



УДК 582.26:581 (262.5)

**Е. Л. Неврова**, канд. биол. наук, с. н. с., **Н. В. Шадрин**, канд. биол. наук, с. н. с.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины,  
Севастополь, Украина

### ДОННЫЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ СОЛЕННЫХ ОЗЕР КРЫМА

В результате комплексных исследований соленых и гиперсоленых озер морского происхождения Крыма обнаружено, что фотоавтотрофы представлены в основном одноклеточными микроводорослями (Bacillariophyta, Cyanophyta) и нитчатными зелеными водорослями (род *Cladophora*), образующими плавучие поля-маты размером в сотни квадратных метров. Биомасса *Cladophora* при глубине 35 – 45 см в оз. Бакальском достигает 8 – 10 кг·м<sup>-2</sup>, биомасса микроэпифитона, состоящего почти целиком из диатомовых и цианобактерий, колеблется от 50 до 800 г·м<sup>-2</sup>. Всего в исследованных озерах отмечено 73 вида (74 внутривидовых таксона) донных диатомовых водорослей (Bacillariophyta). Наиболее широко представлен класс Bacillariophyceae – 21 род, 64 вида, принадлежащих к 9 порядкам, 16 семействам. Доминируют морские (31 %), солонатоводные (22 %) и солонатоводно-морские виды (20 %). Широко распространены виды-алкалифилы (либо индифференты к pH), относящиеся к бореальной флоре (либо космополитичные) и достаточно толерантные к неблагоприятным внешним условиям. Обнаружены новые для Черного моря виды – *Nitzschia petitiiana* Grun. и *Nitzschia gradifera* Hust., а также виды, новые для Крыма – *Campylodiscus daemelianus* Grun., *Navicula reinhardtii* (Grun.) Cl. и *Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras. Количественное развитие диатомовых достигает 888.2 × 10<sup>9</sup> экз·м<sup>-2</sup>, 760 г·м<sup>-2</sup>, что свидетельствует об их ведущей роли в микрофитобентосе соленых озер Крыма.

**Ключевые слова:** диатомовые водоросли, Bacillariophyta, соленые озера, Крым

Донные диатомовые водоросли черноморской сублиторали и пресноводных водоемов Крыма изучены достаточно детально [5, 7, 8, 11]. В то же время соленые озера Крыма, несмотря на то, что они довольно многочисленны и занимают около 15 % территории полуострова [4], подобными исследованиями практически не затронуты. В микрофитобентосе различных типов водоемов диатомовые нередко играют основную роль как первичные продуценты и участники процесса трансформации веществ. Однако без знания видовой структуры диатомовых водорослей, ее изменчивости и распределения корректная оценка их роли в гиперсоленых водоемах Крыма невозможна. Решению этих вопросов и посвящена данная работа.

**Материал и методы.** Комплексные исследования диатомовых и сине-зеленых водорослей выполнялись в 2000 – 2002 гг. в наиболее крупных соленых и гиперсоленых озерах Крыма: Бакальском, Марфовском, Кояшском, Тобечикском, Херсонесском, а также в озере у бухты Казачьей (Севастополь) (рис. 1).

В ходе исследований были измерены основные характеристики озер: площадь поверхности, максимальная глубина, соленость, pH (табл. 1). Все изученные озера, за исключением Марфовского, относятся к озерам морского происхождения и получают небольшую подпитку из моря за счет фильтрации и штормовых перебросов волн. Соотношение различных солей в них близко к таковому в Черном море [4]. Марфовское озеро – континентально-

го происхождения и относится к хлоридно-сульфатно-карбонатному типу.

мутность воды, как правило, довольно высокая.

