

УДК 582.26

Е.В. РОДИОНОВА, Г.В. ПОМАЗКИНА

Лимнологический ин-т СО РАН,
Россия, 664033 Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3

**ВКЛАД ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ РОДА *CYMBELLA* AG.
(*BACILLARIOPHYTA*) В МИКРОФИТОБЕНТОС ЮЖНОГО
БАЙКАЛА**

Приведены результаты многолетнего изучения рода *Cymbella* Ag. в литоральной зоне Южного Байкала. Оценена роль видов рода в продукционных процессах литоральной зоны. Изучены особенности их зонального распределения, сезонная и межгодовая динамика. Показана роль представителей рода в сообществах микрофитобентоса. На основе многолетних наблюдений охарактеризованы некоторые особенности экологии видов рода *Cymbella*.

Ключевые слова: Байкал, микрофитобентос, *Cymbella*, численность, биомасса.

Введение

Массовые виды микрофитобентоса во многом определяют специфику структуры донных сообществ, уровень их продуктивности и качество воды. Первыми исследователями байкальского микрофитобентоса были выдающиеся ученые, которые на протяжении многих лет занимались вопросами систематики, эволюции, морфологии, ревизией и описанием донных водорослей (Gutwinski, 1890; Дорогостайский, 1906; Skvortsov, Meyer, 1928; Мейер, 1930; и др.).

Литоральная зона оз. Байкал является местом обитания разнообразных представителей диатомовых водорослей (Помазкина, Родионова, 2004). Виды рода *Cymbella* являются широко распространенными в Байкале и других континентальных водоемах (Догадина, Горбулин, 1994; Генкал и др., 1997; Cantonati, 1998; Laing et al., 1999; Барина и др., 2000; Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002).

В литоральной зоне Байкала представители рода *Cymbella* распространены в прибрежной зоне всюду, где имеются камни и макрофиты, к которым они могут прикрепляться. Некоторые виды приурочены к камням, покрытым *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, другие тяготеют к песчаному субстрату, многие хорошо растут на больших валунах, образуя кустистые колонии. Специфика функционирования как отдельных представителей, так и микрофитобентоса в целом определяется разнообразными экологическими условиями.

Для выяснения зависимости состава и структуры микрофитобентоса от комплекса факторов среды в Ю. Байкале необходимо было прежде установить роль видов рода *Cymbella* в сообществах микрофитобентоса в различных экологических условиях литоральной зоны. Состав массовых видов водорослей, к которым относятся виды рода *Cymbella*, их роль в структуре сообществ микрофитобентоса, уровень количественного развития, сезонные и межгодовые изменения под действием факторов окружающей среды вызывают большой интерес в биоценозах прибрежной полосы. Наряду с другими таксонами представители

© Е.В. Родионова, Г.В. Помазкина, 2006

рода *Cymbella* во многом определяют характер изменений численности и биомассы всего микрофитобентоса.

Литоральная зона оз. Байкал, как известно, разделена на три растительных пояса. Первый пояс (глубина 0-1,5 м) образует *Ulothrix zonata* Kütz., второй (1-2,5 м) – *Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag. var. *bullosa* C. Meyer. и *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schm., третий пояс (2-12 м) образуют виды эндемичного рода *Draparnaldiella* C. Meyer et Skabitsch. (*Draparnaldioides* C. Meyer et Skabitsch.) (Мейер, 1930).

Цель настоящей работы – охарактеризовать виды рода *Cymbella* и определить их значимость в общей численности и биомассе микрофитобентоса, а также сезонной и многолетней динамике массовых видов.

Материалы и методы

Материал отбирали аквалангисты в Ю. Байкале на двух трансектах у пос. Б. Коты от уреза воды до глубины 15-20 м; у г. Байкальска от уреза воды до глубины 5-6 м в июне-декабре 1997 г., феврале-сентябре 1998 г., июле 1999 г. и июне-сентябре 2000-2002 гг. Пробы фиксировали 70%-м этанолом. Площадь субстрата определяли переводом проекции камня на миллиметровую бумагу. Придонную температуру замеряли у уреза и на глубине 2-5 м. Число клеток микроводорослей подсчитывали в камере Нажжота объемом 0,05 мл в 2-3 повторностях. Биомассу микрофитобентоса определяли по известной методике (Макарова, Пичкилы, 1970).

