i>Mastogloia</i>	1	1	58	<i>Bacillaria</i>	1	1
25	<i>Rhoicosphenia</i>	1	1	59	<i>Denticula</i>	2	2
26	<i>Brebissonia</i>	1	1	60	<i>Hantzschia</i>	3	5
27	<i>Cymbella</i>	19	21	61	<i>Nitzschia</i>	32	34
28	<i>Encyonema</i>	4	6	62	<i>Tryblionella</i>	8	8
29	<i>Placoneis</i>	5	5	63	<i>Epithemia</i>	3	6
30	<i>Didymosphenia</i>	1	1	64	<i>Rhopalodia</i>	6	10
31	<i>Gomphoneis</i>	2	3	65	<i>Cymatopleura</i>	1	3
32	<i>Gomphonema</i>	20	28	66	<i>Stenopterobia</i>	1	1
33	<i>Reimeria</i>	1	1	67	<i>Surirella</i>	16	21
34	<i>Achnanthes</i>	20	25		<i>Bcero</i>	373	489

К отделу диатомовых водорослей относятся и самые массовые виды: *Melosira varians*, *Fragilaria vaucheriae*, *Hannaea arcus*, *Synedra inaequalis*, *Meridion circulare*, *Cymbella affinis*, *C. turgidula*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Achnanthes lanceolata*, *Achnantheidium minutissimum*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*.

Отдел зеленых водорослей (Chlorophyta), представленный 130 видами (146 таксонами), 49 родами, 25 семействами, 10 порядками и 3 классами, занимает второе место по величине видового разнообразия и составляет 19,4 % от общего числа флоры водорослей бассейна р. Раздольная. К числу ведущих семейств отнесены четыре, одно из них – семейство Desmidiaceae, представленное 35 видами (39 внутривидовыми таксонами), занимает наиболее высокую позицию в ранжированном списке, в который включены также Closteriaceae – 19 (27), Scenedesmateae – 15 (18), Chaetophoraceae – 10 (10) (табл. 2). Данные семейства зеленых водорослей составляют 12,5 % от общего видового состава. По числу видов наиболее богаты три рода зеленых водорослей: *Closterium* Nitzsch – 19 видов (27 разновидностей и форм), *Cosmarium* Corda – 15 (17), *Scenedesmus* Meyen – 10 (13) (табл. 3). Полная родовая структура зеленых водорослей приведена в табл. 6, из которой

Таблица 5

Число родов по содержанию внутривидовых таксонов водорослей

№ п/п	Отдел	Число внутривидовых таксонов в роде				
		1	2-5	6-10	11-30	>30
1	Cyanophyta	15	8	4	0	0
2	Euglenophyta	1	2	1	1	0
3	Dinophyta	2	1	0	0	0
4	Chrysophyta	4	1	0	0	0
5	Bacillariophyta	20	25	10	8	4
6	Xanthophyta	1	1	0	0	0
7	Rhodophyta	2	0	0	0	0
8	Chlorophyta	28	16	2	3	0
9	Charophyta	1	1	0	0	0
	Всего	74	55	17	12	4

Таблица 6

Родовая структура зеленых водорослей

№ п/п	Род	Вид	Разновидность и форма	№ п/п	Род	Вид	Разновидность и форма
1	<i>Chlamydomonas</i>	1	1	26	<i>Oedogonium</i>	3	3
2	<i>Eudorina</i>	1	1	27	<i>Chlorhormidium</i>	1	1
3	<i>Gonium</i>	1	1	28	<i>Ulothrix</i>	7	7
4	<i>Pandorina</i>	1	1	29	<i>Chaetophora</i>	1	1
5	<i>Tetraspora</i>	1	1	30	<i>Draparnaldia</i>	2	2
6	<i>Palmella</i>	1	1	31	<i>Stigeoclonium</i>	7	7
7	<i>Sphaerocystis</i>	1	1	32	<i>Cladophora</i>	2	2
8	<i>Hydrodictyon</i>	1	1	33	<i>Gemmiphora</i>	1	1
9	<i>Pediastrum</i>	3	3	34	<i>Sphaeroplea</i>	1	1
10	<i>Micractinium</i>	1	1	35	<i>Zygnema</i>	2	2
11	<i>Dictyosphaerium</i>	1	2	36	<i>Mougeotia</i>	1	1
12	<i>Palmodictyon</i>	2	2	37	<i>Spirogyra</i>	3	3
13	<i>Chlorella</i>	1	1	38	<i>Penium</i>	1	1
14	<i>Siderocelis</i>	1	1	39	<i>Closterium</i>	19	27
15	<i>Francoia</i>	1	1	40	<i>Cosmarium</i>	15	17
16	<i>Ankistrodesmus</i>	1	1	41	<i>Cosmoastrum</i>	1	1
17	<i>Chlorolobion</i>	1	1	42	<i>Desmidium</i>	2	2
18	<i>Kirchneriella</i>	1	1	43	<i>Euastrum</i>	3	4
19	<i>Monoraphidium</i>	4	4	44	<i>Hyalotheca</i>	1	1
20	<i>Actinastrum</i>	1	1	45	<i>Pleurotaenium</i>	3	4
21	<i>Coelastrum</i>	2	2	46	<i>Spondylosium</i>	1	1
22	<i>Crucigenia</i>	1	1	47	<i>Staurastrum</i>	5	5
23	<i>Scenedesmus</i>	10	13	48	<i>Staurodesmus</i>	3	3
24	<i>Tetrastrum</i>	4	4	49	<i>Xanthidium</i>	1	1
25	<i>Bulbochaete</i>	1	1		Всего	130	146

