

Водоросли озера Харыхколь (Республика Хакасия)

The algae of Lake Kharykhkol (Khakassia Republic)

Макеева Е. Г.

Makeeva E. G.

Государственный природный заповедник «Хакасский», Хакасский государственный университет
им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан, Россия. E-mail: meg77@yandex.ru

«Khakassky» State Nature Reserve, Katanov State University of Khakassia, Abakan, Russia

Реферат. В статье представлены данные о видовом составе водорослей оз. Харыхколь, расположенного в Койбальской степи Минусинской котловины. В озере выявлено 127 видов (134 вида, разновидности и формы) водорослей из девяти отделов: Цианопрокариота – 19 вида (19 видов, разновидностей и форм), Chrysophyta – 1 (1), Bacillariophyta – 67 (73), Xanthophyta – 3 (3), Cryptophyta – 1 (1), Dinophyta – 1 (1), Euglenophyta – 1 (1), Chlorophyta – 26 (27), Streptophyta – 8 (8). Ведущая роль в озере принадлежит диатомовым и зеленым водорослям. Доминирующими видами являются *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing, *Ulnaria capitata* (Ehrenberg) Compère, *U. ulna* (Nitzsch) Compère, *Cocconeis placentula* Ehrenberg.

Ключевые слова. Альгофлора, Республика Хакасия, степное озеро, таксономическое разнообразие, экологический анализ.

Summary. The article presents data on the species composition of algae of Lake Kharykhkol, located in the Koibal steppe of the Minusinsk depression. 127 species (134 species, varieties of the species and forms) of algae from nine divisions were identified in the lake: Cyanoprokaryota – 19 species (19 species, varieties of the species and forms), Chrysophyta – 1 (1), Bacillariophyta – 67 (73), Xanthophyta – 3 (3), Cryptophyta – 1 (1), Dinophyta – 1 (1), Euglenophyta – 1 (1), Chlorophyta – 26 (27), Streptophyta – 8 (8). The leading role in the lake belongs to diatoms and green algae. The dominant species are *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing, *Ulnaria capitata* (Ehrenberg) Compère, *U. ulna* (Nitzsch) Compère, *Cocconeis placentula* Ehrenberg.

Key words. Algal flora, ecological analysis, Khakassia Republic, steppe lake, taxonomic diversity.

Природные комплексы Республики Хакасия испытывают в настоящее время различные формы негативного техногенного воздействия, одна из них – карьерная добыча угля на обводненной и степной территории. Горные работы приводят к масштабным геоморфологическим нарушениям местности, в значительной степени изменяют гидрологический режим, создают угрозу уничтожения не только наземных видов, но и гидробионтов. Разработка угольных месторождений в урочище Сорокаозерки Алтайского района Республики Хакасия может вызвать изменение гидрологического режима водных объектов, расположенных в границах этих уникальных территорий, что в свою очередь привет к трансформации экосистем. В связи с этим на территории планируемых угольных разрезов проводятся комплексные исследования в рамках проекта «Мониторинг биологических объектов в зоне воздействия ООО «КВСУ-Хакасия» для оценки воздействия на окружающую среду и биологическое разнообразие урочища Сорокаозерки.

Сорокаозерки – группа озер, расположенных в центральной части Койбальской степи, в древней долине Енисея. Урочище представляет собой цепочку озер, протянувшуюся на расстоянии около 20 км. Водоемы небольшие по площади (от 50 до 1 га), мелководные, пресноводные либо солоноватоводные. Вдоль урочища Сорокаозерки проходит ирригационный сбросной канал Койбальской оросительной системы, который несет воду из р. Абакан в оз. Чалпан. Естественные понижения представляют собой озера старичного типа и разливы оросительных каналов (Гельд, Злотникова, 2015). По бере-

гам озер имеются обширные заросли тростника, камыша и рогоза, встречаются мочажинные болота, солончаковые луга и солончаки (Прокофьев, Кустов, 1997). Рельеф окрестностей бугристо-дюнный, занятый равнинно-солончаково-песчаной степью. Растительность представлена различными вариантами степных фитоценозов.

Урочище Сорокаозерки входит в Перспективный список Рамсарской конвенции под названием «Озера Койбальской степи» (Водно-болотные ..., 2000).

