

УДК 582.252 (569.4)

А.Ф. КРАХМАЛЬНЫЙ¹, С.П. ВАССЕР^{1,2}, Э. НЕВО²¹Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
Украина 01001, Киев, ул. Терещенковская, 2²Ин-т эволюции Хайфского ун-та, Маунт Кармель,
Израиль, 31905 Хайфа**НОВЫЙ ДЛЯ ФЛОРЫ ИЗРАИЛЯ РОД *DURINSKIA* CARTY ET COX
(*DINOPHYTA*)**

В рыбоводных прудах Северного Израиля найден новый для флоры Израиля род *Durinskia* Carty et Cox и вид динофитовых водорослей *Durinskia baltica* (Levander) Carty et Cox, изученный с помощью сканирующей электронной микроскопии. К настоящему времени это первое упоминание названного выше таксона не только для Израиля, но и для всех континентальных водоемов Азии в целом. Обсуждены история изучения и систематическое положение данного вида, морфологические особенности израильской популяции.

Ключевые слова: Израиль, *Dinophyta*, *Durinskia baltica*.

Введение

На сегодняшний день во флоре Израиля известно 8 родов и 20 видов динофитовых водорослей (Krakhamalnyy et al., 2000; Крахмальный и др., 2004, 2005). До сих пор монотипный род *Durinskia* Carty et Cox для континентальных водоемов Израиля и Азии в целом не упоминался. Вид *Durinskia baltica* (Levander) Carty et Cox был обнаружен нами в одном из рыбоводных прудов Северного Израиля во время массового развития нескольких видов перидиниумов. Ниже мы приводим краткую историю изучения этого вида и результаты исследований.

Материалы и методы

Durinskia baltica был найден нами в мае 2003 г. в одном из рыбоводных прудов Северного Израиля (район Ган-ха-Шлоша). Образцы фитопланктона фиксировали 40%-м формальдегидом (конечная концентрация раствора 2 %). Клетки *D. baltica* предварительно просматривали в световом микроскопе, затем изучали в сканирующем электронном микроскопе JSM-35C (увеличение 2000-10000 раз). При изучении *D. baltica* в световом микроскопе первоначально клетки обесцвечивали раствором, содержащим активный хлор, затем теку подкрашивали раствором йода. При подготовке образцов к сканирующей электронной микроскопии водоросли фиксировали 2 %-м раствором глутаральдегида, после промывки дистиллятом дофиксировали 2 %-м раствором четырехоксида осмия. Далее образцы обезживали путем их последовательного проведения через серию растворов этилового спирта возраста-

© А.Ф. Крахмальный, С.П. Вассер, Э. Неве, 2006

ющей концентрации (вплоть до абсолютного), в конце обработки образцы переводили в ацетон и высушивали методом "критической точки" с использованием жидкой углекислоты (Атлас ..., 1987; Крахмальный, 2001). После сушки бумажные фильтры с водорослями закрепляли на специальных микроскопных металлических столиках (диаметр 7 мм) специальным электропроводящим клеем и на поверхность образцов наносили золотое покрытие (установка для напыления JFC1100, время напыления 8 мин, сила тока 8 мА). Нумерация текальных пластинок, которая используется в данной работе, соответствует системе К. Кофоид (Kofoid, 1909).

Результаты и обсуждение

В настоящее время *Durinskia baltica* – это широкоизвестный вид динофлагеллат. Его клетки имеют два ядра, второе принадлежит эндосимбионту – золотистой водоросли. Таким образом, этот вид может служить примером эндосимбиотического происхождения эукариотических клеток. Во время копуляции гамет сначала сливаются ядра "хозяина", затем – эндосимбионта, поэтому жизненные циклы "хозяина" и эндосимбионта тесно взаимосвязаны (Van Den Hoek et al., 1995; Масюк, Костиков, 2002).

Первые рисунки этого вида были опубликованы в 1892 году К. Левандером (Levander, 1892), который первоначально идентифицировал его как *Glenodinium cinctum* Ehrenb. Найденный К. Левандером вид характеризовался наличием шести предпоясковых, четырех апикальных, двух интеркалярных пластинок, также упоминались апикальная пора, пять послепоясковых пластинок и две антапикальные (рис. 1, а-г).