Дно всех исследованных озер илистое,

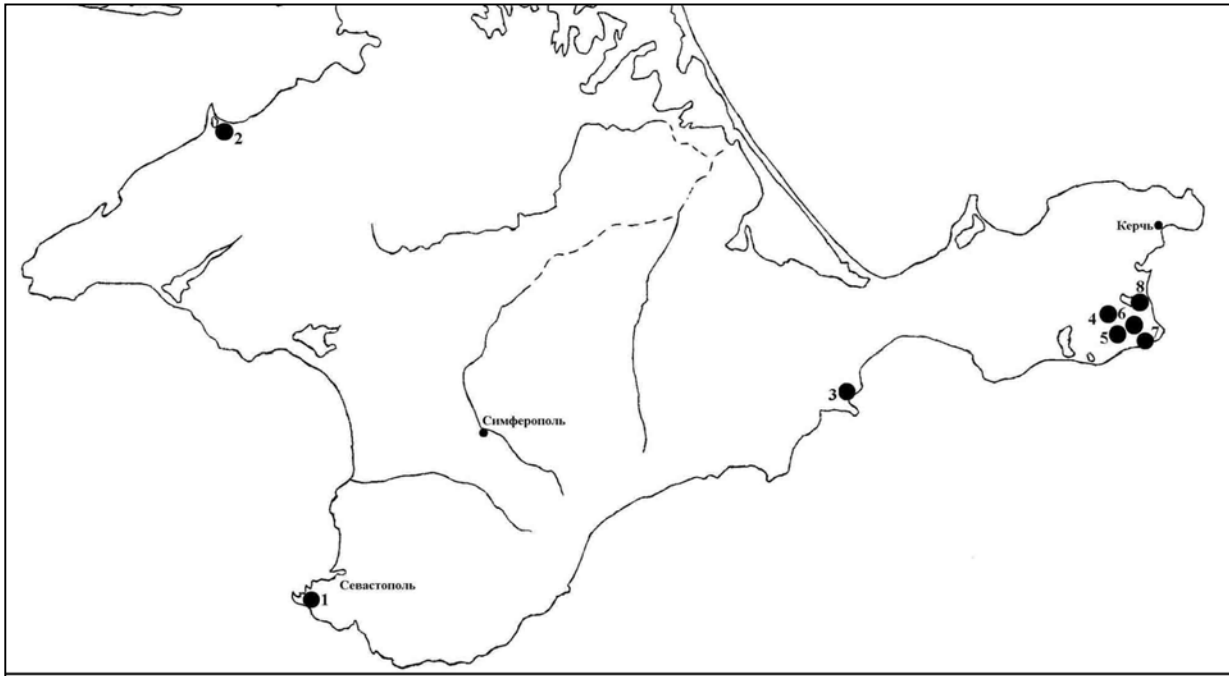


Рис. 1. Наиболее крупные гипергалинные озера Крыма: 1 – Херсонесское, 2 – Бакальское, 3 – Феодосийское, 4 – Марфовское, 5 – Киркояшское, 6 – Шимаханское, 7 – Кояшское, 8 – Тобечикское

Fig. 1. The biggest hypersaline lakes in Crimea: 1 – Khersonesskoye, 2 – Bakalskoye, 3 – Feodossiyskoye, 4 – Marfovskoye, 5 – Kirkojashskoye, 6 – Shimahanskoye, 7 – Kojashskoye, 8 – Tobechikskoye

Табл. 1. Основные характеристики изученных соленых озер Крыма (2000 – 2002 гг.)

Table 1. Main characteristics of investigated Crimean hypersaline lakes (2000 – 2002)

Озеро	Площадь поверхности, кв. км	Максимальная глубина, м	Соленость, г•л	рН
Херсонесское	0.02	0.8	50 – 110	8 – 9.5
Бакальское	8.5	0.65	60 – 110	8 – 9.9
Тобечикское	34.2	1.0	160 – 290	8 – 9.5
Марфовское	2.95	не измерена	270 – 300	8 – 10
Кояшское	10.1	0.65	240 – 350	8 – 10

Пробы микрофитобентоса отобраны трубкой диаметром 1.25 см<sup>2</sup> с поверхности грунта либо водорослевого мата, в зоне уреза воды либо на глубине 0.2 – 0.3 м.

Количественный учет клеток диатомовых и предварительное определение массовых видов произведено на временных водных препаратах под световым микроскопом Studar-E (Польша) (×500), в камере Горяева с дальнейшим пересчетом численности и биомассы на

1 м<sup>2</sup> субстрата. Биомасса клеток вычислена с использованием номограмм. Полный таксономический анализ диатомовых проведен на постоянных препаратах, приготовленных по стандартной методике холодного сжигания в кислотах [2]. При идентификации видов использованы определители [1, 3, 6, 7, 9, 12]. Систематическое разнообразие Bacillariophyta приведено по системе [14], с последними дополнениями [8, 11].

**Результаты и обсуждение.** Фотоавтотрофы в озерах представлены одноклеточными микроводорослями, нитчатыми зелеными водорослями (*Cladophora*) и цветковым растением *Ruppia spiralis*. Видовое богатство зависит от концентрации солей, и в наиболее соленых озерах присутствуют только одноклеточные фотоавтотрофы. *Ruppia spiralis* занимает довольно значительные площади в озерах с соленостью 100 – 110 ‰ (оз. Бакальское и Херсонесское). Нитчатые водоросли (в основном *Cladophora siwaschensis* и *C. albida*) обрастают кусты высших цветковых, создают придонное покрытие, образуют плавучие поля-маты, достигающие размеров в сотни квадратных метров. Биомасса *Cladophora* при глубине 35 – 45 см в оз. Бакальском достигает 8-10 кг•м<sup>-2</sup>, биомасса микроэпифитона, состоящего почти целиком из диатомовых и цианобактерий, колеблется от 50 до 800 г•м<sup>-2</sup>.

Диатомово-цианобактериальные пленки являются важным элементом экосистем как

морских, так и континентальных гиперсоленых озер. Они развиваются в различных биотопах и на различных субстратах: на дне озер, на берегу, на плавающих матах *Cladophora*, отложениях солей и т.д. Наибольшая биомасса биопленок наблюдается на выбросах *Cladophora* выше уреза воды – до 2 кг•м<sup>-2</sup>. На поверхности ряда биопленок формируется минеральный слой до 2 – 3 мм толщиной (в виде кристаллов кальцита, гипса, арагонита). Некоторая часть минералов за зимний период растворяется, остальные участвуют в процессах осадконакопления, которые протекают с большой скоростью. Подобного рода мелководные водоемы с высокой биопродуктивностью играют большую роль в трансформации и выведении углерода и кальция из биотического круговорота в геологический [10].

Всего в исследованных районах отмечено 73 вида (74 внутривидовых таксона) донных диатомовых водорослей из 3 классов отдела Bacillariophyta (табл. 2).

