

УДК 582.276:574.587(262.5)

А. А. Снигирёва, старший преподаватель
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра гидробиологии и общей экологии
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: snigireva.a@gmail.com

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПСАММОФИЛЬНЫХ МИКРОВОДОРΟΣЛЕЙ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Выявлено 74 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей, обитающих на песчаном субстрате в Одесском заливе. Наиболее часто встречающимися представителями фитопсаммона являются *Navicula salinarum* Grunow, *Diplo-neis chersonensis* (Grunow) Cleve, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et J. C. Lewin, *Plagiotropis lepidoptera* (W. Greg.) Kuntze, *Attheya decora* T. West, *Pleurosigma elongatum* (W. Sm.) van Heurk, *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer. Большая часть видов (39 %) представлена свободно передвигающимися по субстрату микроводорослями. Прикрепленных к песчинкам – 27 % видов. По отношению к солёности наиболее многочисленны три группы: олигогалобы (40 %), мезогалобы (31 %) и полигалобы (29 %). Основная часть микроводорослей – алкалифилы и космополиты. Наличие олиго- и ксеносапробов говорит о происходящих процессах самоочищения на побережье Одесского залива.

Ключевые слова: песчаное побережье, эпипелон, эпипсаммон, микрофитобентос, Одесский залив, Черное море.

Контурные биотопы представляют собой наиболее подверженные антропогенному влиянию зоны, в связи с чем, их рассматривают в ряду так называемых «горячих точек» (англ. *hot spots*) моря, изучение которых крайне актуально [1]. При взаимодействии двух разных по природе сред «моря и суши» наблюдается активизация физико-химических и биологических процессов [2], что обуславливает высокое таксономическое разнообразие и продукционные характеристики гидробионтов.

Особый интерес представляет собой песчаный контур моря. Внимание к изучению этого местообитания неслучайно по нескольким причинам. Во-первых, песчаные пляжи представляют собой естественные фильтры, обладающие способностью к самоочищению [3]. Во-вторых, псаммоконтур представляет собой контактную зону, в которой возникает особый гидрохимический и физический режимы, в связи с чем, необходимо изучение влияния специфических для псаммолиторали экологических факторов на микроводоросли, в-третьих, до сих пор неизвестна роль автотрофных организмов в пищевых цепях в контактной зоне «берег-море».

Одним из первых исследователей водорослей песчаного субстрата в северо-западной части Черного моря является Н. Е. Гусяков. Он приводит 88 видов и внутривидовых таксонов (ВВТ) микроводорослей, обитающих выше уреза воды в Джарылгычском заливе [4]. Его последователи О. А. Ковтун [5] и В. П. Герасимюк [6, 7] изучали микроводоросли псаммона Тилигульского лимана (59 видов и ВВТ диатомовых водорослей) и Одесского залива (203 видов и ВВТ) соответственно, и доказали наличие специфического, постоянно существующего сообщества в супралиторали. На основе проращивания микроводорослей песчаных побережий отдельных районов северо-западной части Черного моря из покоящихся стадий выявлено 147 видов микроводорослей [8].

Н. Е. Гусяков [9] предложил совокупность интерстициальных водорослей называть *мезофитопсаммоном*, понимая под этим группу микроскопических водорослей, обитающих в межпесчиночном пространстве на границе «берег-море», т.е. в интерстициальных водах.

Предыдущими исследованиями показана определяющее влияние ряда факторов песчаной супралиторали (гранулометрический состав песка, гидродинамическая активность) на количественные и качественные показатели фитопсаммона [10].

Однако отдельное внимание следует уделять индикаторным особенностям микроводорослей песчаной супралиторали. Как известно, система индикации для бентосных морских микроводорослей находится на стадии разработки [11]. В связи с этим информация, касающаяся качественных, количественных показателей микроводорослей бентоса, а также их экологии является крайне важной.

Цель работы – изучить видовой состав, количественные и эколого-биологические характеристики микроводорослей песчаного побережья Одесского залива (Черное море).

