



УДК 579: 574.587 (262.54)

А. В. Бондаренко, аспирант

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

МИКРОФИТОБЕНТОС ТРЁХ РАЙОНОВ УКРАИНСКОГО СЕКТОРА АЗОВСКОГО МОРЯ

В 2005 – 2011 гг. исследован эколого-флористический состав микроводорослей (МВ) в трёх районах украинского сектора Азовского моря: Керченский пролив (I), аквальный комплекс Казантипского природного заповедника (II) и северная часть залива Сиваш (III) на глубине до 1.5 м. Обнаружено 139 видов, разновидностей и форм МВ: диатомовые, синезелёные, зелёные, гаптофитовые и динофитовые; ведущее положение принадлежит Bacillariophyta (83.5 %) и Cyanobacteria (14.4 %). Бентосные виды составляют 64.5 %, бентопланктонные – 18.5 %, планктонные – 17 %; колониальные формы достигают 49 %, а одиночноживущие – 51 %; солоноватоводно-морские (34 %) и морские (32 %) формы преобладают при значительном вкладе пресноводных и пресноводно-солоноватоводных (23 %). Индексы Чекановского-Серенсена: для районов исследования I + II – 0.55, для I+III и II+ III – по 0.27.

Ключевые слова: микрофитобентос, микроводоросли, диатомовые, Казантипский заповедник, Керченский пролив, Сиваш, Азовское море

Азовское море относится к одному из наиболее продуктивных водоёмов морского типа, что обусловлено рядом его особенностей – мелководностью, низкой солёностью, непрерывным притоком органических веществ из-за большого пресноводного стока, интенсивным перемешиванием разных слоёв моря, хорошей освещённостью и прогревом всей толщи воды. Эти факторы способствуют образованию в водоёме высокой первичной продукции за счёт интенсивного развития первичных продуцентов органического вещества, в том числе микроводорослей (МВ) [13]. Последние являются одним из основных звеньев в трофических цепях, однако избыточная численность некоторых видов может приводить к нарушению устойчивого равновесия природных экосистем и ухудшать среду обитания гидробионтов [12].

Основные работы по исследованию микроводорослей Азовского моря посвящены фитопланктону [6, 7, 10, 11, 17, 18] и отчасти микрофитобентосу [5, 6, 8, 9] его российской части. Гораздо меньше внимания уделено изучению микрофитобентоса украинского сектора Азовского моря [1 – 4, 9, 15, 16]. Комплексные исследования МВ бентоса, начатые в 2000 г. в акватории Казантипского заповедника, всё ещё находятся на начальном этапе и в основном посвящены изучению Cyanobacteria [15, 16].

В результате инвентаризации видового состава МВ планктона и бентоса был составлен общий список, включающий 1060 таксонов из отделов Bacillariophyta (538), Cyanobacteria (167), Chlorophyta (151), Dinophyta (125), Euglenophyta (24), Chrysophyta (24), Cryptophyta (13), Haptophyta (10), Raphidophyta (7) и представителя класса Ebriaceae [14].

Целью настоящей работы является исследование эколого-флористических характеристик микрофитобентоса трёх районов украинского сектора Азовского моря.

Материал и методы. Пробы МВ собраны в трёх районах Азовского моря (рис. 1): Керченский пролив – место слияния азовских и черноморских вод (солёность 12 – 15 ‰); акватория Казантипского природного заповедника, включающая типичных представителей азовской флоры (солёность в период отбора проб составляла 11.5 ‰), северная часть залива Сиваш (на разных участках солёность колебалась от 20 до 34 ‰).

Сбор материала был начат в ноябре 2005 г. и продолжен в апреле, мае, июле, августе, сентябре и ноябре 2006 г. В феврале, апреле, мае и июне 2008 – 2011 гг. произведены разовые съёмки. Глубина отбора проб 0.3 – 1.5 м. Температура воды варьировала от -2°C в феврале (мыс Казантип) до +29°C в августе (залив Сиваш).