Табл. 2. Список видов донных диатомовых водорослей (Bacillariophyta) в соленых озерах Крыма  
Table 2. List of benthic diatoms (Bacillariophyta) in the saline lakes of Crimea

Таксоны	Место нахождения	Отношение к солености	Местообитание
1	2	3	4
COSCINODISCOPHYCEAE			
Coscinodiscophycidae			
Coscinodiscales Round et Crawford			
Coscinodiscaceae Kutz.			
<i>Coscinodiscus</i> sp.	2	?	?
FRAGILARIOPHYCEAE			
Fragilariophycidae			
Fragilariales Silva			
Fragilariaceae (Kutz.) D.T.			
<i>Tabularia tabulata</i> (Ag.) Kutz.	1, 5	MC	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Glyphodesmis distans</i> (Greg.) Grunow	1	M	МШ
<i>Plagiogramma pulchellum</i> Grev.	2	M	МШ
Ardissoniales Round			
Ardissoniaceae Round			
<i>Ardissonea baculus</i> (Greg.) Grun.	1	M	МШ, МЗЛ
<i>Ardissonia crystallina</i> (Ag.) Grun	1, 2	M	МШ, МЗЛ
Toxariales Round			
Toxariaceae Round			
<i>Toxarium undulatum</i> Bailly	1	M	МШ, МЗЛ

Продол. табл. 2; Table 2 (cont.)

1	2	3	4
Striatellales Round			
Striatellaceae Kutz.			
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kutz.	1	M	МШ, МЗЛ
BACILLARIOPHYCEAE			
Bacillariophycidae			
Lyrellales Mann			
Lyrellaceae Mann			
<i>Petroneis humerosa</i> (Breb.) Stick et Mann	1	MC	МШ, МЗЛ, ПО
Mastogloiales Mann			
Mastogloiaceae Mer.			
<i>Mastogloia angulata</i> Lewis	2	M	МШ, МЗЛ
<i>Mastogloia baldjikiana</i> Grun.	2	M	МШ, МЗЛ
<i>Mastogloia braunii</i> Grun.	1, 2, 6	C	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Mastogloia lanceolata</i> Thw.	1, 6	MC	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Mastogloia pumila</i> (Grun.) Cl.	1, 2, 4, 6	MC	МШ, МЗЛ, ПО
Cymbellales Mann			
Cymbellaceae Grev.			
<i>Cymbella angusta</i> (W.Sm.) Cl.	1, 3, 4	M	МШ, МЗЛ, ПО, СКО
Achnanthes Silva			
Achnantheaceae Kutz.			
<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.	1, 2, 3, 5, 6	MC	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Achnanthes longipes</i> Ag.	1, 5	M	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Achnanthes triconfusa</i> Van Landingham	1	C	МШ, МЗЛ
Cocconeidaceae Kutz.			
<i>Cocconeis euglipta</i> Ehr.	1, 2, 5, 6	СП	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Cocconeis kujalnitzkensis</i> Gusl. et Geras.	1, 2, 6	СП	МЗЛ
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	1	СП	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr. var. <i>adjuncta</i> A.S.	1	M	МШ, МЗЛ
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr. var. <i>scutellum</i>	1, 2, 6	M	МШ, МЗЛ, ПО
Naviculales Bessey			
Sellaphoraceae Mer.			
<i>Caloneis densestriata</i> (Pr.-Lavr.) Gusl.	1	MC	МШ, МЗЛ
<i>Caloneis liber</i> (W. Sm.) Cl.	1	MC	МШ, МЗЛ
Pinnulariaceae Mann			
<i>Pinnularia cruciformis</i> Cl.	1	M	МШ
Diploneidaceae Mann			
<i>Diploneis bombus</i> (Ehr.) Cl.	1, 2	M	МШ, МЗЛ
<i>Diploneis chersonensis</i> (Grun.) Cl.	1, 4	M	МШ, МЗЛ
Naviculaceae Kutz.			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	1	СП	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Navicula digitoradiata</i> (Greg.) Ralfs	1	C	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Navicula directa</i> (W. Sm.) Ralfs		MC	МШ, МЗЛ
<i>Navicula menisculus</i> Schum.	1	СП	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Navicula pennata</i> A.S. var. <i>pontica</i> Mer.	1, 3, 4, 5, 6	C	МШ, МЗЛ, СКО
<i>Navicula ramosissima</i> Ag.	1, 6	MC	МШ, МЗЛ
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grun.) Cl.	1	СП	МЗЛ
<i>Navicula salinarum</i> Grun.	1, 3, 4	C	МШ, МЗЛ, СКО
<i>Navicula</i> sp.1	6	?	?
<i>Navicula subinflata</i> Grun.	1, 6	M	M

Донные диатомовые водоросли соленых озер Крыма

Продол. табл. 2; Table 2 (cont.)

