

УДК 582.252 (262.5)

Л. М. ТЕРЕНЬКО

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины,
Украина, 65011 Одесса, ул. Пушкинская, 37

НОВЫЕ ДЛЯ ЧЁРНОГО МОРЯ ВИДЫ *DINOPHYTA*

Приведен аннотированный список 32 видов динофитовых водорослей, представленных 36 внутривидовыми таксонами (ввт), включая те, которые содержат номенклатурный тип вида, найденных в Одесском заливе Чёрного моря. Из них 27 видов (30 ввт) – новые для Чёрного моря. Отмечены виды-вселенцы, сделан вывод о возможности интродукции этих видов с балластными водами судов.

Ключевые слова: *Dinophyta*, виды-вселенцы, балластные воды, Чёрное море.

Введение

Dinophyta – группа преимущественно одноклеточных водорослей, занимающая наряду с *Bacillariophyta* доминирующее положение в морском фитопланктоне по числу видов и распространению.

На сегодняшний день имеется достаточно литературных данных о динофитовых Чёрного моря (Киселёв, 1950; Кузьменко, 1966; Пищук, 1967; Роухияйнен, 1970, 1971; Сеничкина, 1973; Георгиева, 1993; Крахмальный, 1994, 2001; Black ..., 1998; Крахмальный, Теренько, 2002а, б).

Из 364 видов и внутривидовых таксонов современных динофитовых, приведенных в монографии И.А. Киселёва (1950), 155 указаны для Чёрного моря. По данным Л.В. Георгиева, в фитопланктоне Чёрного моря (Георгиева, 1993) насчитывается 205 видов и разновидностей *Dinophyta*. На основании флористических сводок для побережья Болгарии, Румынии, Турции и Грузии приведен список, включающий 212 видов и 8 разновидностей динофлагеллят (Gomoiu, Skolka, 1998). Несмотря на то, что систематический состав в основном панцирных динофлагеллят Чёрного моря изучен довольно полно, практически ежегодно обнаруживаются новые виды. В последние годы ряд динофлагеллят – *Alexandrium monilatum* (Howell) Balech (1991), *Oxyphysis oxytoxoides* Kof. (1994), *Gymnodinium uberrimum* (Allman) Kof. et Sw. (1994) – впервые отмечены для болгарского побережья (Moncheva et al., 2000).

Проблема «красных приливов» существенно ускорила исследования динофлагеллят, включая морфологию и экологию токсичных видов. В последние годы в Чёрном море у побережья Одессы «красные приливы» были вызваны присутствием видов *Gymnodinium sanguineum* Hirasaka, *G. simplex* (Lohm.) Kof. et Sw., которые встречались в планктоне ранее в незначительном количестве, а затем перешли в разряд массовых (Александров и др., 2001; Теренько, Курилов, 2001). В работах отмечено, что хлорофиллсодержащие виды рода *Gymnodinium* (*G. sanguineum*, *G. simplex*, *G. marinum* Sav.-Kent.) и обладающие миксотрофией, а также гетеротрофные виды динофлагеллят *G. cornutum* (Pouch.) Kof. et Sw., *Diplopsalis lenticula* Bergh, *Oblea rotunda* (Lebour) Balech всё чаще в летний и раннеосенний периоды становятся массовыми в Одесском заливе.

Можно ожидать также заноса токсичных динофлагеллят в Чёрное море с балластными водами судов, но не следует исключать вероятность проникновения средиземноморских видов естественным путем через проливы. В последние десятилетия интерес к проблеме антропогенного вселения видов в прибрежные зоны моря с балластными водами судов из других районов Мирового океана резко возрос. В рамках Международного проекта «Глоббаласт» в акватории Одесского порта проводились базовые исследования по выявлению видов-вселенцев, в том числе динофлагеллят, а также предупреждению вселения экзотических организмов с балластными водами судов.

Цель данной работы – изучить и дополнить сведения о видовом составе динофлагеллят Чёрного моря, выделить среди них виды-вселенцы, непреднамеренно интродуцированные с балластными водами судов.