Рис. 1 Районы исследования микрофитобентоса Азовского моря: 1 – Керченский пролив, 2 – прибрежная акватория Казантипского заповедника, 3 – северная часть залива Сиваш

Fig. 1 Map of studied areas of microphytobenthos in the Sea of Azov: 1 – the Kerch Strait, 2 – Kazantip Nature Reserve, 3 – northern part of Sivash Bay

Исследовались МВ эпифитона донной растительности (зелёные, красные, бурые водоросли-макрофиты, а также морская трава зостера), твёрдых (галечник) и рыхлых (песок с примесью ракушечника и ила) грунтов. Методика обработки проб описана в [4]. Первоначально пробы изучали в прижизненном состоянии водорослей, а затем их обрабатывали 2 % формалином или 70 % спиртом. Микроскопирование объектов проводили в световых микроскопах «БИОЛАМ С-11» при 15x40 и 15x90 и «Axioskop 40» при 10x40, 10x100 с использованием программы AxioVision Rel. 4.6, позволяющей замерять размеры и детально рассмотреть структуру МВ, что даёт преимущества при проведения идентификации видов.

Для сравнения флор МВ по районам исследования использовали коэффициент Чекановского-Сёренсена [19]: $K_s = 2c/(a + b)$, где c – число общих видов для сравниваемых районов, a и b – число видов во флоре каждого района.

Обработано 85 качественных проб. Номенклатурные названия таксонов МВ приведены по [14].

Результаты и обсуждение. Всего обнаружено 139 видов и внутривидовых таксонов (ввт) МВ, из них диатомовых (116), синезелёных (20), гаптофитовых, зелёных и динофитовых водорослей отмечено по 1 виду (рис. 2).

Доминирующей группой микрофитобентоса Азовского моря, как по разнообразию видов, так и по количественным характеристикам, являются Bacillariophyta [4] (табл. 1).

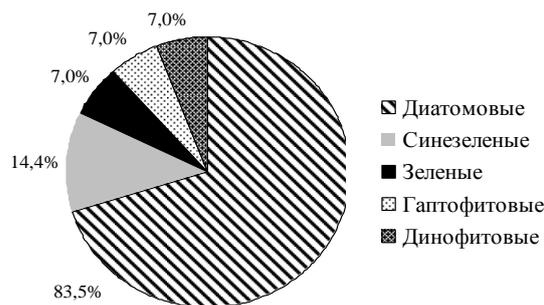


Рис. 2 Соотношение таксономических групп водорослей бентоса украинского сектора Азовского моря, %

Fig. 2 Relation of taxonomic groups of algae the benthos of the Ukrainian part of the Sea of Azov, %

Табл. 1 Таксономическая структура Bacillariophyta и Cyanobacteria микрофитобентоса районов исследования

Table 1 The taxonomic structure of Bacillariophyta and Cyanobacteria of microphytobenthos of the studied area

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	6	8	8	12
	Bacillariophyceae	7	16	23	83
	Fragilariophyceae	4	4	11	21
Всего:	3	17	28	42	116
Cyanobacteria	Cyanophyceae	4	7	12	20

Наибольшее таксономическое обилие отмечено в классе Bacillariophyceae (71.5 % общего количества видов), в пределах которого наиболее разнообразны по видовому составу порядки Naviculales и Bacillariales, включающие преимущественно бентосные формы. Ведущее положение по числу таксонов занимают рода *Navicula* Bory (15 видов и ввт) и *Nitzschia* Hass. (14 видов и ввт), меньшим количеством видов представлены *Pleurosigma* W. Sm., *Amphora* Ehrenb. и *Licmophora* C. Ag., (соответственно 8 : 8 : 6 видов и ввт). Классы Fragilariophyceae и Coscinodiscophyceae характеризуются меньшим числом видов и наличием преимущественно планктонных форм микрофитов.

В Сиваше и Керченском проливе массово развиваются виды Cyanobacteria, представленные классом Cyanophyceae (табл. 1).

Основу видового разнообразия циано-прокариот составляют роды *Microcystis* Kütz., *Phormidium* Kütz. и *Gloeocapsa* Kütz. (соответственно 4 : 3 : 3 вида и ввт).

Типичными обитателями донных сообществ являются 20 видов и ввт диатомовых и 4 вида синезелёных (табл. 2), многие из которых встречаются круглогодично.