1	2	3	4
<i>Pleurosigma aestuarii</i> Breb.	1	М	МШ
<i>Pleurosigma</i> sp.	3, 6	?	?
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kutz.) Cl. Stauroneidaceae Mann	1	СП	МШ, МЗЛ, ПО
<i>Stauroneis salina</i> W.Sm. Thalassiophysales Mann Catenulaceae Mer.	1	С	МШ, СКО
<i>Amphora coffeaeformis</i> (Ag.) Kutz.	1, 3, 4, 5, 6	С	МШ, МЗЛ, СКО
<i>Amphora eunotia</i> Cl.	1, 4	СМ	МШ, МЗЛ
<i>Amphora inflexa</i> (Breb.) H.L.Sm.	1	М	МШ
<i>Amphora ovalis</i> Kutz.	5	СП	МШ, МЗЛ, Э
<i>Amphora proteus</i> Greg.	1	МС	МШ, МЗЛ
<i>Amphora</i> sp.1 Bacillariales Hend. Bacillariaceae Ehr.	1, 2, 4, 6	?	?
<i>Hantzschia</i> sp.	1, 3, 4	?	?
<i>Nitzschia angularis</i> W. Sm.	1	М	МШ, МЗЛ
<i>Nitzschia closterium</i> (Ehr.) Reim. et Lew.	1, 6	МС	МШ, МЗЛ
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kutz.) Grun.	1, 6	СП	МЗЛ
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch.	1	П	ПО
<i>Nitzschia gradifera</i> Hust.	1, 6	С	СКО
<i>Nitzschia hybrida</i> Grun.	1, 4	С	СКО, МШ, МЗЛ
<i>Nitzschia obtusa</i> W.Sm.	5	С	СКО, МЗЛ
<i>Nitzschia petitiiana</i> Grun.	1, 3, 6	С	Азовское море
<i>Nitzschia pusilla</i> Grun.	2, 6	СП	МШ, МЗЛ
<i>Nitzschia sigma</i> (Kutz.) W.Sm.	1, 6	С	МШ, МЗЛ
<i>Tryblionella acuminata</i> W.Sm.	1, 6	С	МШ, МЗЛ
<i>Tryblionella apiculata</i> Greg.	1	С	МШ, МЗЛ
<i>Tryblionella navicularis</i> (Breb. ex Kutz.) Ralfs	5	СП	МЗЛ
<i>Tryblionella punctata</i> W. Sm. var. <i>punctata</i>	1, 4	МС	МШ, МЗЛ
<i>Tryblionella punctata</i> W. Sm. var. <i>minutissima</i> Por. Rhopalodiales Mann Rhopalodiaceae (Karst.) Top. et Oks.	1	С	СКО, МЗЛ
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kutz.) O.Mull.	1, 3, 6	МС	МШ, МЗЛ, СКО
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O.Mull. Surirellales Mann Entomoneidaceae Reim.	1, 4	СП	МШ, МЗЛ, Э
<i>Entomoneis alata</i> (Ehr.) Ehr.	1	М	МШ, МЗЛ
Surirellaceae Kutz.			
<i>Surirella fastuosa</i> Ehr.	1	М	МШ, МЗЛ
<i>Surirella striatula</i> Turp.	5	С	МЗЛ
<i>Campylodiscus daemelianus</i> Grun.	1	СМ	МЗЛ

Примечание: 1 – Бакальское озеро; 2 – озеро у бухты Казачья; 3 – Марфовское озеро; 4 – Кояшское озеро; 5 – Тобечикское озеро; 6 – Херсонесское озеро.

Отношение к солености: М – морские виды; МС – морские и солоноватоводные; С – солоноватоводные; СМ – солоноватоводно-морские; СП – солоноватоводно-пресноводные; П – пресноводные; ? – отношение к солености не установлено [7]

Местообитание: СКО – гиперсоленые континентальные озера; МЗЛ – морские заливы и лиманы; МШ – морской шельф; Э – эстуарии, ПО – пресноводные озера, реки и водоемы [7, 11]

По сравнению с видовым богатством донных диатомовых, обнаруженных в прибрежных районах Крыма (145 видов и внутривидовых таксонов – в Карадагском заповеднике, 186 – в Севастопольской бухте, 208 – в бухте Ласпи и 463 – в целом по Крыму [5]), количество видов диатомовых в соленых озерах значительно меньше.

Из представителей класса Coscinodiscophyceae в озерах Крыма обнаружен всего один род с одним видом – *Coscinodiscus* sp., относящимся к планктонным формам и, очевидно, занесенным в озеро прибором (озеро у б. Казачья). Из класса Fragilariophyceae отмечено 8 видов, принадлежащих к 7 родам, 7 семействам, 3 порядкам, что составляет 11 % от общего числа обнаруженных видов (рис. 2). Наиболее широко представлен класс Bacillariophyceae – 64 вида (65 внутривидовых таксонов), принадлежащих к 21 родам, 16 семействам, 9 порядкам, что составляет 88 % от общего числа. По числу обнаруженных видов лидируют порядки Naviculales Bessey – 6 семейств, 8 родов, 22 вида, Bacillariales Hendey – 1 семейство, 3 рода, 16 видов, Achnanthes Silva – 2 семейства, 2 рода, 8 видов, Thalassiophysales Mann – 1 род, 6 видов, Mastogloiales Mann – 1 род, 5 видов.

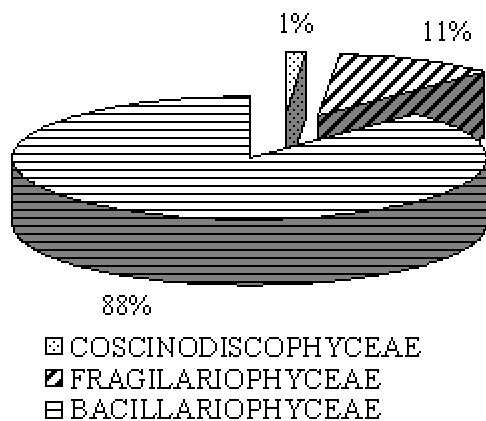


Рис. 2. Процентное соотношение обнаруженных в соленых озерах Крыма видов донных диатомовых водорослей по 3 классам  
 Fig. 2. Ratio of benthic diatoms species in hypersaline lakes of Crimea from 3 classes

Разнообразие на родовом таксономическом уровне наиболее представительных семейств диатомовых отражено в табл. 3.