Материалы и методы

Материалом для изучения динофлагеллят в планктонном сообществе послужили круглогодичные сборы в прибрежной зоне Одесского залива Чёрного моря с 1995 г. по 2002 г. на 7 станциях, а также комплексные исследования акватории Одесского порта, проводимые с августа по ноябрь 2001 г. и с июля по август 2002 г. на 50 станциях. Всего в Одесском заливе и прилегающей к нему акватории с поверхности воды были отобраны 480 батометрических проб, в Одесском порту – 62 пробы с поверхности и в придонных слоях воды на глубине 3-16,5 м. Пробы с объемом жидкости 1-2 л концентрировали с помощью установки для обратной фильтрации и нуклеопоровых (ядерных) фильтров с размером пор 1 мкм и просматривали в нефиксированном виде. Подсчёт клеток ультра- и нанопланктона проводили в камере объёмом 0,05 мл под световым микроскопом, крупные формы и редкие виды подсчитывали в камере объёмом 5 мл. Новые и редкие виды динофлагеллят с помощью тонкого капилляра отбирали, помещали на предметное стекло и определяли в живом виде. При необходимости длительных наблюдений использовали метод «висячей капли», что исключает подсыхание препарата. Затем отдельные клетки помещали в большой объём фиксирующей жидкости, проводили быструю прижизненную фиксацию вида глютаральдегидом и изготавливали постоянные препараты. Для фиксации проб использовали раствор Люголя с последующей дофиксацией 4%-м раствором формалина.

При определении видовой принадлежности панцирных динофлагеллят для их детального исследования теку отделяли от содержимого клетки. Удаление цитоплазмы проводили путем прокатывания клеток между предметным и покровным стеклом в небольшом объеме жидкости. При рассмотрении пустых панцирей под СМ подкрашивали швы между пластинками красителем, содержащим йод (Коновалова, 1998). Идентификацию проводили посредством табулярного анализа пластинок, общепринятого при современных исследованиях панцирных динофлагеллят.

Для идентификации представителей беспанцирных динофитовых применяли различные методы исследования: изоляцию отдельных клеток и изучение в живом виде, прижизненную фиксацию в большом объёме фиксирующей жидкости, для изучения циклов развития использовали также метод постановки чистых и смешанных культур. Клетки отдельных видов отбирали

капиллярной пипеткой под бинокулярным микроскопом МБС-10 и переносили в чашки Петри с питательной средой GPM (Loeblich, 1975), которую готовили на основе стерильной черноморской воды соленостью 17‰. Культивирование проводили в термостате при температуре 20 ± 2 °C и светотемном режиме – 12 ч свет : 12 ч темнота.

При определении видовой принадлежности некоторых видов, а также для документации находок редких таксонов динофитовых использовали световой микроскоп Motic Images 2000 DMWB1–223 с цифровой камерой. Изготовлены постоянные препараты новых видов, которые хранятся в коллекции отдела гидробиологии активных зон моря Одесского филиала ИнБЮМ.

Результаты и обсуждение

В данной статье впервые обобщены данные, полученные при изучении динофлагеллят Одесского залива Чёрного моря в виде дополнительного списка новых видов (табл. 1), который всё же следует рассматривать как предварительный. В Чёрном море наиболее полно изучена часть динофитовых, имеющих панцирь, так как они сохранялись в фиксированном материале. Большинство найденных нами в планктоне динофлагеллят (23 вида) являются беспанцирными, что свидетельствует о недостаточной изученности их в Чёрном море. Список составлен согласно современной системе динофлагеллят (Fensome et al., 1993), названия таксонов приведены с учётом последних сведений по синонимике и включает в себя 28 видов и 4 внутривидовых таксона динофлагеллят, впервые указываемых для украинского участка Чёрного моря, из которых 24 вида и 3 внутривидовых таксона – новые для Чёрного моря.