Табл. 2 Краткая экологическая и фитогеографическая характеристика типичных представителей донных сообществ микроводорослей районов исследования
Table 2 Short ecological and phytogeographical characteristics of the typical representatives of microalgae in bottom community of the study area

Таксон	ЖФ	МО	Г	ФГ
Bacillariophyta				
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Ag.	Кол	Бен	СМ	К
<i>A. longipes</i> C. Ag.	Кол	Бен	М	К
<i>Halamphora acutiuscula</i> (Kütz.) Levkov	Ож	Бен	СМ	АБТ
<i>H. coffeiformis</i> var. <i>tenuissima</i> (Proschk.-Lavr.) Ryab.	Ож	Бен	СМ	Б
<i>Berkeleya rutilans</i> (Trent.) Grunov	Кол	Бен	СМ	АБТ
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenb.	Ож	Бен	СМ	К
<i>Diatoma tenuis</i> C. Ag.	Кол	БП	ПС	К
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenh.) Cleve	Ож	Бен	П	К
<i>Licmophora dalmatica</i> (Kütz.) Grun.	Кол	Бен	М	Б
<i>Melosira moniliformis</i> (O. F. Müll.) C. Ag.	Кол	БП	СМ	К
<i>Navicula ammophila</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	Кол	БП	СМ	К
<i>N. ramosissima</i> (Ag.) Cleve	Кол	Бен	СМ	АБТ
<i>Nitzshia hybrida</i> f. <i>hyalina</i> Proschk.-Lavr.	Ож	Бен	СМ	Б
<i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm.	Ож	БП	СМ	К
<i>N. tenuirostris</i> Mereschk.	Ож	БП	СМ	К
<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Sm.	Ож	Бен	СМ	К
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Ag.) Lange-Bert.	Кол	Бен	ПС	К
<i>R. marina</i> (W. Sm.) M. Schm.	Кол	Бен	М	АБ
<i>Tabularia parva</i> (Kütz.) Will. et Round	Кол	Бен	СМ	АБТ
<i>T. tabulata</i> (Ag.) Snoeijis	Кол	Бен	СМ	К
Cyanobacteria				
<i>Microcystis pulverea</i> (Wood) Forti emend. Elenk.	Кол	Пл	ПС	БТ
<i>Oscillatoria lacustris</i> (Kleb.) Geitl.	Кол	БП	ПС	БТ
<i>Phormidium laetevirens</i> (P. Crouan et H. Crouan ex Gomont) Anagn. et Komárek	Кол	Пл	М	БТ
<i>P. puteale</i> (Mont. ex Gomont) Anagn. et Komárek	Кол	Бен	П	Б

Примечание: ЖФ – жизненная форма: Кол – колониальный; Ож – одиночноживущий; МО – место обитания: Бен – бентосный; Пл – планктонный; БП – бентопланктонный; Г – галобность; М – морской; СМ – солоноватоводно-морской; ПС – пресноводно-солоноватоводный; П – пресноводный; ФГ – фитогеография: К – космополит; АБ – аркто-бореальный; БТ – бореально-тропический; Б – бореальный; АБТ – аркто-бореально-тропический

Несмотря на значительное разнообразие МВ, в массе развиваются лишь несколько видов диатомовых (*B. rutilans*, *D. tenuis*, *N. ramosissima*, *R. marina*, *R. abbreviata*, *T. parva*, *T. tabulate*) и синезелёная *P. laetevirens*. Около 18 % видов – редко встречающиеся и отмечены единично. По числу видов в микрофитобентосе разных субстратов колониальные формы составляют 49 %, одиночноживущие – 51 % (рис. 3А). На долю бентосных видов приходится 64.5 %, бентопланктонных – 18.5 %, планктонных – 17 % (рис. 3Б).

По их отношению к солёности воды преобладающей группой в Азовском море являются солоноватоводно-морские и морские формы (соответственно 34 и 32 %), при этом значителен вклад пресноводных и пресноводно-солоноватоводных видов – 23 % (рис. 3В). Наибольшую численность в донных сообществах создают колониальные формы МВ на всех субстратах, но с наибольшим обилием в эпифитоне донной растительности, как это отмечено ранее для акватории Казантипского заповедника [4].