Табл. 3. Количество видов (В) и родов (Р) наиболее представительных семейств из класса Bacillariophyceae  
 Table 3. Number of species (B) and genera (P) of the most representative families from class Bacillariophyceae

Семейство	Количество видов	Количество родов	В / Р
Bacillariaceae	16	3	5.3
Naviculaceae	11	2	5.5
Pleurosigmales	4	2	2
Catenules	6	1	6
Mastogloiales	5	1	5
Cocconeidales	5	1	5
Achnanthes	3	1	3

Наибольшее число обнаруженных видов диатомовых из класса Bacillariophyceae принадлежит родам *Navicula* Borg. (11) и *Nitzschia* Hass. (10), представители других родов менее разнообразны: *Amphora* Ehr. – 6 видов, *Mastogloia* Thw. ex W.Sm. и *Tryblionella* W.Sm. – по 5. Остальные рода представлены 1 – 3 видами.

По отношению к солености донные диатомовые разделены на 7 групп [3, 7, 11]. Доминирующее положение среди них занимают морские виды (31 %), солоноватоводные (22 %) и солоноватоводно-морские (20 %). Остальные группы представлены меньшим числом видов (рис. 3). Наиболее массовые виды, активно заселяющие все исследованные биотопы соленых озер – талломы макрофитов, рыхлые илистые и песчаные грунты, в основном принадлежат к космополитам и бореальным формам, по отношению к сапробности – к  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробам, по отношению к pH – к алкалофилам либо индифферентам [3, 7, 11]. Эти виды также широко распространены в местообитаниях с умеренным либо повышенным уровнем антропогенного воздействия [5], т.е. являются достаточно толерантными к воздействию неблагоприятных условий среды.

Краткая экологическая характеристика массовых видов донных диатомовых водорослей приведена в табл. 4.

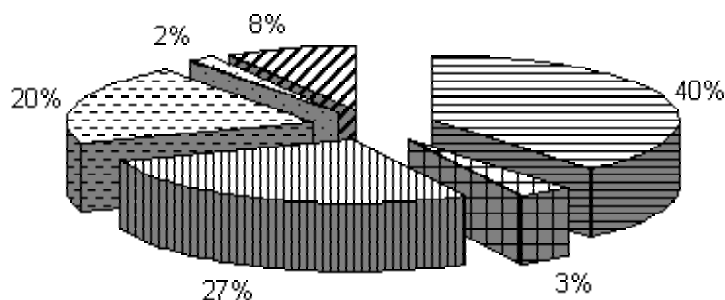


Рис. 3. Состав обнаруженных в соленых озерах Крыма видов донных диатомовых водорослей по отношению к солености  
Fig. 3. Ratio of benthic diatoms species in hypersaline lakes of Crimea concerning to salinity

- Морские
- ▨ Солонатоводные
- Пресноводные
- ▤ Солонатоводно-морские
- ▧ Солонатоводно-пресноводные
- ▩ Отношение к солености неизвестно

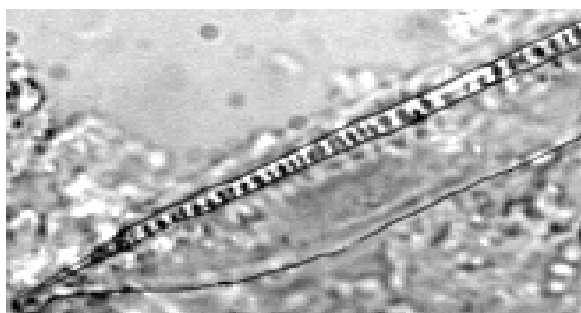
Табл. 4. Краткая экологическая характеристика наиболее массовых видов донных диатомовых водорослей, обнаруженных в исследованных районах

Table 4. Characteristic of the most mass benthic diatoms species founded in investigated areas

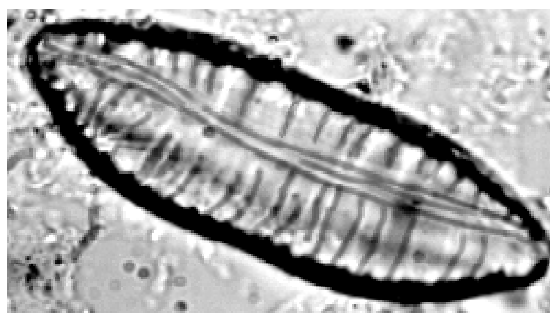
Вид	Отношение к			Географический элемент флоры	Биотоп
	солености	pH	сапробности		
<i>Tabularia tabulata</i> (Ag.) Kutz.	МС	индифферент	α-мезосапроб	космополит	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehr.	СП	алкалифил	β-мезосапроб	бореальный	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr. var. <i>scutellum</i>	М	алкалифил	?	бореальный	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон, эпипелон
<i>Navicula salinarum</i> Grun.	С	индифферент	β-мезосапроб	космополит	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Navicula ramosissima</i> Ag.	МС	алкалифил	?	бореальный	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Mastogloia pumila</i> (Grun.) Cl.	МС	алкалифил	?	бореальный	Эпифитон, эпицитон, эпипелон
<i>Navicula pennata</i> A.S. var. <i>pontica</i> Mer.	С	алкалифил	?	космополит	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Cymbella angusta</i> (W.Sm.)	М	алкалифил	олигосапроб	бореальный	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Amphora coffeaeformis</i> (Ag.) Kutz.	С	алкалифил	α-мезосапроб	космополит	Эпифитон, эпицитон, эпипсаммон
<i>Achnanthes brevipes</i> Ag. var. <i>brevipes</i>	М	алкалифил	β-мезосапроб	космополит	Эпифитон, эпицитон,

В результате наших исследований впервые для Черного моря обнаружены два вида донных диатомовых: *Nitzschia petitiانا* Grun. (найдена в Бакальском, Марфовском и Херсонесском озерах) и *Nitzschia gradifera*

Hust. (в Бакальском и Херсонесском озерах) (рис. 4). Первый из вышеупомянутых видов ранее был известен только в Азовском море, второй – в соленых озерах Хакассии и Тибета [1].