Таблица 1. Новые для украинского участка Чёрного моря виды динофлагеллят (оригинальные данные)

Таксон	Температура воды, °C	Соленость, ‰	Дата нахождения
1	2	3	4
Отдел <i>DINOFLAGELLATA</i>			
Класс <i>Dinophyceae</i>			
Порядок <i>Gymnodiniales</i>			
Семейство <i>Gymnodiniaceae</i>			
<i>Amphidinium conradi</i> (Conrad) Schill. ++	5,5	8,6	III, 2001
<i>A. inflatum</i> Kof. ++	10,0	17,8	V, 2001
<i>A. lanceolatum</i> Schröd. ++	17,0 – 20,0	15,0 – 16,0	VI, 1996
<i>A. lacustre</i> Stein ++	0,5 – 3,0	17,5 – 17,8	I, 2002
<i>A. larvale</i> Lindem. ++	2,5 – 5,0	9,9	I, III, 1999
<i>A. vigrense</i> Wolosz. +	8,0 – 10,0	14,9	XI, 1995
<i>Cochlodinium geminatum</i> (Schütt) Schütt ++	26,0	12,1	VII, 1998
<i>C. helicoides</i> Lebour ++	0,5	17,7	I, 2002
<i>C. helix</i> (Pouch.) Lemm. +	11,5	10,0	IV, 2001

окончание табл. 1

1	2	3	4
<i>Cochlodinium polykrikoides</i> Margelef ++	25,0 – 26,0	14,0 – 15,0	VIII, IX, 2001
<i>Gymnodinium aeruginosum</i> Stein ++	6,5 – 22,0	10,2 – 14,1	III, VI, 1998
<i>G. blax</i> Harris. ++	23,5	13,2	VIII, 1998
<i>G. heterostriatum</i> Kof. et Sw. ++	6,5 – 19,0	13,8 – 14,9	III, IV, IX, 2001
<i>G. lacustre</i> Schill. ++	22,0	15,9	V, 1999
<i>G. pygmaeum</i> Lebour ++	12,0 – 15,0	9,9 – 11,7	V, XI, 2001
<i>G. stellatum</i> Hulburt ++	0,5 – 6,5	13,8 – 17,7	I, III, XII, 2001
<i>G. uberrimum</i> (Allman) Kof. et Sw. +	12,7 – 18,0	9,7 – 14,0	VIII, IX, 1999
<i>Gyrodinium</i> cf. <i>aureolum</i> Hulburt ++	25,0 – 26,6	13,0 – 14,5	VIII, 2002
<i>G. ovum</i> (Schütt) Kof. et Sw. ++	5,0	15,6	III, 2001
Семейство Polykrikaceae			
<i>Polykrikos kofoidii</i> Chatton ++	14,5 – 23,5	10,2 – 13,2	V, VI, VIII, IX, X, 1998
Семейство Warnowiaceae			
<i>Warnowia maculata</i> (Kof. et Sw.) Lind. ++	0,5	17,5	I, 2002
<i>W. schuettii</i> (Kof. et Sw.) Schill. ++	2,0	17,0	XII, 2001
Порядок Gonyaulacales			
Семейство Ceratiaceae			
<i>Ceratium furca</i> var. <i>eugrammum</i> (Ehr.) Jörg. +	8,0	16,9	X, XI, 1999
<i>C. fuscum</i> var. <i>schüttii</i> Lemm. ++	4,0	15,5	II, 2001
<i>C. longirostrum</i> Gourr. +	20,8	14,8	X, 1999
<i>C. pulchellum</i> f. <i>dalmaticum</i> (Böhm.) Schill. ++	18,0	13,7	VI, 2000
<i>C. strictum</i> (Okam. et Nishik.) Kof. ++	3,5	17,9	XII, 2001
<i>C. tripos</i> (O.F. Müll.) Nitzsch. var. <i>tripos</i> ++	21,0 – 24,2	13,0	VIII, 2000
Семейство Goniodomaceae			
<i>Goniodoma striatum</i> Mang. ++	22,0 – 25,0	14,0 – 14,9	VIII, 2001
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i> (Biecheler) Horiguchi ex Yuki et Fukuyo ++	25,0 – 26,6	13,0 – 14,5	VIII, 2002
Порядок Peridinales			
Семейство Oxytoxaceae			
<i>Oxytoxum turbo</i> Kof. ++	12,2	16,7	XI, 2000
Класс Noctiluciphyceae			
Порядок Noctiluciales			
Семейство Kofoidiniaceae			
<i>Spatulodinium pseudonoclituca</i> (Pouchet) Cachon et Cachon ++	14,9 – 18,5	14,0 – 16,1	VI, 2001
Обозначения. Знаком "+" отмечены таксоны, впервые указанные для украинского участка Черного моря, "++" – новые для Черного моря.			