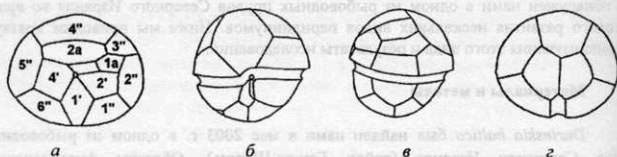


Рис. 1. *Durinskia baltica* (Levander) Carty et Cox как "*Glenodinium cinctum* (Müll.) Ehrenb.": а – апикальный вид; б – вентральный; в – дорзальный; г – антапикальная сторона клетки (Levander, 1892). Условные обозначения: 1'-4' – апикальные пластинки, 1а, 2а – интеркалярные или вставочные, 1''-6'' – предпоясковые.

Однако в 1894 г. К. Левандер пришел к выводу, что обнаружен новый для науки вид и назвал его *Glenodinium balticum* (Levander, 1894). В своем диагнозе нового вида он упомянул следующие морфологические признаки: тело округлое, немного сжатое в дорзовентральном направлении, имеется слабо закрученный поясок, который делит теку на две половинки. Эпитека чуть больше гипотеки, иногда немного нависает

над последней. Борозда начинается от пояска и следует к заднему краю гипотеки. Хлоропласты мелкие, желто-коричневого цвета. Размер клетки 22 мкм дл., 30 мкм шир.

В 1900 г. Э. Леммерманн (Lemmermann, 1900) перевел *G. balticum* в род *Peridinium* Ehrenb. Кстати, многие современные протистологи (Bourelly, 1968; Loeblich, 1980; Carty, Cox, 1986, Taylor, 1987; Popovsky, Pfister, 1990; Коновалова, 1998) придерживаются мнения, что существование рода *Glennodinium* Ehrenb. недостаточно обосновано. К. Эренберг, описавший этот род (Ehrenberg, 1838), не указал его специфической табуляции, поэтому последующие исследователи не сошлись во мнении, какая табуляция соответствует родовым признакам *Glennodinium*. Как верно заметила Г.В. Коновалова: "Практически многие годы этот род служил "приютом" для различных мелких перидиней, табулирование которых не удалось установить" (Коновалова, 1989, с. 253).

В 1910 г. Э. Леммерманн (Lemmermann, 1910) присоединил рассматриваемый нами вид к группе пресноводных перидиниевых, не имеющих апикальной поры (секция: *Cleistoperidinium*), а Й. Шиллер (Schiller, 1935-1937) перенес его в группу пресноводных перидиниумов с двумя интеркалярными пластинками. В качестве синонима этого вида он упомянул *P. dybowskii* Wolosz. К сожалению, для иллюстрации *Peridinium balticum* Й. Шиллер представил не оригинальные рисунки, а рисунки Я. Волошинской (Woloszynska, 1916) (рис. 2).

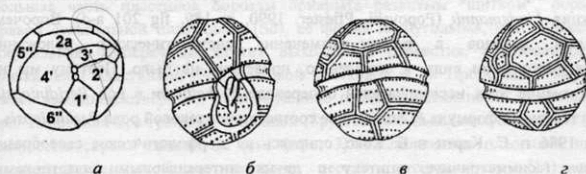


Рис. 2. *Peridinium dybowskii* Wolosz. как «*Peridinium balticum*»: а – апикальный вид, б – вентральный; в – дорзальный; з – левая дорзальная сторона (Woloszynska, 1916).

Позже мнение о принадлежности рассматриваемого нами вида к роду *Peridinium* было поддержано и другими протистологами. К сожалению, в дальнейшем этот вид многие также ошибочно связывали с рисунками Я. Волошинской (Киселев, 1950; Bourelly, 1968; Starmach, 1974; Popovsky, Pfister, 1990). Однако к роду *Peridinium* относят динофлагеллят с текальной формулой: 4', (2a-3a), 7'', 5'', 2''' (рис. 3, а-г), т.е., не совпадающей с таковой у *Peridinium balticum*, который имеет всего шесть предпоясковых пластинок.