Одним из типичных водоемов системы является оз. Харыхколь. По данным Google Earth Pro (Google Планета Земля, <https://www.google.com/earth>) на октябрь 2018 г. длина озера составляла 1,8 км, ширина – 0,4 км, площадь – 0,33 км². Максимальная глубина – 1,5 м, преобладают глубины около 1 м. Основные грунты озера – черный и серый илы, в северо-западной части песок и галька. Подводная растительность представлена видами рода *Potamogeton* и *Myriophyllum spicatum* L. Минерализация воды – 0,535 г/л, преобладают гидрокарбонаты и катионы натрия, pH = 6,5 (Озера Хакасии ..., 1989).

Цель данной работы – выявить видовой состав водорослей оз. Харыхколь и провести анализ распределения видов по эколого-географическим группам.

Гидробиологические полевые работы проводились во второй декаде августа 2018 г. Планктон отбирали с помощью сети Апштейна и склянками с поверхности воды. Учитывались все виды водорослей, встречающиеся в водной толще. Бентос – зачерпыванием склянками грунтов с уреза воды до глубин 0,9 м. Перифитон собирали с естественных субстратов. Пробы фиксировали спиртом. Для идентификации диатомовых водорослей изготавливали постоянные препараты по стандартным методикам (Диатомовые ..., 1974; Руководство ..., 1992). Протопласт удаляли методом холодного сжигания в смеси концентрированной серной кислоты и бихромата калия. Для приготовления постоянных препаратов использовали высокопреломляющую формалин-альдегидную смолу, приготовленную по методу А. А. Эльяшева (1957). Видовой состав водорослей определяли с помощью светового микроскопа «Olympus» при увеличении 100x10. Идентификацию водорослей осуществляли, используя отечественные определители (Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953; Матвиенко, 1954; Попова, 1955; Косинская, 1960; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Царенко, 1990), а также сводки зарубежных авторов (Komárek, Fott, 1983; Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, в). Эколого-географическая характеристика водорослей приведена по данным С. С. Бариновой и др. (2006).

За период исследования в оз. Харыхколь выявлено 127 видов (134 вида, разновидности и формы) водорослей из девяти отделов: Cyanoprokaryota – 19 вида (19 видов, разновидностей и форм), Chrysophyta – 1 (1), Bacillariophyta – 67 (73), Xanthophyta – 3 (3), Cryptophyta – 1 (1), Dinophyta – 1 (1), Euglenophyta – 1 (1), Chlorophyta – 26 (27), Streptophyta – 8 (8). Ведущая роль в озере принадлежит диатомовым и зеленым водорослям.

Наибольшую насыщенность таксонами имеют семейства: Fragilariaceae (14 видов), Naviculaceae (8), Cymbellaceae (7), Gomphonemataceae, Scenedesmaceae, Desmidiaceae (по 6 видов). Наиболее богаты видами роды: *Gomphonema*, *Navicula*, *Fragilaria*, *Epithemia*, *Diatoma*, *Ulnaria*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Cosmarium*, *Staurastrum*, все они включают по 3 вида.

Список видов водорослей оз. Харыхколь

Cyanoprokaryota: *Chroococcus quaternarius* Zalessky, *C. turgidus* (Kützing) Nägeli, *Gloeocapsa alpina* Nägeli, *G. biformis* Ercegovic, *Gomphosphaeria aponina* Kützing, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *M. pulvereae* (H. C. Wood) Forti, *Cylindrospermum muscicola* Kützing ex Bornet et Flahault, *Oscillatoria tenuis* C. Agardh ex Gomont, *Snowella arachnoidea* Komárek et Hindák, *S. lacustris* (Chodat) Komárek et Hindák, *Romeria okensis* (C. Meyer) Hindák, *Eucapsis alpina* Clem. et H. L. Schantz, *Limnococcus limneticus* (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O. Komárek et Zapomelová, *Merismopedia tranquilla* (Ehrenberg) Trevisan, *Synechocystis aquatilis* Sauvageau, *Pseudanabaena papillateterminata* (Kiselev) Kukk, *Cyano-dictyon planctonicum* B. A. Mayer, *Rhabdoderma vermiculare* Fott.

Chrysophyta: *Dinobryon divergens* O. E. Imhof.