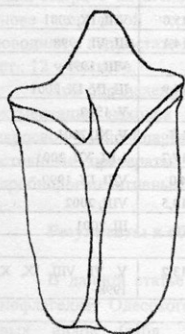


Рис. 1.

10 МКМ



Фото 1.

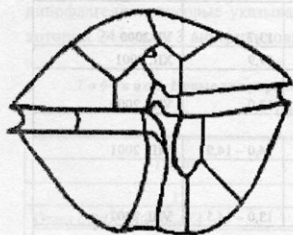


Рис. 2.

10 МКМ

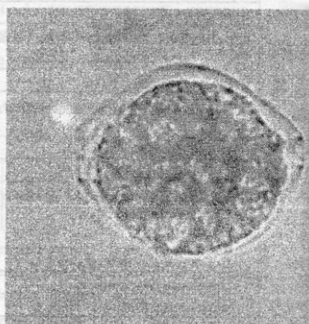


Фото 2.

Рис. 1, фото 1. *Spatulodinium pseudonotiluca* (Pouchet) Cachon & Cachon ex Loeblich et Loeblich.

Рис. 2, фото 2. *Alexandrium pseudogonyaulax* (Biecheler) Horiguchi ex Yuki et Fukuyo.

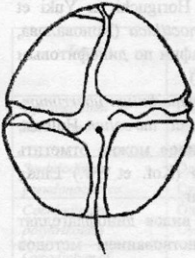


Рис. 3.

10 мкм

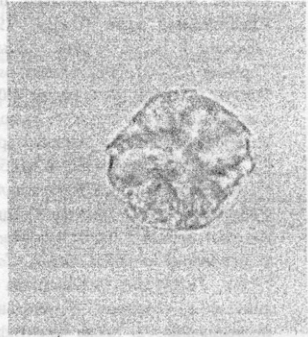


Фото 3.



Рис. 4.

10 мкм

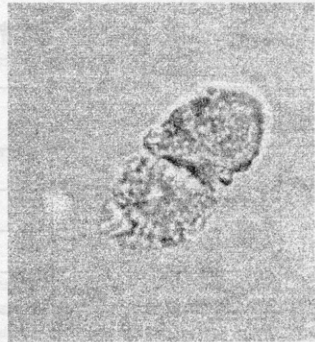


Фото 4.

Рис. 3, фото 3. *Gyrodinium aureolum* (Hulburt) Hansen.

Рис. 4, фото 4. *Cochlodinium polykrikoides* Margelef.

Отмеченные нами впервые для Чёрного моря виды динофлагеллят известны для других морей. Так, *Cochlodinium polykrikoides* Margelef является космополитом (Steidinger, Tangen, 1997), *Spatulodinium pseudonoclituca* (Pouchet) Cachon et Cachon довольно широко распространён и обнаружен также в Средиземном море (Dodge, 1985). Приводится детальное морфологическое описание и экологические данные для *Gymnodinium uberrimum* (Exotic ..., 2001; Теренько, 2002), *Alexandrium pseudogonyaulax* (Biecheler) Horiguchi ex Yuki et Fukuyo (Селина, Коновалова, 2001), *Spatulodinium pseudonoclituca* (Коновалова, Селина, 2002), 14 видов из 24 подробно описаны в монографии по динофитовым водорослям дальневосточных морей Г.В. Коноваловой (1998).

Среди новых видов наиболее часто встречались *Gymnodinium uberrimum*, *G. stellatum* Hulburt, *Cochlodinium polykrikoides*, *Gyrodinium cf. aureolum* Hulburt, *Polykrikos kofoidii* Chatton. Среди редко встречающихся видов можно отметить находки *Spatulodinium pseudonoclituca*, *Warnowia maculata* (Kof. et Sw.) Lind., *W. schuettii* (Kof. et Sw.) Schill., *Cochlodinium helicoides* Lebour.

Появление большинства новых для Чёрного моря видов динофлагеллят связано в основном с детальным изучением, совершенствованием методов исследования, а также идентификацией в живом виде. Однако нами также рассматривается вероятность появления новых чужеродных для Чёрного моря видов, занесенных случайно. Так, 5 видов динофлагеллят (табл. 2) отнесены к видам-вселенцам, не характерным для естественного планктонного сообщества Чёрного моря и случайно занесенных с балластными водами судов.