Микрофотографии выполнены авторами в световом микроскопе Olympus BH-2. Под встречаемостью понимается отношение числа проб, в которых отмечен представитель рода, к общему числу проанализированных проб. Доминирующими считали виды, численность которых составляла не менее 5% общей численности микрофитобентоса в каждой пробе.

Результаты и обсуждение

В Южной котловине оз. Байкал обнаружено 58 внутривидовых таксонов рода *Cymbella* (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида), в том числе 6 эндемичных: *Cymbella acuta* f. *baicalensis* Skv., *C. ehrenbergii* f. *baicalensis* Skv., *C. gutwinskiyi* (Wisł.) Skv. et Meyer, *C. lata* var. *baicalensis* Skv., *C. skvortzowii* Skabitsch., *C. stuxbergii* var. *baicalensis* Skv. et Meyer.

К массовым представителям рода относятся *Cymbella ventricosa* Kütz., *C. stuxbergii* Cl., *C. hustedtii* Krasske, *C. turgida* (Greg.) Cl., *C. stuxbergii* var. *sibirica* Wisł., *C. helvetica* Kütz., которые составляют почти 54% биомассы микрофитобентоса. Они же совместно с другими видами рода *Cymbella* доминируют в структуре сообществ микрофитобентоса (см. фото).

В Байкале преобладают пресноводные виды рода *Cymbella*, преимущественно индифференты, обитающие в нейтральных и слабокислых водах. Однако такой вид, как *C. lacustris* (Ag.) Cl., является галофилом, *C. alpina* Grun., *C. gracilis* (Rabenh.) Cl., *C. perpussilla* A. Cl. – галлофобы, а *C. borealis* Cl. – олигогалоб, которые редко встречаются в Байкале. *Cymbella gaeumannii* Meister, *C. hebridica* (Greg.) Grun., *C. perpussilla* – ацидофилы, 9 видов – алкалофилы и 5 – алкалобионты.

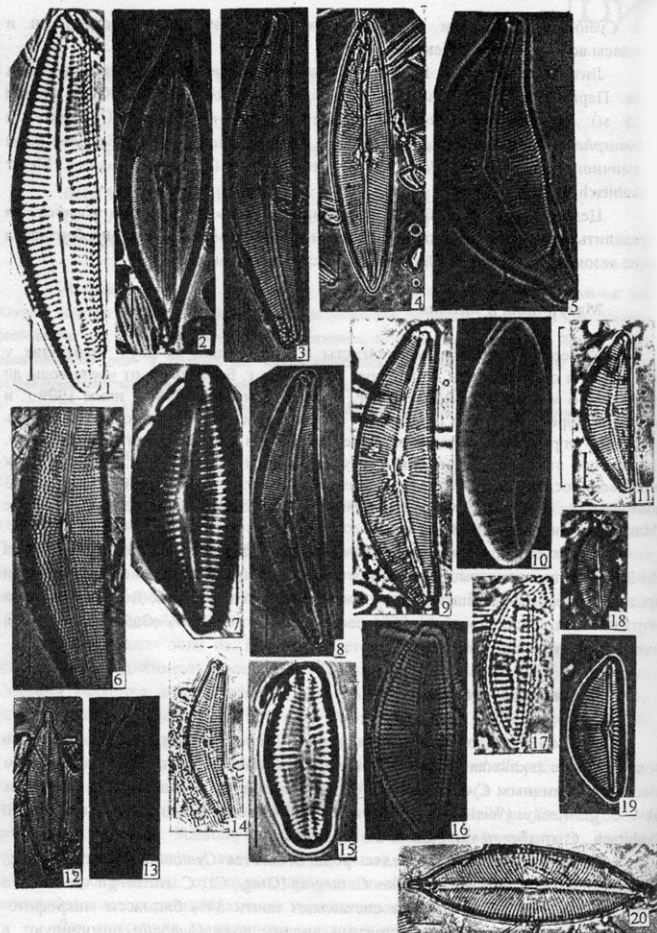


Фото.