Bacillariophyta: *Melosira varians* C. Agardh, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kützing) D. M. Williams et Round, *Diatoma elongata*

(Lyngbye) C. Agardh, *D. hyemale* (Lyngbye) Heiberg, *D. vulgaris* Bory, *Fragilaria capucina* Desmazières var. *capucina*, *F. capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot, *F. crotonensis* Kitton, *Fragilariforma virescens* (Ralfs) D. M. Williams et Round, *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow in Van Heurck) Williams et Round, *Staurosira construens* Ehrenb. f. *construens*, *S. construens* f. *subsalina* (Hustedt) Bukhtiyarova, *S. venter* (Ehrenb.) Cleve et J. D. Möller, *Synedra spectabilis* Ehrenberg, *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal, *U. capitata* (Ehrenberg) Compère, *U. ulna* (Nitzsch) Compère, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, *Planothidium capitatum* (Otto Müller) Van de Vijver, Kopalová, C. E. Wetzel et Ector, *P. lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, *Nitzschia frustulum* (Nitzsch) Grunow, *N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith, *N. sublinearis* Hustedt, *Tryblionella angustata* W. Smith, *T. hungarica* (Grunow) Frenguelli, *Anomoeoneis exilis* (Kützing) Cleve, *A. sphaerophora* Pfitzer, *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve, *C. cistula* (Ehrenberg) O. Kirchner, *C. helvetica* Kützing, *Encyonema silesiaca* (Bleisch) D. G. Mann, *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, *Paraplaconeis placentula* (Ehrenberg) M. S. Kulikovskiy et Lange-Bertalot, *Placoneis gastrum* (Ehrenberg) Mereschkowsky, *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg, *G. angustatum* (Kützing) Rabenhorst, *G. constrictum* Ehrenberg f. *constrictum*, *G. constrictum* f. *curtum* Korde, *G. coronatum* Ehrenberg, *G. parvulum* (Kützing) Kützing, *G. truncatum* Ehrenberg, *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot, *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *placentula*, *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Aneumastus tuscula* (Ehrenberg) D. G. Mann et A. J. Stickle, *Cavinula pseudoscutiformis* (Hustedt) D. G. Mann et Stickle, *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst, *Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski, *Navicula capitatoradiata* H. Germain, *N. cryptocephala* Kützing, *N. oblonga* (Kützing) Kützing, *N. radiosa* Kützing, *N. veneta* Kützing, *N. ventricosa* Ehrenberg, *Neidium iridis* (Ehrenberg) Cleve f. *iridis*, *N. iridis* f. *vernale* Reichelt ex Hustedt, *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle et D. G. Mann, *Sellaphora parapupula* Lange-Bertalot, *Craticula ambigua* (Ehrenberg) Mann, *C. cuspidata* (Kützing) D. G. Mann, *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing var. *argus*, *E. argus* var. *alpestris* (W. Smith) Grunow, *E. parallela* (Grunow) Ruck et Nakov, *E. sorex* Kützing, *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller, *R. gibberula* (Ehrenberg) Otto Müller, *Cyatopleura solea* (Brébisson) W. Smith, *Surirella ovalis* Brébisson, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Amphora* sp., *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov.

Xanthophyta: *Centrtractus belonophorus* (Schmidle) Lemmermann, *Characiopsis pyriformis* (A. Braun) Borzi, *C. sublinearis* Pascher.

Cryptophyta: *Cryptomonas marssonii* Skuja.

Dinophyta: *Peridinium wiezejski* Woloszynska.

Euglenophyta: *Phacus orbicularis* K. Hübner.

Chlorophyta: *Microglena monadina* Ehrenberg, *Sphaerocystis planctonica* (Korshikov) Bourrelly, *Pseudoschroederia robusta* (Korshikov) E. Hegewald et E. Schnepf, *Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) E. Hegewald var. *boryanum*, *P. boryanum* var. *longicorne* (Reinsch) Tsarenko, *Stauridium tetras* (Ehrenberg) E. Hegewald, *Tetraëdron minimum* (A. Braun) Hansgirg, *Acutodesmus acutiformis* (Schröder) Tsarenko et D. M. John, *Coelastrum microporum* Nägeli, *Desmodesmus abundans* (Kirchner) E. H. Hegewald, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb., *S. subspicatus* Chodat, *Tetradesmus obliquus* (Turpin) M. J. Wynne, *Coenococcus planctonicus* Korshikov, *Messastrum gracile* (Reinsch) T. S. Garcia, *Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová, *Oedogonium* sp., *Chlorella vulgaris* Beijerinck, *Dictyosphaerium chlorelloides* (Nauman) Komárek et Perman, *D. subsolitarium* Van Goor, *Hindakia tetrachotoma* (Printz) C. Bock, Pröschold et Krienitz, *Mucidosphaerium pulchellum* (H. C. Wood) C. Bock, Pröschold et Krienitz, *Oocystis borgei* J. W. Snow, *O. lacustris* Chodat, *Ulothrix tenuissima* Kützing, *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing, *Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kützing.