Таблица 2. Динофлагелляты-вселенцы Чёрного моря

Таксон	Дата	Происхождение	Вектор вселения
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	1999	Европа, пресные водоёмы	Судоходство или другие виды вселения (речной сток)
<i>Spatulodinium pseudonoclituca</i>	2001	Северная Атлантика, Средиземное море	Судоходство, балластные воды
<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	2001	Северная Атлантика или Индийский океан	Судоходство, балластные воды
<i>Gyrodinium cf. aureolum</i>	2002	Северная Атлантика	Судоходство, балластные воды
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	2002	Япония	Судоходство, балластные воды

В список включён *Spatulodinium pseudonoclituca* – вид, вселение которого, наиболее вероятно, произошло из Средиземного моря, так называемый «ближний вселенец». *Cochlodinium polykrikoides* и *S. pseudonoclituca* – редкие виды и пока не занимают доминирующего положения в сообществе пелагиали (табл. 3). *Gyrodinium cf. aureolum* и *Alexandrium pseudogonyaulax*, цисты которых были найдены в илистых грунтах порта, получили массовое развитие одновременно в августе 2002 г.

Три вида – *C. polykrikoides*, *G. aureolum*, *A. pseudogonyaulax* – являются потенциально токсичными. Содержание токсинов в клетках черноморских водорослей не анализировали.

Таким образом, появление новых видов динофлагеллят в Чёрном море можно рассматривать как результат не только естественного вселения их через проливы из Средиземного моря и Атлантики, но и как пример возможной инвазии этих видов с балластными и осадочными водами грузовых судов.

Таблица 3. Количественные параметры видов динофлагеллят-вселенцев Чёрного моря

Таксон	Район обнаружения	Средний размер, мкм	Средний объем, мкм ³	Плотность, кл/л		
				мин.	макс.	сред.
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	Одесский порт, прилегающая акватория	35,5-43,0	28.382	20.870	36.000	28.435
<i>Spatulodinium pseudonoctiluca</i>	Одесский порт, Сухой лиман	71,5-131,3	187.105	11	69	41
<i>Cochlodinium polykrioides</i>	Одесский порт, Сухой лиман	30,45-34,8	16.900	102	700	487
<i>Gyrodinium cf. aureolum</i>	Одесский порт	36,25-42,0	28.906	2.600	66.600	37.800
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	Одесский порт	40,6-45,0	38.850	231	2.721	1.476

Благодарности

Базовые исследования выполнены в рамках Международного проекта «Глобалласт» и финансовой поддержке Всемирного экологического фонда (GEF).

L.M. Terenko

Odessa branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, National Academy of Sciences of Ukraine,
37, Pushkinskaya St., 65011 Odessa, Ukraine

THE NEW *DINOPHYTA* OF THE BLACK SEA

The annotation list consists of 28 species and 4 intraspecific taxa of dinoflagellates found in the Odessa Bay of the Black Sea. Is described 24 species and 3 intraspecific of the list are new for the Black Sea. The invasive species are described and the possible ways of introduction of these species with the ships ballast waters are discussed.

К е у о р д с : *Dinophyta*, invasive species, water ballast, Black Sea.

Александров Б.Г., Берлинский Н.А., Богатова Ю.И. и др. Экологический мониторинг акватории Одесского порта в рамках Международного проекта «Глобалласт» // Тр. междунар. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы Чёрного моря». – Одесса, 2001. – С. 3-8.

Георгиева Л.В. Видовой состав и динамика фитоплена // Планктон Чёрного моря. – Киев: Наук. думка, 1993. – С. 31-55.

Киселёв И.А. Панцирные жгутиконосцы. – М.; Л.: Наука, 1950. – 279 с.