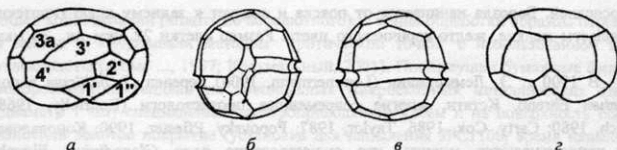


Рис. 3. Типовый вид рода *Peridinium* Ehrenb. – *P. cinctum* Ehrenb. а – апикальный вид, б – вентральный, в – дорзальный; z – антапикальный (Bolotovskoy, 1975).

Впоследствии также было установлено, что *P. balticum* отличается от других представителей рода *Peridinium* строением систематически значимой вентральной области, о морфологии которой речь будет идти ниже.

В связи с перечисленными противоречиями еще в 1968 г. известный французский протистолог П. Буррелли (Bourrelly, 1968) перевел *P. balticum* в род *Peridiniopsis* Lemmerm. В 1990 г. в своей обобщающей работе по пресноводным динофлагеллятам мира Ю. Поповский и Л. Пфистер поддержали это мнение П. Буррелли о переводе проблемного вида в род *Peridiniopsis* Lemmerm. (Lemmermann, 1904), секция *Lindemannii* (Popovski, Pfister, 1990, p. 189, fig 201 a-d). Впрочем, убедительных доводов в пользу изменения систематического положения рассматриваемого нами вида, к сожалению, приведено не было. Поэтому мы не разделяем мнение этих исследователей о переводе *P. balticum* в род *Peridiniopsis*, поскольку текальная формула *P. balticum* не соответствует таковой рода *Peridiniopsis*.

В 1986 г. С. Карти и Е. Кокс, опираясь на морфологическое своеобразие *P. balticum* (асимметричную эпитеку с двумя интеркалярными пластинками, количество и расположение пластинок пояса и борозды), предложили выделить названный вид в новый род – *Durinskia* Carty et Cox (Carty, Cox 1986). Род *Durinskia* имеет следующие признаки: нежную, асимметричную теку, две интеркалярные пластинки и текальную формулу: 4', 2a, 6", 5C, 4S; 5"', 2'''. Мы разделяем мнение этих исследователей.

Итак, к роду *Durinskia* относятся динофлагелляты с текальной формулой: 4', 2a, 6", 5C, 4S; 5"', 2''', асимметричной эпитекой, с очень маленькой первой (1a) интеркалярной пластинкой, сильно смещенной в левую сторону клетки, с вытянутой (щелевидной) апикальной порой. На вентральной стороне тела у представителей этого рода хорошо заметна правая сулькальная пластинка (Sd), почти полностью прикрывающая борозду (сулькус). Хлоропласты многочисленные, "золотистые", есть глазок. Представители этого рода морские или пресноводные (фото).

Ниже приводим систематическое положение обнаруженного нами вида и приводим подробное описание израильской популяции.

DINOPHYTA Round 1965 (Dinoflagellata (Bütschli) Fensome et al., 1993)

Dinophyceae Pascher 1914

Peridinales Haeck. 1894

Peridiniaceae Ehrenb. 1838

Durinskia Carty et Cox 1986, p. 200.

Durinskia baltica (Levander) Carty et Cox, p. 200. fig. 7 a-d, p. 202, fig. 11-14 (см. фото).

Basionym: *Glenodinium balticum* Levander 1894, p. 52.

Synonyms: *Peridinium balticum* (Levander) Lemmerm., *P. dybowski* Wolosz. *Peridiniopsis balticum* (Levander) Bourrelly.