видно, что в данной группе водорослей наблюдается преобладание монотипных родов, их число составляет 28. Количество родов, в состав которых входит два вида и более, достигает 21, а, роды, содержащие свыше тридцати таксонов отсутствуют (табл. 5).

Немногие представители отдела Chlorophyta достигают массового развития в альгосообществах, поэтому к массовым можно отнести несколько видов нитчатых водорослей, таких как *Spirogyra neglecta*, *Ulothrix variabilis*, *U. zonata*, *Stigeoclonium tenue*, а также стерильные формы из родов *Spirogyra* Link., *Oedogonium* Link. и *Mougeotia* Ag.

Довольно разнообразно представлены синезеленые водоросли (отдел Cyanophyta) – 64 видами (69 внутривидовыми таксонами) из 27 родов, 15 семейств, 5 порядков и 3 классов, вклад синезеленых водорослей в видовое разнообразие альгофлоры составил 9,1 %. Два семейства синезеленых водорослей содержат значительное число видов: Oscillatoriaceae – 24 (27 разновидностей и форм) и Anabaenaceae – 10 (10), они объединяют 4,9 % от общего числа таксонов альгофлоры (табл. 2). К ведущим родам флоры водорослей бассейна р. Раздольная можно отнести только один – род *Phormidium* Kütz., содержащий 8 видов, а с учетом видов, разновидностей и форм – 10 таксонов (табл. 3). Родовая структура синезеленых водорослей (табл. 7) содержит 15 одновидовых родов, восемь родов, представленных от 2 до 5 таксонами, и четыре рода, в состав которых входят от 6 до 10 внутривидовых таксонов (табл. 5).

Т а б л и ц а 7

Родовая структура синезеленых водорослей

№ п/п	Род	Вид	Разновидность и форма	№ п/п	Род	Вид	Разновидность и форма
1	<i>Rhabdoderma</i>	1	1	15	<i>Schizothrix</i>	1	1
2	<i>Dactyloccopsis</i>	1	1	16	<i>Amorphonostoc</i>	1	1
3	<i>Merismopedia</i>	4	4	17	<i>Nostoc</i>	1	1
4	<i>Aphanothece</i>	1	1	18	<i>Stratonostoc</i>	1	2
5	<i>Microcystis</i>	2	2	19	<i>Anabaena</i>	6	6
6	<i>Gloeocapsa</i>	3	3	20	<i>Cylindrospermum</i>	3	3
7	<i>Cyanarcus</i>	1	1	21	<i>Nodularia</i>	1	1
8	<i>Gomphosphaeria</i>	1	1	22	<i>Aphanizomenon</i>	1	1
9	<i>Chamaesiphon</i>	2	2	23	<i>Tolypothrix</i>	1	1
10	<i>Lyngbya</i>	9	9	24	<i>Calothrix</i>	1	1
11	<i>Oscillatoria</i>	7	8	25	<i>Gloeotrichia</i>	1	1
12	<i>Phormidium</i>	8	10	26	<i>Rivularia</i>	1	1
13	<i>Plectonema</i>	2	2	27	<i>Capsosira</i>	1	1
14	<i>Homoeothrix</i>	3	3		Всего	64	69

Несколько видов синезеленых водорослей были обычными и массово вегетировали в различных водорослевых сообществах, в обрастаниях – *Phormidium autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Homoeothrix simplex*, *H. varians* и в планктоне – *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*.