1 – *Cymbella helvetica* Kütz.; 2 – *C.* sp.; 3 – *C. tumida* (Bréb.) V.H.; 4 – *C. acuta* f. *baicalensis* Skv.; 5 – *C. stuxbergii* Cl.; 6 – *C. aspera* (Ehr.) Cl.; 7 – *C. skvortzowii* Skabitsch; 8 – *C. stuxbergii* var. *intermedia* Wisl.; 9 – *C. stuxbergii* var. *sibirica* Wisl.; 10 – *C. hustedtii* Krasske; 11 – *C. cistula* var. *maculata* (Kütz.) V. H.; 12 – *C. naviculiformis* Aversw.; 13 – *C. ventricosa* var. *hakensis* Skv.; 14 – *C. arctica* (Lager.) Schmidt; 15 – *C. lata* var. *minor* Mölder; 16 – *C. ventricosa* var. *ovata* Grun.; 17 – *C. ventricosa* Kütz.; 18 – *C. cuspidata* Kütz.; 19 – *C. turgida* (Greg.) Cl.; 20 – *C. acuta* A. S. 1-9, 11-20 – CM; 10 – CЭМ. Масштаб 10 мкм.

Виды рода по сапробности в основном олиго- и мезосапробионты, встречаются также и ксеносапробы. Сапроксенами являются виды *Cymbella alpina*, *C. aspera* (Hhr.) Cl., *C. microcephala* Grun., *C. sinuata* Greg., *C. tumida* (Bréb.) V.H., *C. turgidula* Grun., *C. ventricosa* (Баринава, Медведева, 1996). Такие представители рода, как *C. cymbiformis* (Ag.? Kütz.) V.H., *C. leptoceros* (Ehr.) Cl., *C. tumida*, *C. turgida* хорошо развивались при 14-15 °С (Баринава и др., 2000). В Байкале встречены как реофильные виды, например *C. affinis* Kütz., так и реофобные – *C. turgida*, *C. leptoceros*. Широкий экологический спектр представителей рода объясняется тем, что многие виды немногочисленны и даже единичны, обитающие в других экологических условиях. В литеральной зоне оз. Байкал благодаря заносу и приспособляемости они могут размножаться в несвойственных им условиях обитания.

Наблюдается сходство распределения видов рода *Cymbella* по встречаемости на обследованных трансектах (табл. 1). Большинство таксонов (87%) редкие с встречаемостью до 0,1. Количество таксонов, отмечаемых более чем в половине проб, выше у п. Б. Коты, что отражает большую однородность условий местообитания водорослей.

Таблица 1. Встречаемость некоторых видов рода *Cymbella* (% числа изученных проб)

Таксон	Встречаемость на трансекте	
	у г. Байкальска	у п. Б. Коты
<i>Cymbella ventricosa</i> Kütz.	0,96	0,97
<i>C. stuxbergii</i> Cl.	0,71	0,69
<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.	0,56	0,58
<i>C. tumida</i> (Bréb.) V. H.	0,25	0,27
<i>C. acuta</i> A. S.	0,25	0,08
<i>C. helvetica</i> Kütz.	0,05	0,17
<i>C. stuxbergii</i> var. <i>sibirica</i> Wisl.	0,10	0,10

Круглогодичные наблюдения на двух трансектах показали, что колонии видов рода *Cymbella* появляются в мае, когда температура воды еще низкая (около 1 °С). В конце мая – начале июня, когда температура повышается до 5 °С, увеличивается и разнообразие видов рода. В это время в первом растительном поясе среди *Ulothrix zonata* Kütz. чаще других встречаются *Cymbella ventricosa*, *C. turgida* и *C. stuxbergii*. Как было показано ранее, последний представитель в отдельные годы может составлять более 70% общей численности микрофитобентоса (Помазкина, Родионова, 2004). Учитывая частоту встречаемости и количественные значения, можно сказать, что наиболее благоприятные условия для вегетации видов рода *Cymbella* складываются в июле-августе в период максимальных температур 13-14 °С. Неоднородность распределения видов рода *Cymbella* в литеральной зоне связана с глубиной, характером субстрата и с особенностями вегетации других видов водорослей. В это время наступает пик в развитии *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt

(Кожова и др., 1998), которая является хорошим субстратом для цимбелл. Среди ее кустистых ветвей во втором растительном поясе в массе развиваются *Cymbella ventricosa*, *C. turgida* и *C. tumida*, которые являются ее эпифитами и активно потребляются зообентосом (Röpstorf et al., 2002). Наибольшее видовое разнообразие обнаружено на глубине 8-12 м, на камнях, где хорошо развиты макрофиты рода *Draparnaldioides* С. Meyer et Skabitsch. В летний период на каменистом субстрате литорали в трех растительных поясах разные виды рода определяют состав доминирующих сообществ. В осенний период, когда усиливается ветровое воздействие, вегетация многих представителей, особенно в двух первых растительных поясах, угасает. В это время они перемещаются в глубинную зону литорали и слабо развиваются. К круглогодичным представителям относятся *Cymbella ventricosa*, *C. turgida*, *C. stuxbergii*, *C. acuta* и *C. sinuata*.

Многолетние наблюдения (1997-2002 гг.) показали, что биомасса видов рода *Cymbella* у п. Б. Коты изменяется от 3 до 500 мг/м². Ее максимальные средние значения зарегистрированы в 2001 г. (табл. 2). Это связано с благоприятными погодными условиями, максимальной температурой воды в придонном слое за весь период наблюдений и с низкой гидродинамической активностью. Во все годы наблюдений по численности доминировали *C. ventricosa* и *C. turgida*. Наиболее значимыми по биомассе были *C. stuxbergii*, *C. stuxbergii* var *sibirica* и *C. turgida*. В разные годы в летний период представители рода составляли от 37 до 54% общей биомассы микрофитобентоса. Максимальные значения численности и биомассы зарегистрированы в июле 2001 г., минимальные – в августе 1997 г. (рис. 1, а, б). Редкие представители чаще встречались в июле-августе и наиболее разнообразны были на трансекте у п. Б. Коты.

Таблица 2. Средние значения биомассы ($\bar{x} \pm S_x$) видов рода *Cymbella* в летний период, мг/м²

Год	На трансекте у п. Б. Коты	На трансекте у г. Байкальска
1997	19 ± 6,1	87 ± 56
1998	32 ± 16	99 ± 18,2
1999	44	107
2000	21 ± 6,5	43 ± 14,1
2001	334 ± 139	1510 ± 971
2002	99 ± 32	919 ± 297

У г. Байкальска роль видов рода *Cymbella* была значительно выше, биомасса в летний сезон варьировала от 43 до 2471 мг/м². Средние значения биомассы за летний период также выше, чем на трансекте у п. Б. Коты (см. табл. 2). Максимальные средние значения (1510 мг/м²), как и у п. Б. Коты, зарегистрированы в 2001 г. Однако представители рода *Cymbella* в общей биомассе составляли от 15 до 31%. Ранее установлено, что по мере нарастания трофности возрастает биомасса микрофитобентоса, а среди массовых видов возрастает роль убиквистов, которые имеют высокую скорость роста в условиях

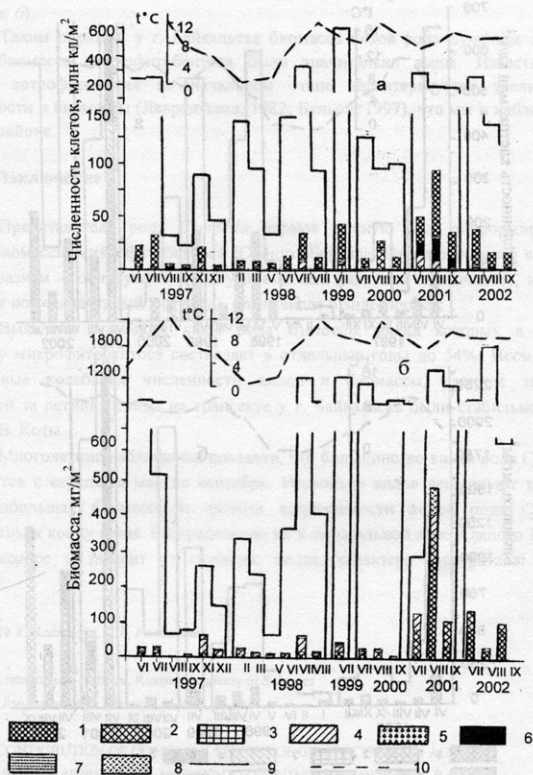


Рис. 1. Сезонные и межгодовые изменения численности (а) и биомассы (б) видов рода *Cymbella* Ag. на трансекте у п. Б. Коты: 1 – *C. ventricosa* Kütz.; 2 – *C. stuxbergii* Cl.; 3 – *C. hustedtii* Krasske; 4 – *C. turgida* (Greg.) Cl.; 5 – *C. stuxbergii* var. *sibirica* Wisl.; 6 – *C. tumida* (Bréb.) V.H.; 7 – *C. helvetica* Kütz.; 8 – другие виды рода *Cymbella*; 9 – общая численность микрофитобентоса, 10 – температура.