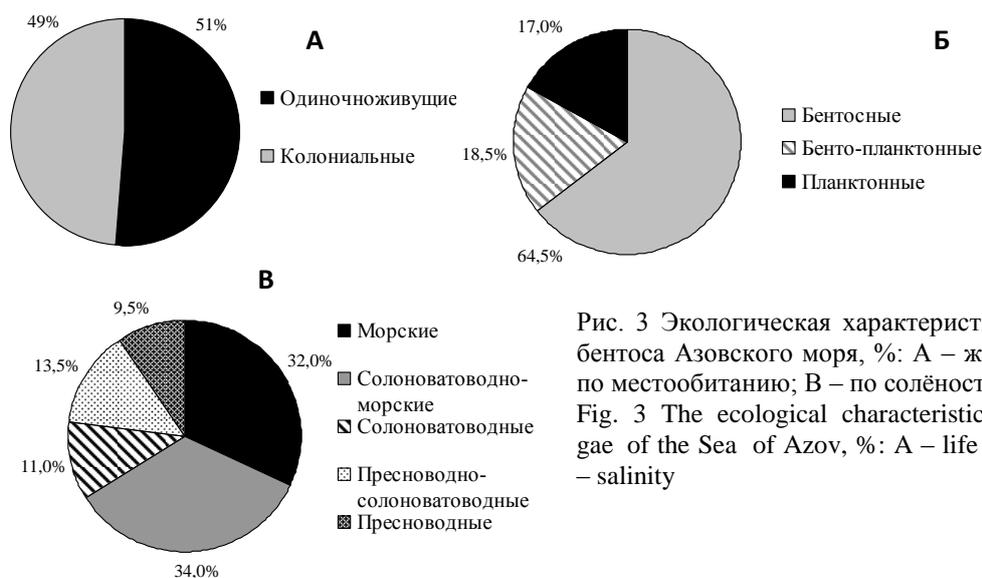


Рис. 3 Экологическая характеристика микроводорослей бентоса Азовского моря, %: А – жизненные формы; Б – по местообитанию; В – по солёности
 Fig. 3 The ecological characteristic of benthic microalgae of the Sea of Azov, %: А – life forms; Б – a habitat; В – salinity

На примере акватории Казантипского природного заповедника показаны изменения видового состава микрофитобентоса по сезонам года. Зимой наименьшее число видов отмечено при температуре воды -2°C (табл. 3), вероятно, за счёт образования ледяного покрова, скрывающего все прибрежные субстраты.

Табл. 3 Количество видов микроводорослей в разных экотопах Казантипского заповедника
 Table 3 The number of species of microalgae in different ecotopes of Kazantip Nature Reserve

Тип суб-страта	Количество видов				Всего
	зима	весна	лето	осень	
Макрофиты	–	66	36	39	69
Камни	10	18	23	27	41
Песок	7	27	7	10	32
Всего:	16	73	50	52	95

Вода у берегов Азовского моря замерзает уже при температуре -0.5°C , а лёд держится с декабря по март включительно, что значительно затрудняет сбор проб, особенно микроводорослей, которые обычно примерзают к субстрату (к валунам, подножью прибрежных скал) и крайне редки. Зимой в микрофитобентосе значительная роль принадлежит планктонным формам диатомовых, осевших на дно: *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström, *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. и бентопланктонному *Nitzschia sigma*, которые встречаются в каждой пробе. Бентосные виды представлены

преимущественно колониальными диатомовыми *A. brevipes*, *B. rutilans*, *N. ramosissima*, *R. marina*, *T. parva*, *T. tabulata*, отмеченных в массе и в другие сезоны года, но зимой – единично.

Максимальное число водорослей зарегистрировано весной в диапазоне температуры воды от 10 до 12°C , благоприятной для развития диатомовых (53 вида и ввт). Некоторые виды диатомовых водорослей обнаружены только в этот период: *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reim. et Lew., *Mastogloia kariana* Grun., *M. pusilla* Grun., *Navicula digitoradiata* (Greg.) Ralfs, *Planothidium hauckianum* (Grun.) Round et Bukht., *Pseudo-nitzschia prolongatoides* (Hasle) Hasle, *Stauriphora salina* (W. Sm.) Mereschk., *Surirella ovalis* Brébisson.

Весенний комплекс видов представлен синезелёными, составляющими 24.6 %. Это – *Chroococcus limneticus* Lemm., *Gloeocapsa crepidinum* (Thur.) Thur, *G. lithophila* (Erceg.) Hollerb., *G. montana* Näg. ampl. Hollerb., *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *M. pulverea*, *Phormidium laetevirens*, *P. puteale*, *P. valderiae* (Delp) Geitler, *Spirulina tenuissima* Kütz. и др., многие из которых отмечены ранее в супралиторали Казантипского заповедника [15, 16]. Кроме указанных видов, встречается зелёная