Видовое разнообразие эвгленовых водорослей (отдел Euglenophyta) значительно ниже, чем у диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей, и представлено 26 видами (28 таксонами рангом ниже вида), принадлежащими к 5 родам, 1 семейству, 1 порядку и 1 классу, и составляет 3,7 % от общего числа таксонов альгофлоры. Семейство Euglenaceae входит в первую десятку ведущих семейств в альгофлоре бассейна р. Раздольная (табл. 8). Самый представительный род эвгленовых водорослей *Trachelomonas* Ehr., в состав которого входят 12 видов (13 разновидностей и форм), в ранге ведущих родов занимает одиннадцатую позицию (табл. 3). Количественное содержание внутривидовых таксонов в других родах эвгленовых водорослей представлено в табл. 5. В составе альгосообществ эвгленовые водоросли встречаются, как правило, единично и не играют большой роли в формировании их структуры.

В альгофлоре бассейна р. Раздольная отмечено невысокое видовое разнообразие для динофитовых (отдел Dinophyta) и желтозеленых (отдел Xanthophyta) водорослей, содержащих по 5 видов (5 разновидностей и форм) и составляющих по 0,7 % от общего состава альгофлоры, а также для золотистых (отдел Chrysophyta) водорослей, представленных 6 видами (6 разновидностями и формами), т. е. 0,8 % от общего числа видов. Несмотря на такое незначительное видовое разнообразие, некоторые представители этих групп входят в доминирующие комплексы водорослей планктона и перифитона, например: *Ceratium hirundinella* и *Peridinium cinctum* (Dinophyta), *Dinobryon divergens* (Chrysophyta), *Tribonema vulgare* (Xanthophyta).

Самое низкое видовое разнообразие в альгофлоре отмечено среди харовых (отдел Charophyta) водорослей – 3 вида (3 внутривидовых таксона) и красных (отдел Rhodophyta) водорослей – 2 вида (2 внутривидовых таксона), т. е. 0,4 % и 0,3 % от общего состава альгофлоры соответственно. Наиболее распространенным и играющим значительную роль в перифитонных сообществах является вид *Chantransia chalybea* из красных водорослей.

Таким образом, при общей характеристике таксономического состава флоры водорослей бассейна р. Раздольная можно отметить, что 18 ведущих семейств альгофлоры охватывают 73 % всего видового состава, причем на долю диатомовых приходится более половины (51,9 %) общего таксономического списка альгофлоры. Согласно литературным данным, голарктические черты альгофлор Северного полушария характеризуется наибольшим видовым разнообразием семейств Naviculaceae (в настоящее время согласно современной номенклатурной системе диатомовых водорослей Раунда (Round, et al., 1990) из семейства Naviculaceae выделены Naviculaceae и Pinnulariaceae) и Desmidiaceae, которые, как правило, занимают самые высокие позиции в спектре семейств. И это свойственно многим описанным современным альгофлорам как крупных регионов: Украины, Восточной Финноскандии, Большеземельской тундры, Якутии, Чукотки, так и локальных флор: Сихотэ-Алинского, Лазовского заповедников (Паламарь-Мордвинцева, 1982; Гещен, 1985; Догадина, Кухаренко, 1990; Медведева, 1999; Комулайнен, 2004). Для альгофлоры бассейна р. Раздольная такое положение действительно лишь отчасти (табл. 2), возможно, такая ситуация объясняется отсутствием на обследованной территории большого количества озер, флора которых всегда имеет высокое содержание представителей десмидиевых водорослей. Но при списочном сравнении первого десятка ведущих семейств различных альгофлор наблюдаются лишь незначительные отличия в их составе. Например, при сравнении со спектром ведущих семейств Большеземельской тундры можно отметить замещение семейства Oocystaceae, присущего этому региону, на семейство Symbellaceae, характерное бассейну р. Раздольная; при сравнении с альгофлорой Восточной Финноскандии – семейство Achnantheaceae, входящее в десятку крупнейших семейств этой флоры, замещается семейством Bacillariaceae, характерным десятке флоры р. Раздольная; различие с флорой Сихотэ-Алинского заповедника – семейство Surirellaceae, присущее заповеднику, в исследованной нами альгофлоре замещается семейством Gomphonemataceae.

При сравнительной оценке относительного участия родов в альгофлоре р. Раздольная выявлены четыре самых крупных в данной флоре рода водорослей: *Pinnularia* Ehr., *Navicula* Vogt, *Nitzschia* Hass. и *Eunotia* Ehr. (их внутривидовое разнообразие превышает 30 таксонов). Ведущая роль названных родов отражает большую общность с альгофлорами Большеземельской тундры, Якутии, Чукотки и особенно с флорой Сихотэ-Алинского заповедника. Еще большее сходство с этими альгофлорами дает присутствие в флоре водорослей р. Раздольная большого числа одновидовых и маловидовых родов, которые составляют 45,7 и 34 % соответственно (в общей сложности – 79,7 %) от общего числа родов, при этом их совокупная доля от общего числа таксонов составляет 40 %. Является общепризнанным, что содержание высокого процента одно- и маловидовых родов является одной из основных особенностей северных флор.