А



Б

Рис. 4. Новые для Черного моря виды донных диатомовых, обнаруженные в соленых озерах Крыма: А - *Nitzschia petitiانا* Grun.; Б - *Nitzschia gradifera* Hust.

Fig. 4. Benthic diatoms species, found in Crimean saline lakes, new for the Black Sea: А - *Nitzschia petitiانا* Grun.; Б - *Nitzschia gradifera* Hust.

Помимо того, зарегистрированы виды, новые для Крыма: *Campylodiscus daemelianus* Grun. (обнаружен в Бакальском озере и на Камыш-Бурунском пляже), *Navicula reinhardtii* (Grun.) Cl. (в Бакальском озере) и *Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras. (в оз. Бакальском, озере у бухты Казачья и Херсонесском озере)

(рис. 5). Первый из них ранее был найден близ Новороссийска, второй – в Одесском и Джарылгачском заливах, третий – в лиманах и заливах северо-западной части Черного моря [3, 7].

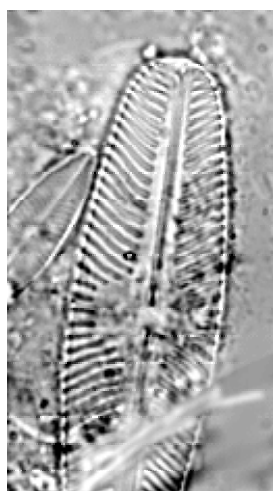
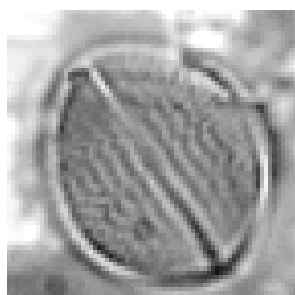


Рис. 5. Новые для Крыма виды донных диатомовых водорослей, обнаруженные в соленых озерах: слева – *Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras.; справа – *Navicula reinhardtii* (Grun.) Cl.

Fig. 5. Benthic diatoms species, marked in saline lakes, found in the Crimea for the first time: left – *Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras.; right – *Navicula reinhardtii* (Grun.) Cl.



К группе редких видов в исследованных районах относятся *Glyphodesmis distans*, *Petroneis humerosa*, *Achnanthes triconfusa*, *Diploneis chersonensis*, *Amphora inflexa* (найжены у Бакальской косы), *Amphora ovalis*, *Tryblionella navicularis* и *Nitzschia obtusa* (оз. Табечикское), *Plagiogramma pulchellum*, *Mastogloia angulata*, *Mastogloia baldjikiana* (озеро у б. Казачья), *Mastogloia braunii*, *Mastogloia lanceolata* (Бакальское и Херсонесское озера), *Rhopalodia gibberula* (Бакальское и Кояшское озера). Идентификация последнего упомянутого вида в световом микроскопе затруднена в связи с его внешним сходством с *Rhopalodia musculus* (Kutz.) O.Mull.

Наиболее обычны по частоте встречаемости для всех исследованных биотопов виды:

*Achnanthes brevipes* var. *brevipes* (встречен в 6 районах), *Navicula pennata* var. *pontica* (в 6 районах), *Amphora coffeaeformis* var. *coffeaeformis* (в 5 районах), *Cocconeis euglipta* (в 5 районах), *Cocconeis scutellum* var. *scutellum* (в 4 районах), *Tabularia tabulata* (в 4 районах), *Mastogloia pumila* (в 4 районах), *Amphora* sp.1 (в 4 районах).

Наибольшего количественного развития донные диатомовые в исследованных местообитаниях достигали в весенне-летний период. Ниже приведены максимальные показатели плотности поселения и биомассы десяти самых массовых видов диатомовых (некоторые из них изображены на рис. 6), поселяющихся на талломах *Cladophora* sp. либо в прибрежной зоне соленых озер.