одноклеточная водоросль *Chlorella vulgaris* Beijer и бентосная динофлагеллята *Prorocentrum lima* (Ehrenb.) Dodge. В апреле пик численности МВ [4] зарегистрирован в эпифитоне водорослей-макрофитов и обусловлен массовым развитием колониальных диатомовых *A. brevipes*, *B. rutilans*, *D. tenuis*, *R. abbreviata*, *R. marina*, *T. parva*, *T. tabulata*, *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mereschk. Довольно часто их одиночные покинувшие колонии клетки свободно встречаются не только на субстратах, но и всплывают в толщу воды. Наряду с колониальными формами в донных сообществах встречаются разнообразные одиночноживущие виды, количественные показатели которых не достигают высоких значений [4]. В составе эпифитона часто встречается планктонная гаптофитовая водоросль *Emiliana huxleyi* (Lohm.) Hay et Mohler. В мае с повышением температуры воды количество видов диатомовых снижается, а синезелёные отмечены практически в каждой пробе.

Летний состав микрофитобентоса на фоне прогрева морской воды до 22°C в июле и 26°C в августе характеризуется некоторым снижением числа видов диатомовых (47 таксонов) и значительным обеднением флоры синезелёных (3 вида). Существенный вклад вносят представители рода *Nitzschia* – наряду с тремя видами весеннего комплекса обнаружены живые клетки *N. hybrida* f. *hyalina*, *N. lanceolata* var. *minor*, *N. scalpeliformis* Grunov, *N. spathulata* Bréb. ex W. Sm., *N. vermicularis* (Kütz.) Hantzsch ex Rabenh, а также в массе развиваются виды *A. brevipes*, *C. scutellum*, *N. ramosissima*. В начале лета наблюдается существенное сокращение численности диатомовых на макрофитах [4]. Доминируют *R. marina*, *T. parva* и *T. tabulata*, вносящие существенный вклад в летний микрофитобентос. Однако многие колонии водорослей разрушаются и встречаются преимущественно в виде одиночных клеток, обрастающих субстраты в меньшей степени, чем весной.

Осенью по составу флора микрофитобентоса близка к летнему сезону (52 вида и ввт,

из них 47 – диатомовые). В начале сентября наблюдается интенсивное развитие диатомовых *D. tenuis*, *R. abbreviata* и *R. marina*, два последних вида в эпифитоне водорослей-макрофитов могут составлять свыше 45 % численности сообществ МВ, а их доминирование сохраняется вплоть до ноября. К массовым относятся диатомовые *C. scutellum*, *N. ramosissima*, *T. parva* и *T. tabulata*, а также типичные представители родов *Halamphora* Levkov, *Licetophora*, *Nitzschia* и *Navicula*, а видовое разнообразие синезелёных возрастает незначительно по сравнению с летом. В сентябре при температуре воды 19°C отмечен второй пик численности диатомовых эпифитона [4] при массовом развитии ко заметно снижается и возрастает количество колоний цианобактерий *O. lacustris*, *P. laetevirens*, *P. puteale*, *M. pulvereae*, которые становятся более многочисленными, иногда доминируя над диатомовыми.

Залив Сиваш, характеризующийся повышенной солёностью и прогреваемостью всей толщи воды, а также заиленностью берегов и дна, по видовому составу водорослей довольно резко отличается от других районов исследования. В его северной части, непосредственно сообщаемой с Азовским морем, солёность ниже, чем в южной части, поэтому из моря происходит постоянное пополнение планктонных и бентосных гидробионтов. Предварительно в его прибрежной акватории обнаружено 37 видов и ввт микроводорослей с преобладанием диатомовых родов *Gyrosigma* Hass., *Pleurosigma* W. Sm. и *Nitzschia* Hass. Наиболее разнообразен микрофитобентос весной (апрель), а летом обеднён и представлен преимущественно цианобактерией *Chamaecalyx swirenkoi* (Shirsh.) Komárek et Anagn. Однако к концу августа увеличивается таксономическое разнообразие и в массе встречаются диатомовые *P. elongatum*, *T. tabulata*, *C. scutellum*. Типичными для микрофитобентоса являются диатомовые *H. coffeiformis* var. *tenuissima*, *N. gracilis*, *N. vermicularis* и синезелёные *M. pulvereae*, *L. aestuarii*. Только в этом районе отмечены диатомовые *Amphora commutata*

Grun. ex V.H., *Nitzschia recta* Hantzsch ex Rabenh., *Plagiotropis longa* (Cl.) Navarro и *P. maxima* var. *dubia* (Cl. et Grun.) Ryab. Особенностью экологической структуры микрофитобентоса побережья северного Сиваша является видовое разнообразие с преобладанием одиноживущих форм над колониальными. Доля бентосных видов здесь несколько выше, а вклад пресноводных и пресноводно-солонатоводных форм, по сравнению с другими районами, значительно меньше.