Эколого-географическая характеристика

Водоросли – широко распространенные биологические организмы, они встречаются в различных водных, наземных и почвенных биотопах. Выделяется несколько экологических групп водорослей: планктонные, бентосные, наземные, почвенные, горячих источников, снега и льда, соленых водоемов и существующие в известковом субстрате (Водоросли, 1989). В реках, ручьях, озерах и временных водоемах водоросли заселяют все возможные местообитания, они прекрасно вегетируют непосредственно в толще воды водотоков и водоемов, на твердых и мягких грунтах, на поверхности погруженных в воду деревьев и высших водных растений, на стенах каменных и железобетонных гидросооружений. В настоящее время водоросли водной среды принято подразделять на две основные группы – планктонные и бентосные, которые в свою очередь дробятся на более мелкие: планктонные – на планктон и нейстон, бентосные – на эпилиты, эпипелиты, эндофиты, паразиты, эндосимбионты, водоросли перифитона и факультативно бентосные. Такое дробное подразделение не всегда является оправданным в силу недостаточной и неравномерной изученности местообитаний водорослей различной таксономической принадлежности, поэтому принято выделять еще несколько промежуточных экологических групп: бентосно-планктонные, эпифитные и бентосно-эпифитные. Таким образом, в экологической характеристике альгофлоры водоросли подразделяются нами на пять экологических групп: планктонные, бентосные, бентосно-планктонные, эпифитные и бентосно-эпифитные.

Экологический анализ флоры водорослей бассейна р. Раздольная показал, что сведения о приуроченности водорослей к определенной экологической группе известны для 752 таксонов, что составляет 99,9 % от общего числа видов, разновидностей и форм, отмеченных для альгофлоры в целом. Большинство найденных водорослей относится к обитателям обрастаний, т. е. группа бентосных видов представлена 530 таксонами или 70,4 % от общего числа таксонов (табл. 8). Как правило, бентосные группировки водорослей являются максимально обильными и разнообразными в видовом отношении.

Таблица 8

Распределение водорослей бассейна р. Раздольная по экологическим группам

Отдел	Местообитание						Всего	
	бентосные	планктонные	бентосно-планктонные	эпифитные	бентосно-эпифитные	нет данных		
Cyanophyta	33	15	16	5	-	-	69	
Euglenophyta	-	20	8	-	-	-	28	
Dinophyta	-	4	1	-	-	-	5	
Chrysophyta	1	4	-	1	-	-	6	
Bacillariophyta	427	31	23	3	4	1	489	
Xanthophyta	3	-	2	-	-	-	5	
Rhodophyta	2	-	-	-	-	-	2	
Chlorophyta	61	66	19	-	-	-	146	
Charophyta	3	-	-	-	-	-	3	
Всего	Таксон	530	140	69	9	4	1	753
	%	70,4	18,6	9,2	1,2	0,5	0,1	100

Преобладающими бентосными формами являются диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, но бесспорное большинство из них принадлежит диатомовым и составляет 56,7 % от общего числа таксонов в альгофлоре. Виды *Hannaea arcus*, *Synedra ulna*, *Diatoma hiemale*, *D. mesodon*, *Meridion circulare* var. *circulare* и var. *constrictum*, *Eunotia bilunaris*, *E. pectinalis*, *E. praerupta*, *Rhoicoshenia abbreviata*, *Cymbella affinis*,

C. tumida, *Encyonema silesiacum*, *Didymosphenia geminata*, *Gomphoneis olivaceum*, *G. angustatum*, *Reimeria sinuata*, *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Achnantheidium minutissimum*, *Hantzschia amphioxys*, *Epithemia adnata* и *Rhopalodia gibba* являются типичными представителями бентосных диатомей. Прикрепленные зеленые водоросли – это преимущественно нитчатые формы, среди них преобладают *Oedogonium oblongum*, *Oedogonium* sp. ster., *Ulothrix tenerrima*, *U. variabilis*, *U. zonata*, *Stigeoclonium attenuatum*, *S. tenue*, *Cladophora fracta*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogira* sp. ster. и *Mougeotia* sp. ster. Бентосные синезеленые водоросли представлены 33 таксонами, из них типичными представителями обрастаний можно назвать следующие виды: *Phormidium ambiguum*, *Ph. autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Homoeothrix simplex* и *H. varians*.