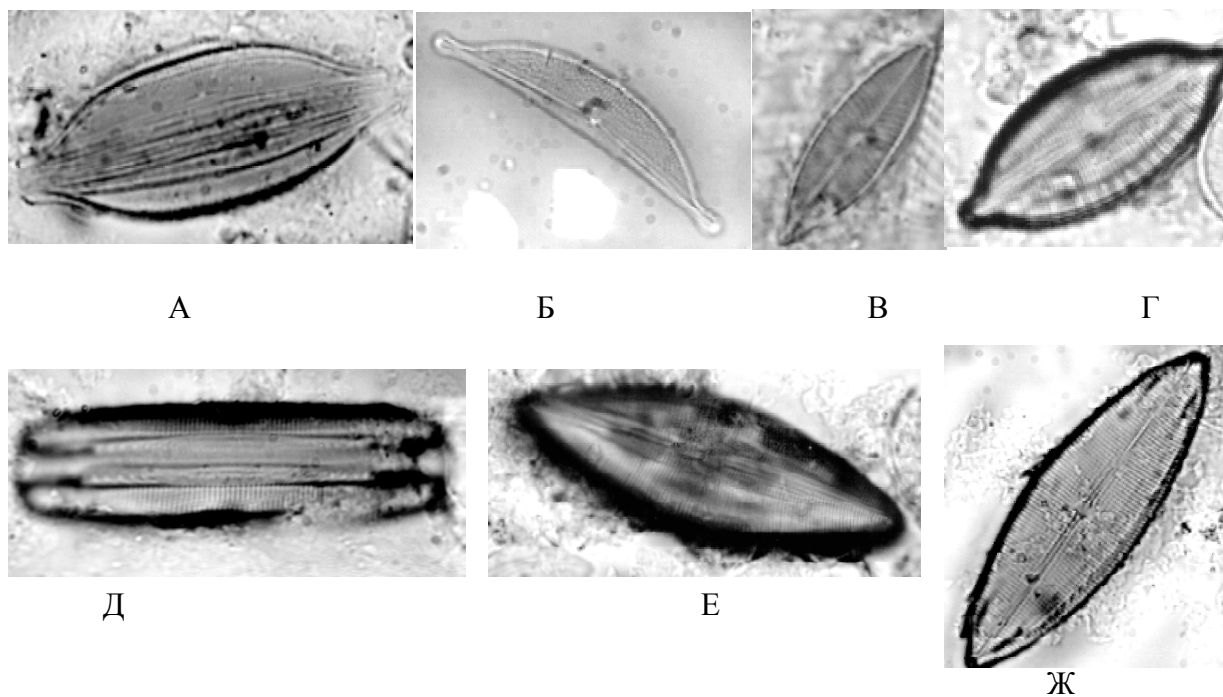


Рис. 6. Наиболее массовые виды донных диатомовых соленых озер Крыма: А, Б - *Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kutz. var. *coffeaeformis*, В - *Navicula salinarum* Grun.; Г - *Mastogloia pumila* (Grun.) Cl.; Д, Е - *Mastogloia lanceolata* Thw., Ж - *Mastogloia braunii* Grun.

Fig. 6. The most common benthic diatoms species in Crimean saline lakes: А, Б - *Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kutz. var. *coffeaeformis*, В - *Navicula salinarum* Grun.; Г - *Mastogloia pumila* (Grun.) Cl.; Д, Е - *Mastogloia lanceolata* Thw., Ж - *Mastogloia braunii* Grun.

*Tabularia tabulata* (Ag.) Kutz. (Херсонесское озеро, численность –  $636.0 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>, биомасса –  $636.5$  г·м<sup>-2</sup>),

*Cocconeis euglipta* Ehr. (Бакальское озеро,  $293.3 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $117.3$  г·м<sup>-2</sup>),

*Cocconeis scutellum* Ehr. var. *scutellum* (Бакальское озеро,  $93.6 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $70.2$  г·м<sup>-2</sup>),

*Navicula salinarum* Grun. (Бакальское озеро,  $107.6 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $64.6$  г·м<sup>-2</sup>),

*Navicula ramosissima* Ag. (Херсонесское озеро,  $104 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $3.1$  г·м<sup>-2</sup>),

*Mastogloia pumila* (Grun.) Cl. (Кояшское озеро,  $58.7 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $52.8$  г·м<sup>-2</sup>),

*Navicula pennata* A.S. var. *pontica* Mer. (Кояшское озеро,  $49.7 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $34.9$  г·м<sup>-2</sup>),

*Symbella angusta* (W.Sm.) Cl. (Кояшское озеро,  $40.3 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $50.3$  г·м<sup>-2</sup>),

*Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kutz. var. *coffeaeformis* (Херсонесское озеро,  $30.4 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $12.1$  г·м<sup>-2</sup>),

*Achnanthes brevipes* Ag. var. *brevipes* (Бакальское озеро,  $11.7 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>,  $234.7$  г·м<sup>-2</sup>).

В большинстве изученных водоемов диатомовые характеризуются массовым развитием, что согласуется с ранее полученными данными [13]. Количество видов и плотность поселения другой группы фототрофов – цианобактерий – обычно значительно ниже [Шадрин, Найданова, неопубл. данные], что позволяет говорить о ведущей роли донных диатомовых в первичном продуцировании органиче-

ского вещества в соленых и гиперсоленых водоемах Крыма.

**Заключение. 1.** Видовое богатство фототрофов в изученных соленых озерах Крыма, по сравнению с морскими акваториями, невелико. Доминирующее положение среди микроводорослей занимают представители Bacillariophyta (73 вида). Наиболее массовые виды относятся к алкалифилам (либо индифферентам), космополитам (либо бореальным) и приурочены к самым характерным биотопам – эпифитону, эпицитону, эпипелону и эпипсаммону. Эти виды, широко распространенные также и в морских местообитаниях с повышенным уровнем антропогенного воздействия, достаточно толерантны к влиянию неблагоприятных условий внешней среды. **2.** Судя по показателям развития (численность массовых видов достигает  $11.7 - 636.0 \times 10^9$  экз.·м<sup>-2</sup>, биомасса –  $12.1 - 636$  г·м<sup>-2</sup>), можно предположить, что в микрофитобентосе соленых озер Крыма донные диатомовые играют ведущую роль.

Работа выполнена при поддержке проекта INTAS № 97-30776, 1999 – 2002.

**Благодарность.** Авторы искренне признательны

д.б.н. Гуслякову Николаю Емельяновичу (зав. кафедрой гидробиологии и общей экологии Одесского национального университета) за консультацию при определении новых и редких видов диатомовых.