Анализ результатов исследования флоры микрофитобентоса показал ряд особенностей, характерных для изучаемых районов. В прибрежной акватории Керченского пролива и Казантипского заповедника обнаружено соответственно 65 и 95 видов и ввт. Эти районы обладают наибольшей общностью флор и коэффициент Сёренсена для них составил 0.55. Сходство флор северной части залива Сиваш + акватории заповедника и Сиваша + Керченского пролива оказалось близким и коэффициент общности видов для двух сравниваемых районов равен 0.27.

Донные сообщества МВ Керченского пролива и заповедной акватории помимо общности флор имеют определённое сходство и по экологическим характеристикам. Встречаемость планктонных форм водорослей здесь близка и составляет соответственно 12 и 19 % всех обнаруженных видов (табл. 4).

По шкале галобности преобладают солонатоводно-морские и морские формы. Существенный вклад вносят и пресноводные виды (11.5 %), особенно в альгофлору бентоса Казантипского заповедника. Особенностью микрофитобентоса Керченского пролива является наличие видов, не обнаруженных в других районах Азовского моря, но широко встречающихся в черноморских водах – *Bacillaria socialis* var. *baltica* Grun. ex De Toni, *Biddulphia obtusa* (Kütz.) Ralfs ex Pritch., *L. flabellata*, *Melosira lineata* (Dillw.) C. Ag. Типичный эпифитный вид *C. scutellum*, массово встречающийся и в Казантипском заповеднике, отмечен здесь в виде колониальных группировок, сконцентри-

рованных преимущественно на макрофитах, в том числе на листьях морской травы zostеры.

Табл. 4 Соотношение экологических групп микроводорослей по районам исследования бентоса Азовского моря, %

Table 4 Relationship between the ecological groups of microalgae in the study areas of the benthos of the Sea of Azov, %

Район	Экологические группы микроводоросли по отношению к:								Жизненные формы МВ	
	солёности				местообитанию					
	М	СМ	С	ПС	П	Пл	БП	Б	Ож	Кол
I	31	41	9	12	7	12	29	59	46.7	53.3
II	32.5	31.5	10.5	14	11.5	19	26.5	54.5	47.5	52.5
III	32	38	19	8	3	6	21.2	72.8	68	32

Примечание: I – Керченский пролив; II – Казантипский природный заповедник; III – северная часть залива Сиваш; М – морские; СМ – солонатоводно-морские; С – солонатоводные; П – пресноводные; Пл – планктонные; Б – бентосные; БП – бенто-планктонные; Ож. – одиноживущие; Кол – колониальные

В микрофитобентосе Азовского моря диатомовые круглогодично превосходят остальные группы МВ и по видовому разнообразию и по численности, что характерно и для других морей Мирового океана [13]. При этом массового развития достигают виды в водах с высоким содержанием растворённых органических веществ на протяжении всего года, что вполне типично для Азовского моря. Для мелководья характерно зимнее обеднение флоры МВ, что, вероятно, связано с нестабильным гидродинамическим режимом вод (сильные шторма, разрушающие корку льда), приводящим к уходу ряда форм на большие глубины, обеспечивающие относительное постоянство среды обитания. Весеннее разнообразие, обусловленное видовым обилием как диатомовых, так и синезеленых водорослей, несколько снижается в летний и осенний периоды. Резкое увеличение количественных показателей МВ весной и осенью [4] можно объяснить благоприятным для них диапазоном температур и стабилизацией гидродинамического режима, особенно влияющего на МВ.

Вследствие мелководности водоёма, а также характерных для него с ноября по март частых штормов, перемешивающих придонные и поверхностные водные массы, планктонные и бентосные МВ находятся в тесном и постоянном взаимодействии, как это отмечено и для Чёрного моря [12, 13]. Это обуславливает присутствие в бентосе моря типично планктонных форм цианобактерий *S. tenuissima*, *M. pulvereae*, *P. laetevirens* и диатомовых *D. tenuis*, *Fragilariiforma virescens*, *Thalassiosira eccentrica* и др. В свою очередь, некоторые колониальные виды родов *Melosira*, *Grammatophora* и *Tabularia* способны переходить в толщу воды, иногда составляя свыше 50 % всех обнаруженных видов, пополняя пул фитопланктона. Таким образом, связь пелагиали и дна в экосистеме мелководных морей из-за постоянного перемешивания придонных и поверхностных слоёв, взмучивания осадка во время штормов, приводящих к вертикальному распределению биогенных элементов в толще воды, является значительной и определяет развитие МВ как единого эколого-флористического комплекса [12, 13].