Значительное место в альгофлоре занимает группа планктонных видов, представленная 140 таксонами, т. е. 18,6 % от общего их числа, основными ее представителями являются зеленые, диатомовые и эвгленовые водоросли, составляющие 8,8, 4,1 и 2,7 % соответственно. Большинство планктонных форм зарегистрировано на нижних участках р. Раздольная и в Раковском водохранилище, здесь зеленые и диатомовые водоросли (*Aulacoseira ambigua*, *A. distans*, *A. granulata*, *A. italica* var. *tenuissima*, *Asterionella formosa* и *Fragilaria crotonensis*) являются основой доминирующих комплексов видов. Эвгленовые водоросли в планктоне таксономически разнообразны, но не достигают массового развития в альгосообществах. Менее многочисленны планктонные синезеленые водоросли, представленные 15 таксонами (2,0 % от общего числа таксонов альгофлоры). Тем не менее представители этого отдела: *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena affinis*, *A. flos-aquae*, *A. shermetievii* и *Aphanizomenon flos-aquae* – вызывают особенный интерес в силу своего огромного влияния на качество воды в водоемах, так как являются возбудителями цветения воды.

Группа бентосно-планктонных видов объединяет 69 таксонов, составляющих 9,2 % от общей численности флоры, наиболее яркими представителями этой экологической группы можно назвать *Euglena viridis* (эвгленовые), *Cyclotella meneghiniana*, *C. stelligera*, *Melosira varians*, *Diatoma vulgare*, *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa* (диатомовые), также представителей родов *Closterium* и *Cosmarium* (зеленые). Эпифитных водорослей отмечено 9 таксонов (1,2 %), а бентосно-эпифитных – четыре (0,5 %).

Водорослям, как группе в целом, свойственна широкая амплитуда устойчивости к содержанию солей в воде, но в природе существует сравнительно небольшое количество эвригалинных (способных существовать при разной солености) видов, большинство из них – стеногалинные виды (Водоросли, 1989). Некоторые виды водорослей, особенно из отдела Bacillariophyta, очень чувствительны к изменениям солености воды и являются хорошими индикаторами содержания минеральных солей в водоемах, среди них выделяют олигогалинные, мезогалинные, эвгалинные, ультрагалинные, пресноводные и другие виды. В настоящее время наиболее широко применяемой является шкала галобности Р. Колбе (Kolbe, 1927), уточненная для водоемов СССР А.И. Прошкиной-Лавренко (1953).

В альгофлоре бассейна р. Раздольная для 480 видов, разновидностей и форм водорослей известны данные по отношению к солености воды, это составляет 63,8 % от общего числа таксонов в альгофлоре изученного района (табл. 9). Среди них преобладают индифференты – 328 таксонов, на долю которых приходится 43,6 % от общего числа вариаций и форм. Составляют эту группу такие массовые виды, как *Fragilaria vaucheriae*, *Hannaea arcus*, *Synedra ulna*, *Cymbella affinis*, *C. tumida*, *Encyonema minuta*, *E. silesiacum*, *Achnantheidium minutissimum*, *Ulothrix zonata* и др. Гораздо менее многочисленными являются группы галофилов, галофобов и мезогалофов – 8,9, 6,4 и 4,1 % соответственно. Из доминантных форм можно отметить следующие таксоны, являющиеся галофилами: *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Diploneis elliptica*, *Navicula cryptocephala*, *N. cryptotenella*, *N. slesvicensis* и *Nitzschia frustulum*. Наиболее обычными и широко встречающимися являются виды-галофобы: *Meridion circulare* var. *circulare* и var. *constrictum*, *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*. Эвгалофы составляют незначитель-

ный процент (0,8 %) от общего числа таксонов, это планктонные виды, зарегистрированные в нижнем течении р. Раздольная, три вида из них являются массовыми и составляют основу доминирующего комплекса видов данного участка реки: *Rhizosolenia setigera* var. *arctica*, *Chaetoceros constrictus* и *Ch. decipiens*.

Таблица 9

Распределение водорослей бассейна р. Раздольная по отношению к солености

Отдел	Галобность						Всего	
	индифференты	галофилы	галофобы	мезогалофы	эвгалофы	нег данных		
Cyanophyta	13	9	1	1	-	45	69	
Euglenophyta	7	-	-	-	-	21	28	
Dinophyta	2	1	-	-	-	2	5	
Chrysophyta	4	-	-	-	-	2	6	
Bacillariophyta	250	50	40	30	6	113	489	
Xanthophyta	3	-	-	-	-	2	5	
Rhodophyta	-	-	-	-	-	2	2	
Chlorophyta	49	7	7	-	-	83	146	
Charophyta	-	-	-	-	-	3	3	
Всего	Таксон	328	67	48	31	6	273	753
	%	43,6	8,9	6,4	4,1	0,8	36,2	100

Активная реакция среды – pH имеет большое значение для жизнедеятельности водорослей. Наиболее показательными индикаторами к изменению pH среды являются диатомеи, также хорошо известна приуроченность к особым условиям среды водорослей из других отделов, например, в условиях с пониженной кислотностью наблюдается высокое видовое богатство ацидофильных десмидиевых водорослей, а в слабощелочных водах – харовых. По отношению к pH среды водоросли распределены в несколько экологических групп: алкалибионты, алкалофилы, индифференты, ацидофилы, ацидобионты.