- Коновалова Г.В. Динофлагелляты (*Dinophyta*) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 298 с.
- Коновалова Г.В., Селина М.С. Цикл развития *Spatulodinium pseudonostocilla* (*Dinophyta*) из Японского моря // Бот. журн. – 2002. – 87, № 9. – С. 39-42.
- Крахмальний А.Ф. *Dinophyta* Чёрного моря (краткая история изучения и видовое разнообразие) // Альгология. – 1994. – 4, № 3. – С. 99-107.
- Крахмальний А.Ф. *Gymnodinium radiatum* Kofoid & Swezy (*Gymnodiniales, Dinophyta*) – новый вид для флоры Чёрного моря // Укр. бот. журн. – 2001. – 58, № 5. – С. 593-595.
- Крахмальний А.Ф., Теренько Г.В. *Prorocentrum ponticus* Krachmalny et Terenko sp. nov. – новый вид *Dinophyta* из Чёрного моря // Альгология. – 2002а. – 12, № 3. – С. 371-375.
- Крахмальний А.Ф., Теренько Г.В. Новая форма *Prorocentrum micans* Ehr. var. *micans* f. *duplex* Krachmalny et Terenko (*Prorocentrales, Dinophyta*), найденная в планктоне Чёрного моря // Там же. – 2002б. – 12, № 4. – С. 476-480.
- Кузьменко Л.В. Два вида динофлагеллят, новых для Чёрного моря // Новости системат. низш. раст. – 1966. – С. 51-54.
- Матвієнко О.М., Литвищенко Р.М. Визначник прісноводних водоростей УРСР. Пірофітові водорості. – К.: Наук. думка, 1977. – 3, Ч. 2. – 387 с.
- Пиццы Г.К. Новый вид рода *Gymnodinium* Stein из южных морей // Новости системат. низш. раст. – 1967. – С. 68-71.
- Роухийäinen М.И. О находении *Glenodinium foliaceum* Stein в Чёрном море // Там же. – 1970. – 7. – С. 23-26.
- Роухийäinen М.И. Некоторые флагелляты Чёрного моря // Там же. – 1971. – 8. – С. 3-9.
- Селина М.С., Коновалова Г.В. Морфология *Alexandrium pseudogonyaulax* (*Dinophyta*) из дальневосточных морей России // Бот. журн. – 2001. – 86, № 10. – С. 22-25.
- Сеничкина Л.Г. Фитопланктон чистых и загрязнённых хозяйственно-бытовыми стоками вод в районе Ялты // Биол. моря. – 1973. – Вып. 28. – С. 135-150.
- Теренько Л.М. Морфология *Gymnodinium uberrimum* (Allman) Kof. et Sw. (*Dinophyceae*) из прибрежных вод Чёрного моря (Украина) // Альгология. – 2002. – 12, № 1. – С. 142-146.
- Теренько Л.М., Курилов А.В. «Красные приливы» в Одесском заливе Чёрного моря // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. – 2001. – 14, № 3. – С. 160-162.
- Black Sea biological diversity. Ukraine // Black Sea environmental series. – New York, 1998. – Vol. 7. – 351 p.
- Gomoiu T., Skolka M. Evaluation of marine and coastal biological diversity at the Romanian littoral – a workbook for the Black Sea ecological diversity // An. Univ. "Ovidius" Constanta. Ser. Biol. – Ecol. – 1998. – P. 12-17.
- Dodge J.D. Marine Dinoflagellates of the British Isles. – London, 1985. – 303 p.
- Exotic species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian seas / Eds. Y. Zaitsev and B. Ozturk. – Publ. by Turkish Mar. Res. Foundation. Istanbul (Turkey), 2001. – P. 82-83.
- Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G. et al. A classification of living and fossil dinoflagellates. – Hanover, Pennsylvania, 1993. – 351 p.
- Loeblich A.R. A seawater medium for dinoflagellates and the nutrition of *Cachinina niei* // J. Phycol. – 1975. – 11. – P. 80-86.
- Moncheva S., Doncheva V., Kamburska L. On the long-term response of harmful algal blooms to the evolution of eutrophication off the Bulgarian Black sea coast: are the recent changes a sign of recovery of the ecosystem – the uncertainties / Eds. G. Hallegraeff et al. // Proc. of the 9th Intern. Conf. on Harmful Algal Blooms, Hobart, Tasmania, 7-11 February, 2000. – P. 177-181.
- Steidinger K.A., Tangen K. Dinoflagellates // Identifying marine diatoms and dinoflagellates / Ed. C.R. Tomas. – San Diego: Acad. Press, 1997. – 858 p.

Поступила 16.02.04

Подписала в печать Н.П. Масюк