Выводы. В трёх районах (Керченский пролив, Казантипский заповедник и залив Сиваш) Азовского моря обнаружено 139 видов, разновидностей и форм МВ. Преобладают представители *Vacillariophyta* (83.5 %) и *Cyanobacteria* (14.4 %). Флористический состав микрофитобентоса на мелководье формируется

в результате взаимного влияния планктонных и бентосных форм, о чём свидетельствует постоянное присутствие планктонных видов в донных сообществах и наоборот. Эколого-флористический состав водорослей характеризуется преобладанием бентосных видов (64.5 %), меньшим числом бентопланктонных – 18.5 % и планктонных – 17 %; колониальные формы достигают 49 %, одиночноживущие – 51 %; преобладают солоноватоводно-морские (34 %) и морские (32 %) формы при значительном вкладе пресноводных и пресноводно-солоноватоводных видов (23 %). В Керченском проливе найдено 65 видов и ввт, Казантипском заповеднике – 95, коэффициент Сёрнсена между флорами этих районов составляет 0,55. В северной части Сиваша отмечено 37 видов и ввт с преобладанием диатомовых. Значения коэффициентов Сёрнсена между донными сообществами МВ северной части залива Сиваш и Керченского пролива, Сиваш и акватории Казантипа составляют по 0.27.

Благодарности. Выражаю искреннюю благодарность д. б. н. Л. И. Рябушко за всестороннюю помощь в работе, участие в экспедициях по сбору материала и консультации по определению видов, а также просмотр рукописи статьи и ценные замечания; к.б.н. А. А. Бегуну (ИБМ ДВО РАН, г. Владивосток) и О. Ю. Ерёмину за содействие в сборе проб микрофитобентоса и определении температуры и солёности воды в районах исследования.

1. Бондаренко А. В. Видовое и эколого-географическое разнообразие бентосных диатомовых водорослей крымского побережья Азовского моря // Биоразнообразие и устойчивое развитие: Мат. науч.-практ. конф. (Симферополь, 20 – 22 мая 2010 г.). – Симферополь, 2010. – С. 19 – 21.
2. Бондаренко А. В. Диатомовые водоросли бентоса украинского сектора Азовского моря // Pontus Euxinus-2011: Тез. докл. VII междунауч.-практ. конф. мол. ученых (Севастополь, 24 – 27 мая 2011). – Севастополь, 2011. – С. 44 – 45.
3. Бондаренко А. В., Рябушко Л. И. Диатомовые водоросли бентоса крымского побережья Азовского моря // Современные проблемы альгологии и VII Школа по морской биологии: Мат. междунауч. конф. (Ростов-на-Дону, 9-13 июня 2008 г.). – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 61 – 63.
4. Бондаренко А. В., Рябушко Л. И. Видовой состав и сезонная динамика количественных характеристик диатомовых водорослей бентоса прибрежной части Казантипского заповедника (Азовское море) // Системы контроля и окружающей среды: Сб. науч. тр. – Севастополь: МГИ НАНУ, 2010. – Вып. 13. – С. 231 – 237.
5. Борисюк М. В. Видовой состав фитоперифитона Таганрогского залива Азовского моря // Альгология. – 2002. – 12, № 4. – С. 408–420.
6. Ковалёва Г. В. Систематический список микроводорослей бентоса и планктона прибрежной части Азовского моря и прилегающих водоёмов // Современные проблемы альгологии: Мат. меж-