Streptophyta: *Closterium leibleinii* Kützing ex Ralfs, *Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs, *C. humile* Nordstedt ex De Toni, *C. pygmaeum* W. Archer, *Staurastrum dispar* Brébisson, *S. inflexum* Brébisson, *S. punctulatum* Brébisson, *Spirogyra* sp.

Среди доминантов – *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing, *Ulnaria capitata* (Ehrenberg) Compère, *U. ulna* (Nitzsch) Compère, *Cocconeis placentula* Ehrenberg.

Большинство водорослей оз. Харыхколь относится к группе планктонно-бентосных организмов (38,8 % таксономического состава). Донные организмы составляют 32 % (табл.), основная часть данной группы представлена диатомовыми водорослями. К характерным представителям этой группы от-

носятся: *Nitzschia frustulum*, *Ulnaria capitata*, *Cymbella cistula*, *Gomphonema constrictum* и др. На группу планктонных водорослей приходится 17,9 % таксономического состава, в основном это зеленые водоросли и цианопрокариоты родов *Snowella*, *Aphanocapsa*, *Sphaerocystis*, *Scenedesmus* и др. Доля водорослей-обрастателей составляет 1,5 %, исходя из принадлежности вида определенному местообитанию (Баринава и др., 2006); на самом деле большое количество планктонно-бентосных, донных видов встречено в обрастаниях на природных субстратах. Это представители родов *Gomphonema*, *Cymbella* и др.

Таблица

Эколого-географическая характеристика водорослей оз. Харыхколь

Эколого-географические группы	Число таксонов	Процент от выявленных таксонов	Эколого-географические группы	Число таксонов	Процент от выявленных таксонов
Местообитание			Распространение		
P	24	17,9	a-a	2	1,5
P-B	52	38,8	b	5	3,7
B	43	32,0	k	103	76,8
P-B, S	5	3,7	a, k	2	1,5
S	1	0,8	a, Ha	1	0,8
B, S	1	0,8	Ha	1	0,8
Ep	2	1,5	Ha, Pt	3	2,2
P, Ep	1	0,8	Ha, Pt, Nt	1	0,8
?	5	3,7	?	16	11,9
Галобность			Сапробность		
gb	4	3,0	x	1	0,8
i	75	56,0	x-o; o-x	14	10,4
gl	20	14,9	o	24	17,9
mg	5	3,7	o-β; β-o	17	12,7
?	30	22,4	β	21	15,7
Ацидофильность			β-α; α-β		
acf	2	1,5	α	3	2,2
i	33	24,6	x-β	5	3,7
alf	49	36,6	o-α	11	8,2
alb	3	2,2	β-p	1	0,8
neu	1	0,8	?	25	18,7
?	46	34,3			

Примечание: местообитание (P – планктонный, B – бентосный в широком смысле, связанный с субстратом, P-B – планктонно-бентосный, S – почвенный, наземные субстраты, Ep – эпифит); галобность (gb – галофоб, gl – галофил, i – индифферент, mg – мезогалоб); А – ацидофильность (acf – ацидофил, alf – алкаифил, alb – алкалибионт, i – индифферент; neu – циркумнейтральный); сапробность (x – ксеносапробионт, o – олигосапробионт, β – бетамезосапробионт, α – альфамезосапробионт, p – полисапробионт); распространение (k – космополит, Ha – голарктический, a – альпийский, Pt – палеотропический, Nt – неотропический, b – бореальный, a-a – арктоальпийский); ? – характеристика неизвестна.