Данные по отношению к pH среды известны для 384 видов, разновидностей и форм водорослей бассейна р. Раздольная, что составляет 51,0 % от общего числа зарегистрированных здесь таксонов (табл. 10). В перифитоне рек преобладают алкалофильные виды (21,8 %), наиболее постоянными и массовыми из них являются алкалофильные диатомовые водоросли: *Aulacoseira granulata*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria crotonensis*, *F. vaucheriae*, *Hannaea arcus*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Reimeria sinuata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* и др. Индифференты составляют 16,2 %, из них наиболее широко распространенными можно назвать *Achnanthydium minutissimum*, *Luticola mutica*, *Navicula slesvicensis* и *Nitzschia palea*, эти виды часто становятся определяющими в альгосообществах рек Раздольной, Комаровки и Раковки. Менее многочисленными в альгофлоре являются ацидофилы (9,0 %) и алкалибионты (3,9 %), а группа ацидобионтов представлена только одним видом (0,1 %).

Многие виды водорослей благодаря высокой чувствительности к присутствию в воде органических веществ являются хорошими индикаторами загрязнения вод органическими веществами и продуктами их распада. В альгологии наибольшее признание получила модификация системы определения сапробности, предложенной Р. Кольквитцем и М. Марссоном в 1908 г. (Водоросли, 1989). Согласно этой системе все водоемы в зависимости от степени их загрязнения органическими веществами подразделяют на олиго-, мезо- и полисапробные. Водоросли, способные развиваться и успешно вегетировать в воде с различной концентрацией веществ, растворенных в воде, являются видами-индикаторами или показателями качества воды. Одни виды существуют только в исключительно чистой воде, другие выдерживают значительные загрязнения, такая спо-

способность организмов выдерживать различную степень органического загрязнения воды называется сапробностью. Индикаторные виды подразделены в пять сапробиологических групп: ксеносапробионты (организмы, обитающие в очень чистых водах), олигосапробионты (организмы, обитающие в практически чистых водах), бетамезосапробионты (организмы, выдерживающие слабое органическое загрязнение и активно при нем развивающиеся), альфамезосапробионты (организмы, выдерживающие значительную степень органического загрязнения), полисапробионты (организмы, продолжающие жизнедеятельность в сильно загрязненных и сточных водах). Каждый из индикаторных видов имеет определенную степень сапробности, которая в свою очередь выражается индексом сапробности.

Таблица 10

Распределение водорослей бассейна р. Раздольная по отношению к рН воды

Отдел	Отношение к рН						Всего
	алкалибионты	алкалифилы	индифференты	ацидобионты	ацидофилы	нет данных	
Cyanophyta	-	2	5	-	-	62	69
Euglenophyta	-	-	-	-	-	28	28
Dinophyta	-	-	-	-	-	5	5
Chrysophyta	-	-	-	-	-	6	6
Bacillariophyta	29	160	98	1	37	164	489
Xanthophyta	-	-	-	-	-	5	5
Rhodophyta	-	-	-	-	-	2	2
Chlorophyta	-	2	19	-	31	94	146
Charophyta	-	-	-	-	-	3	3
Всего	Таксон	29	164	122	1	68	369
	%	3,9	21,8	16,2	0,1	9,0	49,0

Показателями степени сапробности воды являются 393 вида и разновидности водорослей альгофлоры, что составляет 52,2 % от общего числа видов. Группы олигосапробионтов и бетамезосапробионтов являются равноценно представленными, они объединяют чуть более 150 таксонов каждый и составляют 20,7 и 20,4 % от общего числа таксонов соответственно. Менее многочисленны группы ксеносапробионтов и альфамезосапробионтов, они включают 39 (5,2 %) и 38 (5,1 %) таксонов соответственно, а вклад группы полисапробионтов – 6 таксонов, т. е. 0,8 % от общего их числа (табл. 11).