Клетки сферические или овальные, немного дорзовентрально уплощенные. Эпитека и гипотека по размеру равны или эпитека немного больше. Поясок закрученный слева, широкий (1,75-2,0 мкм), левый край пояска наполовину его ширины возвышается над правым краем. Внутренняя поверхность пояска гладкая, однако верхний и нижний края имеют окаймление. Поясок на дорзальной стороне прямой и сравнительно глубокий. Интеркалярные швы узкие, на некоторых экземплярах усеяны рядами мелких точек. Борозда (сулькус) шире пояска, V-образная, расположена только на гипотеке, но не достигает антапекса (см. фото, 3; рис. 4, в). Большая часть пластинок борозды прикрыта развитым "щитком", образованным правой сулькальной пластинкой (Sd), ее форма пятиугольная, часть ниже пояска – треугольная. Поперечный жгутик выходит из отверстия, образованного правой сулькальной пластинкой (Sd) и первой поясковой (C1). Продольный жгутик также имеет выходное отверстие, расположенное между сулькальными пластинками Sd и Spa. Пластинка Spa граничит с нижней (Sp). Левая сулькальная пластинка (Ss) почти полностью скрыта правой Sd (см. фото, 3). Расположение пластинок на эпитеке асимметричное, особенно смещена первая интеркалярная (1a) пластинка, ромбоидальная пластинка (1') сравнительно крупная. Гипотека округлая, состоит из пяти послепоясковых (5^{'''}) и двух антапикальных (2^{'''}) пластинок. Тека тонкая, иногда покрыта мелкими бугорками (примерно 0,05-0,1 мкм диам.). Апикальная пора щелевидная, вытянутая, окружена небольшим гребнем (см. фото, 4). Поры на поверхности теки незаметны. Ниже пояска и чуть правее борозды находится красно-коричневая или коричневая стигма, форма ее овальная с небольшим сужением к нижней стороне клетки. Хлоропласты желто-бурые, желто-коричневые, дискообразные, многочисленные, расположены по периферии клетки. Ядро находится в центре. Размеры клеток: 15,4-27,9 мкм дл., 14,0-26,8 мкм шир.

Местообитание: пресноводные пруды, солоноватые воды, моря.

Местонахождение: вид найден в одном из рыбоводных прудов Северного Израиля (район Ган-ха-Шлоша, долина Бейт Шеана) вместе с *Peridinium volzii* Lemmerm. и др.

Общее распространение: Центральная и Восточная Европа, Северная и Центральная Америка, Азия (Израиль); Балтийское море.

Хотя вид *D. baltica* уже изучали с помощью СЭМ (см. фото, 1, 2), на

полученных нами photographиях лучше видна систематически более значимая вентральная область клетки (см. рис. 4, в), которая имеет заметные отличия от таковой у экземпляров, изученных С. Карти и Э. Кокс (см. рис. 4, б; Carty, Cox, 1986). Для сравнения приводим также рисунок этой части клетки у типового вида рода *Peridinium* (Boltovskoy, 1983, см. рис. 4, а).

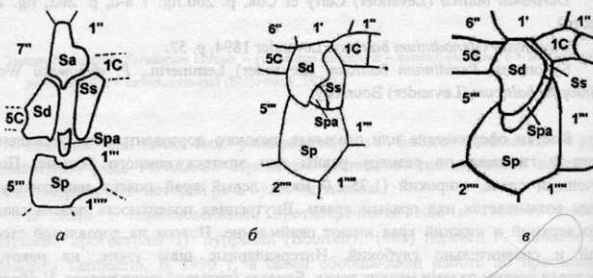
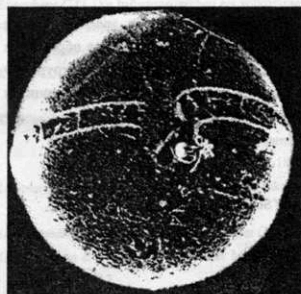


Рис. 4. Строение вентральных областей у *Peridinium cinctum* (а – Boltovskoy, 1983) и *Durinskia baltica* (б – Carty, Cox, 1986; в – оригинальный рисунок). Условные обозначения: Sa – верхняя сулькальная пластинка; Sp – нижняя; Sd – правая; Ss – левая; Spa – нижняя дополнительная; 1C, 5C – первая и пятая пластинки пояса; 1' – первая апикальная пластинка, 1'', 6'', 7'' – предпоясковые пластинки эпитеки, 1''', 5''' – послепоясковые, 1''', 2'''' – антиапикальные пластинки гипотеки.