Положение по шкале галобности известно для 77,6 % таксонов водорослей оз. Харыхколь. Преобладают виды-индифференты, на втором месте находятся галофилы. В озере встречены как обитатели вод с повышенной минерализацией воды (*Tryblionella hungarica*, *Navicula capitatoradiata*, *Fallacia pygmaea*, *Rhopalodia gibberula*, *Surirella ovalis*), так и галофобы – *Diatoma hyemale*, *Tabellaria flocculosa*, *Neidium iridis* f. *iridis*, *N. iridis* f. *vernale*.

По отношению к реакции среды, в экологическом спектре значительна доля алкаифилов (36,6 %) и индифферентов (24,6 %).

Фитогеографический анализ выявил, что большая часть водорослей озера – 76,8 % являются широко распространенными, встречаются аркто-альпийские, бореальные виды, представители голарктического, палеотропического, неотропического царств.

В оз. Харыхколь обнаружено 109 видов, разновидностей и форм водорослей-показателей сапробности, что составляет 81,3 % от выявленных таксонов. При сравнении процентного содержания сапробиологических групп водорослей отмечено преобладание видов, относящихся к олигосапробам – 17,9 %, β-мезосапробам – 15,7 %, что указывает на чистую или слабозагрязненную органическими веществами среду водоема. Известно, что наиболее уязвимыми являются виды, предпочитающие олиготрофные и олигосапробные водоемы (Lange-Bertalot, 1998).

ЛИТЕРАТУРА

Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.

Водно-болотные угодья России. Том 3. Водно-болотные угодья, внесенные в Перспективный список Рамсарской конвенции / Под общ. ред. В. Г. Кривенко. – М.: Wetlands International Global Series, 2000. – 490 с.

Гельд Т. А., Злотникова Т. В. Современное состояние авифауны водно-болотных экосистем урочища Сорокаозерки (Минусинская котловина, Койбальская степь) // Современные проблемы науки и образования, 2015. – № 5. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32664591_55152108.pdf

Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Советская наука, 1953. – Вып. 2. – 652 с.

Дедусенко-Щеголева Н. Т., Голлербах М. М. Желтозеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – Вып. 5. – 272 с.

Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные / Отв. ред. А. И. Прошкина-Лавренко. – Л.: Наука, 1974. – Т. 1. – 403 с.

Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова В. С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Советская наука, 1951. – Вып. 4. – 619 с.

Косинская Е. К. Десмидиевые водоросли // Флора споровых растений СССР. – Т. 5. Конъюгаты или сцеплянки (2). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 706 с.

Матвиенко А. М. Золотистые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Советская наука, 1954. – Вып. 3. – 188 с.

Озера Хакасии и их рыбохозяйственное значение / Под ред. Г. П. Сигиневич. – Красноярск: Красноярское кн. изд-во, 1989. – 206 с.

Паламарь-Мордвицева Г. М. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Л.: Наука, 1982. – Вып. 11 (2). – 620 с.

Попова Т. Г. Эвгленовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Советская наука, 1955. – Вып. 7. – 282 с.

Прокофьев С. М., Кустов Ю. И. Ключевые орнитологические территории Республики Хакасия // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – Вып. 4. Биология. Медицина. Химия. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н. Ф. Катанова, 1997. – С. 46–52.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.

Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 208 с.

Эльяшев А. А. О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа // Тр. НИИ геологии Арктики, 1957. – № 4. – С. 74–75.

Google Планета Земля. URL: <https://www.google.com/earth> (Дата обращения 11.03.2019).

Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 1998. – Bd. 19. – 548 pp.

Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales // Susswasserflora von Mitteleuropa. – München: Spektrum, Akad. Verl., 2005. – Bd. 19/2. – 759 pp.

Komarek J., Fott B. Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung Chlorococcales // Dasphytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. – Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), 1983. – Bd. XVI, Teil 7, Hf. 1. – 1044 s.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Jena: Gustav Fischer Verl., 1986. – 876 s.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Jena: Gustav Fischer Verl., 1988. – 596 s.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verl., 1991a. – 576 s.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Geamtliteraturverzeichnis // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verl., 1991b. – 434 s.

Lange-Bertalot H. A first ecological evaluation of the diatom flora in Central Europe: species diversity, selective human interaction and the need for habitat protection // Ocean. Stud., 1998. – Vol. 2. – 5–12 pp.