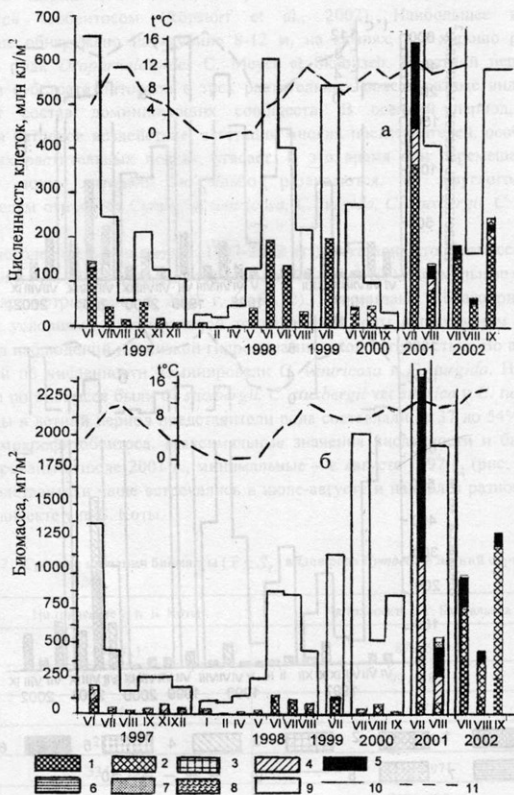


Рис. 2. Сезонные и межгодовые изменения численности (а) и биомассы (б) видов рода *Cymbella* Ag. на трансекте у г. Байкальска: 1 – *C. ventricosa* Kütz.; 2 – *C. snuxbergii* Cl.; 3 – *C. hustedtii* Krasske; 4 – *C. turgida* (Greg.) Cl.; 5 – *C. tumida* (Bréb.) V.H.; 6 – *C. helvetica* Kütz.; 7 – *C. gracilis* (Rabenh.) Cl.; 8 – *C. sp.*; 9 – другие виды рода *Cymbella*; 10 – общая численность микрофитобентоса; 11 – температура.

отсутствия биогенного лимитирования (Помазкина, 1992; Стенина, 2002). Также как и у п. Б. Коты, по численности доминировали *C. ventricosa*, *C. turgida* и *C. tumida*. По биомассе наиболее значимы были *C. stuxbergii*, *C. tumida* и *C. turgida* (рис. 2, а, б).

Таким образом, у г. Байкальска биомасса видов рода *Cymbella*, а также общая биомасса микрофитобентоса были значительно выше. Известно, что реакция эвтрофирования на начальном этапе характеризуется увеличением численности и биомассы (Лаврентьева, 1982; Бульон, 1997), что мы и наблюдали в данном районе.

Заключение

Представители рода *Cymbella* играют важную роль в формировании общей биомассы микрофитобентоса Южного Байкала. Они отличаются высоким разнообразием – обнаружено 58 внутривидовых таксонов (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида), в том числе 6 эндемичных.

Выявлены массовые виды рода *Cymbella*, вклад которых в общую биомассу микрофитобентоса составляет в отдельные годы до 54%. Несмотря на межгодовые колебания численности видов и биомассы, средние значения последней за летний период на трансекте у г. Байкальска были стабильно выше, чем у п. Б. Коты.

Многолетние наблюдения показали, что большинство видов рода *Cymbella* развивается с середины мая по сентябрь. Несколько видов вегетируют круглый год. Наибольшая биомасса и частота встречаемости видов рода *Cymbella* приурочены к концу июня. Распределение их в литоральной зоне Южного Байкала неравномерное и зависит от глубины, места, характера субстрата и сроков развития.