- дун. науч. конф. (Ростов-на-Дону, 9-13 июня 2008 г.). – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 174–192.
7. *Ластивка Т. В.* Видовой состав фитопланктона Азовского моря. Общая характеристика // Основные проблемы рыбного хозяйства водоёмов Азово-Черноморского бассейна: Сб. научн. тр. (1996–1997). – Ростов-на-Дону, 1998. – С. 78–89.
 8. *Мережковский К.* Заметка о диатомовых водорослях Геническа (Азовское море) // Зап. Новорос. об-ва естествоиспытателей. – 1902. – 24, № 2. – С. 33–72.
 9. *Парталы Е. М.* Экология гидроида *Garveia franciscana* (Tolley) в Азовском море. – Мариуполь: «Новый мир», 2006. – 184 с.
 10. *Пицък Г. К.* О качественном составе фитопланктона Азовского моря // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1963. – 14. – С. 71–89.
 11. *Прошкина-Лавренко А. И.* Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 190 с.
 12. *Рябушко Л. И.* Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна. – НАНУ, Ин-т биологии южных морей НАН Украины, ОЦ НАНУ, Операционный Центр Международного института океана в Украине. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 288 с.
 13. *Рябушко Л. И.* Микрофитобентос Чёрного моря: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук: 03.00.17 – гидробиология. – Севастополь: ИнБЮМ НАНУ, 2009. – 44 с.
 14. *Рябушко Л. И., Бондаренко А. В.* Микроводоросли планктона и бентоса Азовского моря (Чеклист, синонимика, комментарий). – ИнБЮМ НАН Украины. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – 211 с.
 15. *Садогурская С. А.* Флора Cyanophyta супралиторали Казантипского природного заповедника (Азовское море) // Тр. Никит. ботан. сада. – 2001. – 120. – С. 124–131.
 16. *Садогурская С. А., Садогурский С. Е., Белич Т. В.* Аннотированный список фитобентоса Казантипского природного заповедника // Тр. Никит. ботан. сада – НИЦ, – 2006. – 126. – С. 190–208.
 17. *Усачёв П. И.* О фитопланктоне Азовского моря // Сб. в честь проф. Н. М. Книповича (1885–1925 гг.). – М., 1927. – С. 405–429.
 18. *Фуштей Т. В.* К видовому составу фитопланктона лиманов Восточного Приазовья и Тамани // Экосистемные исследования Азовского моря и побережья. – 4. – Апатиты: РАН, 2002. – С. 219–235.
 19. *Sørensen T.* A new method of establishing group of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // Kgl. Dan. viden-skab. selskab. biol. skr. – 1948. – 5, № 4. – S. 1–34.

*Поступила 28 августа 2011 г.
После доработки 27 марта 2012 г.*

Мікрофітобентос трьох районів українського сектору Азовського моря. Г. В. Бондаренко. В 2005–2011 рр. досліджено еколого-флористичний склад мікроводоростей (МВ) у трьох районах українського сектора Азовського моря: Керченська протока, аквальний комплекс Казантипського природного заповіднику та затока Сиваш на глибині до 1.5 м. Виявлено 139 видів, різновидів та форм МВ, що відносяться до діатомових, синьозелених, зелених, гаптофітових та дінофітових. Провідне становище займають представники Bacillariophyta (83.5 %) та Cyanobacteria (14.4 %). Бентосні види становлять 64.5 %, бентопланктонні – 18.5 %, планктонні – 17 %; колоніальні форми досягають 49 %, а що живуть поодинокі – 51 %; солонатоводноморські (34 %) та морські форми (32 %) переважають при значній вкладі прісноводних та прісноводно-солонатоводних видів (23 %). Індеси Чекановського-Сьоренсена: для районів дослідження I + II – 0.55, для I + III і II + III – 0.27.

Ключові слова: мікрофітобентос, мікроводорості, діатомові, Казантипський заповідник, Керченська протока, Сиваш, Азовське море

Microphytobenthos of the three areas in Ukrainian part of the Sea of Azov. A. V. Bondarenko. The ecological and floristic composition of microalgae (MA) of the different ecotopes of the three areas in Ukrainian part of the Sea of Azov (the Kerch Strait, aquatic complex of Kazantip Nature Reserve and Siwash Bay) for the period 2005–2011 to a depth of 1.5 m was studied. 139 taxa of diatoms, blue-green, green, haptophytes and dinophytes were found. Bacillariophyta (83.5 %) and Cyanobacteria (14.4 %) are the leading in microphytobenthos. Benthic species were 64.5 %, benthoplanktonic – 18.5 %, and planktonic ones – 17 %; colonial forms – 49 %, and solitary ones – 51 %. Groups of brackish-marine (34 %) and marine species (32 %) are dominated with the significant contribution of freshwater and freshwater-brackish-water species (23 %). Indexes Czekanowski-Sorensen: for the study area I + II is 0.55, for the I + III and II + III are equal to 0.27.

Keywords: microphytobenthos, microalgae, diatoms, Kazantip Nature Reserve, the Kerch Strait, Siwash Bay, the Sea of Azov