1. Диатомовый анализ / Под ред. Криштофовича А. Н. – Т. 3. – М.: Госгеолитиздат, 1950. – 398 с.
2. Диатомовые водоросли СССР. – Т. 1. – Л.: Наука, 1974. – 403 с.
3. Гусляков Н. Е., Загордонце О. А., Герасимюк В. П. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. – Киев: Наук. думка, 1992. – 115 с.
4. Курнаков Н. С., Кузнецов В. Г., Дзерж-Антоцкий А. И., Равич М. И. Соляные озера Крыма. – М.: Изд. АН СССР, 1936. – 278 с.
5. Неврова Е. Л., Ревков Н. К., Петров А. Н. Микрофитобентос / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. Современное состояние биоразнообразия

- прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 270 – 282; 288 – 302; 351 – 362.
6. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря. – М.– Л.: Изд. АН СССР, 1955. – 222 с.
7. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря. – М.– Л.: Изд. АН СССР, 1963. – 243 с.
8. Разнообразие водорослей Украины / Ред. С. П. Вассер, П. М. Царенко // Альгология. – 2000. – 10, № 4. – С. 6 – 135.
9. Топачевский А. В., Оксюк О. П. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – Київ: Вид. АН УРСР, 1960. – 412 с.

10. Шадрин Н. В., Загородняя Ю. А., Неврова Е. Л., Найданова О. Г., Сеничева М. И. Гидроэкологическая система Бакальской косы: проблемы изучения и сохранения природного разнообразия // Наук. зап. Тернопільського педуніверситету. Серія Біологія. – 2001. – Вип. 3 (14). – С. 168 – 170.
11. Bukhtiyarova L. N. Diatoms of Ukraine. Inland waters. – Kyev: Institute of Botany NASU, 1999. – 132 p.
12. Hasle G. R., Syversten E. E. Identifying Marine Phytoplankton / Ed. C. R. Tomas. – Chapter 2. Marine Diatoms. – Academic Press, 1997. – P. 5 - 386.
13. Ivanova M. B., Baluskina E. B., Basova S. L. Structural-functional reorganization of ecosystem of hyperhaline lake Saki (Crimea) at instead salinity // Russian Journ. Aquat. Ecol. – 1994. – 3, № 2. – P. 111– 126.
14. 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.

Поступила 17 июня 2005 г.

**Донні діатомові водорості солоних озер Криму. О. Л. Неврова, М. В. Шадрін.** У результаті комплексних досліджень солоних і гіперсолоних озер морського походження Криму виявлено, що фотоавтотрофи в озерах представлені в основному одноклітинними мікрowodоростями (Bacillariophyta, Cyanophyta) і нітчатими зеленими водоростями (рід *Cladophora*), що утворюють плаваючі поля-мати розміром у сотні квадратних метрів. Біомаса *Cladophora* при глибині 35 – 45 см в озері Бакальськом досягає 8 – 10 кг•м<sup>-2</sup>, біомаса мікроепіфітону, що складається майже нацело з діатомових і ціанобактерій, коливається від 50 до 800 г•м<sup>-2</sup>. Усього в досліджених озерах відзначено 74 види і внутрішньовидових таксона донних діатомових водоростей (Bacillariophyta). Найбільше широко представлений клас Bacillariophyceae – 21 рід, 64 види, що належать до 9 порядків, 16 сімействам. Домінують морські (31%), солоноватоводні (22%) і солоноватоводні-морські види (20 %). Широко розповсюджені види-алкаліфіли (або індифференти до рН), що відносяться до бореальної флори (або космополіти) і досить толерантні до несприятливих зовнішніх умов. Виявлено нові для Чорного моря види *Nitzschia petitiiana* Grun. і *Nitzschia gradifera* Hust., а також види, нові для Криму: *Campylodiscus daemelianus* Grun., *Navicula reinhardtii* (Grun.) Cl. і *Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras. Кількісний розвиток діатомових в озерах значно (до 888.2 × 10<sup>9</sup> экз.·м<sup>-2</sup>, 760 м·м<sup>-2</sup>), що свідчить про їхній ведучій ролі в первинному продукуванні органічної речовини.

**Ключові слова:** діатомові водорості, Bacillariophyta, солоні озера, Крим

**Benthic diatoms in Crimean saline lakes. E. L. Nevrova, N. V. Shadrin.** As a result of complex researches of Crimean saline and hypersaline lakes of sea origin it is revealed, that photoautotrophes are represented mainly by unicellate microalgae (Bacillariophyta, Cyanophyta) and filamentous green seaweed (genus *Cladophora*), forming floating mats in hundreds square meters. Biomass *Cladophora* at depth of 35 – 45 cm in lake Bakal'skoe reaches 8 – 10 kg•m<sup>-2</sup>, the biomass of cyanobacterial and diatom epiphyton, changes from 50 up to 800 g•m<sup>-2</sup>. The total list of benthic diatoms of investigated Crimean saline lakes includes 74 species and intra-species taxa. Representatives of class Bacillariophyceae is most widespread and represented by 9 orders, 16 families, 21 genera, 64 species. Their share is 88 % of the total number of found taxons. The most dominant species of benthic diatoms of the Crimean salt lakes are polygalobic (31 %), mesogalobic (22 %) and meso-eugalobic (20 %). Alkalophilous and indifferentes to pH of water, concerning to borealic and cosmopolitan flora and tolerant enough to adverse environmental conditions are widely widespread. The following species are the new for the Black Sea: *Nitzschia petitiiana* Grun. and *Nitzschia gradifera* Hust. Three species are reported for the Crimean water areas for the first time: *Campylodiscus daemelianus* Grun., *Navicula reinhardtii* (Grun.) Cl. and *Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras. Quantitative development of benthic diatoms in Crimean saline lakes is considerably (up to 888.2 × 10<sup>9</sup> cells •m<sup>-2</sup>, 760 g•m<sup>-2</sup>) that determines to their leading part in primary production of organic substance.

**Key words:** benthic diatoms, Bacillariophyta, saline lakes, Crimea