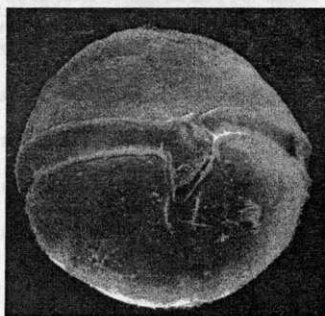
Как видно из приведенных выше рисунков, строение вентральной области у представителей родов *Peridinium* и *Durinskia* существенно различается. Первое – это отсутствие у *Durinskia* верхней сулькальной пластинки (Sa) и наличие у *Peridinium* седьмой предпоясковой пластинки (7''). Следствием отсутствия у *Durinskia* Sa является то, что первая апикальная пластинка (1') у этого рода непосредственно граничит с первой поясковой пластинкой (1C) и с правой сулькальной Sd. Второе, наиболее важное отличие у этих двух родов, – это заметное доминирование Sd над другими пластинками, выступающими борозду у *Durinskia*. Но если у экземпляров *D. baltica* из Северной Америки Sd только частично прикрывает Ss и Spa, то у изученных нами клеток Sd практически полностью закрывает вышеназванные сулькальные пластинки. Более того, правая сулькальная пластинка у *D. baltica* из Израиля отличается от таковой у экземпляров этого же вида из Северной Америки своей формой. Кроме того, в израильской популяции Sp заметно шире таковой из Калифорнии и ее левая



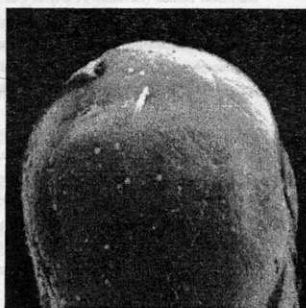
1



2



3



4

Фото. *Durinskia baltica* (Levander) Carty et Cox: 1-3 – вентральный вид; 4 – вид со стороны апекса
(1 – С. Карти, Э. Кокс (Carty, Cox, 1986); 2 – интернет-сайт:

<http://microscope.mbl.edu/scripts/microscope.php?func=imgDetail&imageID=4164>; 3, 4 – А. Ф.

Крахмальный, JSM-35C.

сторона подходит значительно ближе к первой поясковой пластинке (1С). Судить о различиях в морфологии Sra и Ss трудно, так как большая их часть у израильских экземпляров скрыта правой сулькальной пластинкой.

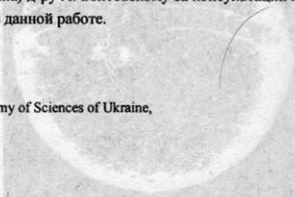
Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам Ин-та эволюции ун-та г. Хайфы (Израиль) к.б.н. С.С. Бариновой и д-ру Т. Павличеку за помощь в сборе образцов и информации о местонахождении рыбоводных прудов Ган-ха-Шлоша, а также сотруднику департамента фикографии Музея г. Ла Плата (Аргентина) д-ру А. Болтовскому за консультации и отписки отдельных статей, которые использовались в данной работе.

A.F. Krakhmalny¹, S.P. Wasser^{1,2} & E. Nevo²

¹N.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine,
2, Tereshchenkivska St., 01001 Kiev, Ukraine

²Institute of Evolution, University of Haifa,
Mount Carmel, 31905 Haifa, Israel
E-mail: krahm@voliacable.com



NEW FOR ISRAEL GENUS *DURINSKIA* CARTY ET COX (*DINOPHYTA*)

Durinskia baltica (Levander) Carty et Cox, new for Israeli flora genus and species of dinophytes was revealed in fishponds of northern Israel. Samples were investigated using the SEM method. It is the first record of this taxon in continental water bodies of Asia. This research describe the history of study, taxonomic position of *D. baltica*, and the morphological peculiarities in the Israeli populations.

К е у о р д с : Israel, *Dinophyta*, *Durinskia baltica*.

Атлас сканирующей электронной микроскопии клеток, тканей и органов / Под ред. О.В. Волковой, В.А. Шахламова, А.А. Миронова. — М.: Медицина, 1987. — 464 с.

Киселев А.И. Панцирные жгутиконосцы (*Dinoflagellata*) морей и пресных вод СССР // Определитель по фауне СССР. — М.: Зоол. ин-т АН СССР, 1950. — 280 с.

Коновалова Г.В. Динофлагелляты (*Dinophyta*) Дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. — Владивосток: Дальнаука, 1998. — 330 с.

Крахмальный А.Ф. Новый вид рода *Peridiniopsis* Lemm. (*Peridinales*, *Dinophyta*) // Альгология. — 2001. — 11, № 4. — С. 468-473.