Следующим важным аспектом характеристики флоры водорослей континентальных водоемов является географический элемент флоры. В настоящее время не существует единого мнения о географии водорослей континентальных водоемов. Одним из важных аспектов географии пресноводных водорослей является вопрос об их космополитном распространении. Существенным обстоятельством, способствующим широкому распространению водорослей, является их водная среда обитания, так как водная среда считается менее зависимой от климатических факторов, чем, например, воздух и почва. Предполагается, что многие водоросли имеют сниженный темп видообразования в связи с отсутствием у этих видов полового воспроизведения. Как следствие вид имеет тенденцию оставаться постоянным и тем самым получает возможность широкого географического распространения (Водоросли, 1989). Но названные аргументы в пользу космополитизма абсолютно всех видов водорослей являются малоубедительными, тем более что наличие определенных ботанико-географических закономерностей в распространении пресноводных водорослей подтверждено многочисленными исследованиями. Как правило, географический анализ водорослей проводится для определенных отделов и порядков (Еленкин, 1938, 1949; Гецен, 1985; Васильева, 1989) или же описывается локальная флора, богатая эндемичными видами. Таким примером может служить альгофлора

Соотношение сапробионтных видов в альгофлоре бассейна р. Раздольная

№ п/п	Сапробиологическая группа	Степень сапробионности видов-индикаторов	Кол-во таксонов	% от общего числа таксонов	Кол-во таксонов	% от общего числа таксонов
1	Ксеносапробионты (χ), (S=0-0,50)	χ	20	2,7	39	5,2
		χ -o	13	1,7		
		o- χ	6	0,8		
2	Олигосапробионты (o), (S=0,51-1,50)	χ - β	4	0,5	154	20,4
		o	127	16,9		
		o- β	23	3,0		
3	Бетамезосапробионты (β), (S=1,51-2,50)	β -o	3	0,4	156	20,7
		o- α	3	0,4		
		β	130	17,2		
		β - α	20	2,7		
4	Альфамезосапробионты (α), (S=2,51-3,50)	α - β	5	0,7	38	5,1
		β - ρ	-	-		
		α	33	4,4		
		α - ρ	-	-		
5	Полисапробионты (ρ), (S=3,51-4,50)	ρ - α	3	0,4	6	0,8
		ρ	3	0,4		
	Нет данных		360	47,8	360	47,8
	Всего:		753	100	753	100

оз. Байкал, которая содержит около 100 эндемиков из отделов Chlorophyta и Bacillariophyta (Lake Baikal ..., 1998). Таким образом, система ботанической географии водорослей в настоящий период находится в стадии разработки и становления, и для некоторых видов в литературе приводится противоположная характеристика по географическому элементу флоры, это несколько осложнило задачу проведения географического анализа альгофлоры бассейна р. Раздольная.

Фитогеографический анализ флоры водорослей бассейна р. Раздольная показал, что наибольшее число таксонов (283, или 37,6 %) относится к широко распространенным или космополитным видам (табл. 12). Наиболее часто встречающимися в альгоценозах рек являются следующие представители этой группы: *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Phormidium autumnale*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare*, *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptocephala*, *Cymbella turgidula*, *Nitzschia dissipata*, *Sphaerocystis planctonica*, *Ulothrix variabilis*, *U. zonata* и мн. др.

Группа бореальных видов представлена 138 таксонами, т. е. 18,3 % от общего числа таксонов в альгофлоре. Эту группу составляют в основном диатомовые водоросли, например, такие виды как *Thalassiosira bramatputrae*, *Chaetoceros constrictus*, *Fragilaria crotonensis*, *Gomphonema parvulum*, *G. truncatum*, *G. angustatum*, *G. angustum*, *Gomphoneis olivaceum*, *Reimeria sinuata*, *Diploneis ovalis*, *Achnantheidium minutissimum*, *Nitzschia dissipata*, *Rhopalodia gibba*, *Surirella minuta*.

Представители аркто-альпийской географической группы являются малочисленными – 55 таксонов (7,3 %). Наиболее массовые аркто-альпийские виды в альгосообществах – *Aulacoseira distans*, *Chaetoceros decipiens*, *Hannaea arcus*, *Diatoma mesodon*, *Ta-bellaria flocculosa*, *Achnanthes laevis*, *Luticula mutica*.

В целом альгофлора бассейна р. Раздольная характеризуется высоким видовым разнообразием водорослей, ее основу составляют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, среди них наиболее представительны семейства Pinnulariaceae, Bacillariaceae и Naviculaceae.

Распределение водорослей бассейна р. Раздольная по географическим элементам

Отдел	Географический элемент				Всего	
	космополиты	бореальные	аркто-альпийские	нет данных		
Cyanophyta	20	-	1	48	69	
Euglenophyta	5	1	-	22	28	
Dinophyta	3	-	-	2	5	
Chrysophyta	6	-	-	-	6	
Bacillariophyta	149	137	52	151	489	
Xanthophyta	3	-	-	2	5	
Rhodophyta	2	-	-	-	2	
Chlorophyta	92	-	2	52	146	
Charophyta	3	-	-	-	3	
Всего	Таксон	283	138	55	277	753
	%	37,6	18,3	7,3	36,8	100

Эколого-географический анализ флоры водорослей бассейна р. Раздольная выявил преобладание бентосных, олигогалобных, алкалофильных и индифферентных к рН среды видов, а также присутствие высокого процента олигосапробионтных и бетамезосапробионтных видов. Большое число бореальных и аркто-альпийских видов являются массовыми и доминирующими в альгосообществах.