Ye. V. Rodionova, G.V. Pomazkina

Limnological Institute, Russian Academy of Sciences
Ulan-Batorskaya 3, Irkutsk 664033, Russia

CONTRIBUTION OF DOMINANT SPECIES OF GENUS *CYMBELLA* AG. (*BACILLARIOPHYTA*) IN MICROPHYTOBENTHOS OF SOUTHERN BAIKAL

Long-term data on studies of the genus *Cymbella* in the littoral zone of Lake Baikal are discussed in the paper. Morphological characteristics of dominant representatives have been described. The role of the genus species in processes of the littoral zone has been estimated. Peculiarities of zonal distribution, seasonal and interannual dynamics and the role of these representatives in microphytobenthos communities are under discussion. Some characteristics of ecology of the genus species are described on the basis of long-term observations.

Keywords: Lake Baikal, microphytobenthos, *Cymbella*, abundance, biomass.

Барнинова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (русский Дальний Восток). – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М.: ВНИИ природы, 2000. – С. 60-150.
- Бульон В.В. Закономерности первичной продукции планктона и их значение для контроля и прогнозирования трофического состояния водных экосистем // Биол. внутр. вод. – 1997. – № 1. – С. 13-16.
- Генкал С.И., Иешко Т.А., Чекрыжева Т.А. Материалы к флоре *Bacillariophyta* водоемов Карелии (Россия). Пертозеро. II. *Pennatophyceae* // Альгология. – 1997. – 7, № 4. – С. 396-399.
- Досадина Т.В., Горбулин О.С. Водоросли водоемов Мурманской области (Россия) // Там же. – 1994. – 4, № 3. – С. 61-66.
- Дорогостайский В. Материалы для альгологии оз. Байкал и его бассейна // Изв. ВСОРГО. – 1906. – 35, № 4. – С. 1-44.
- Дорофеук И.И., Цыгэзмаа Д. Конспект флоры водорослей Монголии. – М.: Наука, 2002. – 285 с.
- Кожова О.М., Изболдина Л.А., Бокова И.К. Экология *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt (*Bacillariophyta*) в озере Байкал // Альгология. – 1998. – 8, № 2. – С. 132-139.
- Лаврентьева Г.М. Фитопланктон малых озер Северо-Запада СССР как ценоз и проблема управления экосистемами рыбохозяйственных водоемов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1982. – 32 с.
- Макарова И.В., Пичкилы Л.О. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона // Бот. журн. – 1970. – 55, № 10. – С. 1488-1494.
- Мейер К.И. Введение во флору водорослей оз. Байкала // Бюл. МОИП, отд. биол., новая сер. – 1930. – 39, вып. 3/4. – 399 с.
- Помазкина Г.В. Зональное распределение микрофитобентоса в Южном Байкале (Россия) // Альгология. – 1992. – 2, № 4. – С. 66-72.
- Помазкина Г.В., Родионова Е.В. Бентосные *Bacillariophyta* в Южном Байкале (Россия) // Там же. – 2004. – 14, № 1. – С. 62-72.
- Стенина А.С. Таксономическое и видовое разнообразие диатомовых водорослей в водоемах промышленного района субарктики (г. Воркута) // Биол. внутр. вод. – 2002. – № 1. – С. 9-14.
- Cantonati M. Diatom communities of springs in the Southern Alps // Diatom Res. – 1998. – 13, N 2. – P. 201-220.
- Gutwinski R. O pionownem roziedleniu glanow jezera Baikalskiego // Kosmos. – 1890. – Bd. 15. – S. 498-505.
- Laing T.E., Pienits R., Smol J.P. Freshwater diatom assemblages from 23 lakes located near Norilsk, Siberia: a comparison with assemblages from other circumpolar, Treeline regions // Diatom Res. – 1999. – 14, N 2. – P. 285-305.
- Röpstorf P., Sitnikova T.Ya., Timoshkin O.A., Pomazkina G.V. Observations on stomach contents, food uptake and feeding strategies of endemic baikalian gastropods // Intern. Symp. – Speciation in ancient lakes, SIAL III. – Irkutsk, 2002. – P. 157-181.
- Skvortzow B.W., Meyer C.I. A contribution to the diatoms of Baikal Lake // Press. Sung. River Biol. Stat. – 1928. – I, N 5. – P. 1-55.

Получена 30.08.04

Подписал в печать С.И. Генкал