Крахмальный А.Ф., Вассер С.П., Нево Э., Болтовской А.С., Баринова С.С., Крахмальный М.А. Новая форма *Dinophyta* из пресных водоемов Северного Израйля // Альгология. — 2004. — 14, № 2. — С. 211-219.

Крахмальный А.Ф., Вассер С.П., Нево Е. Новый вид рода *Hemidinium* Stein (*Dinophyta*) из Израйля // Альгология. — 2005. — 15, № 3. — С. 364-371.

Масюк Н.П., ЛЮ. Костиков. Водоросли в системі органічного світу. — К.: Академперіодика, 2002. — 178 с.

Boltovskoy A. Estructura y estereoultraestructura tecal de dinoflagelados. II. *Peridinium cinctum* (Müller) Ehrenberg // Physic. Sec. B. — 1975. — 34, — P. 73-84.

- Boltovskoy A. *Peridinium cinctum* f. *westii* del mar de Galilea, sinonimo de *Peridinium gatunense* (Dinophyceae) // Limnobiol. — 1983. — 2, N 6. — P. 413-418.
- Bourrelly P. Notes sur les Peridiniens d'eau douce // Protistologica. — 1968. — 4. — P. 5-14.
- Carty S., Cox E.R. *Kansodinium* gen. and nov. *Durinskia* gen. nov.: two genera of freshwater dinoflagellates (Pyrrhophyta) // Phycologia. — 1986. — 25, N 2. — P. 197-204.
- Ehrenberg C.G. Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. — Berlin, Leipzig, 1838. — 547 p.
- Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G., Sarjeant W.A.S., Wharton D.I., Williams G.L. A classification of living and fossil dinoflagellates // Micropaleontology. Spec. Publ. — 1993. — 7. — 351 p.
- Kofoid C.A. On *Peridinium steini* Jørgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the *Peridiniidae* // Arch. Protistenk. — 1909. — 16. — P. 25-47.
- Krakhmalnyy A.F., Wasser S.P., Nevo E. *Dinophyta*. Biodiversity of cyanoprocaroytes, algae and fungi of Israel: Cyanoprocaroytes and algae of continental Israel // Eds. E. Nevo, S.P. Wasser. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell. Liechtenstein, 2000. — P. 177-183.
- Lemmermann E. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. VII. *Peridinales aquae dulcis* et submarinae // Hedwigia. — 1900. — 39. — S. 115-121.
- Lemmermann E. Das Plankton schwedischer Gewässer // Ark. Bot. — 1904. — 2. — S. 1-209.
- Lemmermann E. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. III. Algen I. — Leipzig: Gebrüder Borntraeger, 1910. — S. 497-712.
- Levander K.M. Notiz über die Tafelung der Schalenmembran des *Glenodinium cinctum* Ehb. // Zool. Anz. — 1892. — 15. — S. 405-408.
- Levander K.M. Materialien zur Kenntniss der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna I. Protozoa // Acta Soc. Fauna et Flora Fen. — 1894. — 12. — S. 405-408.
- Loeblich A.R. *Dinoflagellatae* nomenclature // Taxon. — 1980. — 29. — P. 321-324.
- Popovsky J., Pfister L. *Dinophyceae (Dinoflagellida)*. — Jena; Stuttgart: Gustav Fischer, 1990. — Bd. 6. — 272 p.
- Schiller J. *Dinoflagellatae (Peridineae)*. Kryptogamen-Flora. 2. Teill. — Leipzig: Akad. Verlag. M.B.H., 1935-1937. — 580 s.
- Starmach K. *Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae* // Flora siłokowodna Polski. T. 4. Warszawa; Krakow: Panstw. Wydaw. Nauk., 1974. — S. 115-462.
- The biology of Dinoflagellates*. Botanical monographs. V. 21 / Ed. F.J.R. Taylor. Oxford, etc: Black. Sci. Publ., 1987. — 786 p.
- Van C. Den Hoek. Mann D.G., Jahns H.M. *Algae*. An introduction to Phycology. — Cambridge: Univer. Press, 1995. — P. 244-287.
- Woloszynska J. Polnische süßwasser *Peridineen* // Bull. Acad. Sci. Cracowie. Ser. B. — 1916. — S. 260-258.

Получена 19.07.05

Подписала в печать Н.П. Масюк