Литература

- Васильева И.И.* Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии. Препр. Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1989. 48 с.
- Водоросли. Справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
- Гецен М.В.* Водоросли в экосистемах Крайнего Севера (на примере Большеземельской тундры). Л.: Наука, 1985. 165 с.
- Догадина Т.В., Кухаренко Л.А.* Водоросли // Флора, микро- и лишенобиота Лазовского заповедника (Приморский край). Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С.10-35.
- Дорофеев Н.И., Цэцэгмаа Д.* Конспект флоры водорослей Монголии. М.: Наука, 2002. 285 с.
- Еленкин А.А.* Синезеленые водоросли СССР. Спец. часть. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. Вып. 1. 984 с.
- Еленкин А.А.* Синезеленые водоросли СССР. Спец. часть. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Вып. 2. 1908 с.
- Заходнова Т.А.* Микрофитобентос малых озер северо-запада и его роль в биотическом балансе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1984. 22 с.
- Комулайнен С.Ф.* Формирование структуры фитоперифитона рек Карелии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2002. 23 с.
- Комулайнен С.Ф.* Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финляндии. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2004. 182 с.
- Кухаренко Л.А., Медведева Л.А.* Водоросли // Флора и растительность Уссурийского заповедника. М.: Наука, 1978. С. 18-35.
- Кухаренко Л.А., Медведева Л.А., Баранова С.С., Меняшкина Р.И., Курганская Л.И., Гончар В.И.* Санитарно-биологическая характеристика некоторых водоемов Приморского края // Систематико-флористические исследования споровых растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 117-137.
- Левадная Г.Д.* Фитобентос среднего и нижнего Енисея // Природные комплексы низших растений Западной Сибири. Новосибирск: Наука СО, 1977. С. 21-44.
- Левадная Г.Д.* Микрофитобентос реки Енисей. Новосибирск: Наука, 1986. 286 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., Сиротский С.Е. Аннотированный список водорослей реки Амур и водоемов его придаточной системы // Биогеохимические и геоэкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Вып. 12. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 130-218.
- Оглы З.П., Качаева М.И. Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья. Каталог водорослей Верхнеамурского бассейна. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. 91 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. Десмидиевые водоросли Украинской ССР (Морфология, систематика, филогения, пути эволюции, флора и географическое распространение). Киев: Наук. думка, 1982. 237 с.
- Потапова М.Г. Состав и распределение сообществ прикрепленных водорослей малых рек бассейна Верхней Колымы // Ботан. журн. 1992. Т. 77, вып. 1. С. 83-91.
- Потапова М.Г. Экология водорослей рек Охотско-Колымского нагорья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1993. 26 с.
- Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли – показатели солености воды // Диатомовый сборник. Л.: Изд-во ЛГУ, 1953. С. 186-205.
- Разнообразие водорослей Украины / под ред. Вассера С.П., Царенко П.М. // Альгология. 2000. Т. 10, №4. 309 с.
- Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Л., 1977. 334 с.
- Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли бассейна р. Анадырь (Чукотский автономный округ): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1981. 20 с.
- Хахина А.Г. О микрофлоре рисовых полей окрестностей г. Никольска-Уссурийского // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л.: Всесоюз. ин-т растениеводства, 1931. Т. 27, вып. 4. С. 219-232.
- Хахина А.Г. Водоросли верховьев правых притоков р. Суйфуна. Материалы к флоре водорослей ДВ края // Вестн. ДВФ АН СССР. Владивосток: Дальгиз, 1934. № 10. С. 77-88.
- Хахина А.Г. Материалы к изучению альгологических обрастаний верховьев р. Спутинки и ее притоков // Тр. Горнотаж. ст. ДВФ АН СССР. Хабаровск: Дальгиз, 1936. Т. 1. С. 109-131.
- Kolbe R.W. Über Einschlussmittel für Diatomeen // Z. Wiss. Mikrosk. 1927. Bd 44. S. 196-211.
- Lake Baikal, evolution and biodiversity // Biology of inland waters. Leiden: Backhuys Publishers. 1998. 293 p.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The diatoms. Biology morphology of genera. Cambridge; New York; Port Chester; Melbourne; Sydney: Cambridge University, 1990. 747 p.