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили пробы песка, собранные на пяти станциях Одесского залива в разные сезоны 2006–2012 гг. Отбор проб проводили в трех местообитаниях: зоне заплеска, эфемерные водоемы, дренажные воды. Фитопсаммон анализировался на участках песка с разной увлажненностью, на разном удалении от уреза воды – 0, 1–2, 3–5 м. Количественные пробы собирали трубкой площадью сечения 5,3 см² в трех повторностях. Микроводоросли изучали в поверхностном 2-см слое песка. Для фиксации проб фитопсаммона использовали 4-%-ый формалин или раствор Люголя.

Для видовой идентификации диатомовых водорослей изготовили около 50 постоянных препаратов. С целью очищения панцирей от органического вещества использовали 40-%-ную перекись водорода [12]. Отмытые пробы храни-

ли в спирте и использовали для изготовления постоянных препаратов и для работы на электронном микроскопе.

Микроскопирование водорослей проведено с использованием светового микроскопа (СМ) Ergaval (Carl Zeiss-Йена, Германия) при увеличениях $\times 160$ и $\times 640$. Количественная обработка материала проводилась с использованием счетной камеры объемом 0,05 мл. Определение таксономической принадлежности диатомовых водорослей изучали на сканирующем (СЭМ) и трансмиссионном (ТЭМ) электронных микроскопах JSM-35 S (Jeol, Япония) в Институте ботаники им. М. Г. Холодного НАН Украины (Киев) и Carl Zeiss EVO 40 XVP в Институте аридных зон Южного научного центра РАН (Ростов-на-Дону, Россия). Для фотографирования в световом микроскопе применялась фотонасадка МФН-12 и МФН-13, фотоаппарат Canon, Nikon D-70.

Номенклатурные названия водорослей приведены по [13; 14; 15], а также по международному электронному каталогу водорослей www.algaebase.org [16].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований на побережье Одесского залива обнаружено 75 таксонов автотрофов, из них 55 принадлежат к отделу *Bacillariophyta*, 3 – *Chlorophyta*, 2 – *Cryptophyta*, 3 – *Dinophyta*, 2 – *Euglenophyta*, а 9 – *Cyanoprokaryota*. Около 70 % видов определены до вида, работа по идентификации остальных 24 видов ведется. В связи с этим эколого-биологическая характеристика была дана только для организмов псаммона, определенных до вида (табл. 1).

Исходя из просмотренной литературы [5; 17-21; 22; 23; 24; 25; 26] характеристика многих видов неизвестна. Кроме того, многие виды встречаются как в псаммоне, так и в обрастании. Для некоторых классификация не уточняется, указывается только принадлежность к бентосу или планкто-бентосу. Разумеется, что многие виды обитают в различных местообитаниях, однако представляется уместным указать принадлежность изученных видов в Одесском заливе более конкретно.

Большинство видов были характерными для мягких субстратов: эпипелитными (20 видов или 39 %) и эпипсаммитными (14 видов или 27 %).

Такие планкто-бентосные виды, как *Chroococcus turgidus*¹, *Desmodesmus communis*, *Planothidium* cf. *lanceolatum*, рассматривали как бентосные, так как по сделанным наблюдениям они повсеместно встречаются в фитопсаммоне.

В фитопсаммоне обнаружено немало облигатно эпифитных видов (10 или 20 %), которые, однако, в большей (*Tabularia fasciculata*, *Achnanthes brevipes*) или в меньшей степени (представители рода *Diatoma*, *Licmophora abbreviate*, *Achnanthes lyrata* и др.) встречались в фитопсаммоне. Вклад эпифитных диатомовых был выше в теплый период, чем в холодный. В псаммоне изредка

¹ Авторы видов указаны в таблице 1

встречались 3 эпилитных вида, которые, вероятно, занесены из обрастаний гидротехнических сооружений залива.

В фитопсаммоне зарегистрировано 4 планктонных вида (8 %), при этом *Merismopedia punctata* встречалась на более половины исследованных станций, особенно в летний период, поэтому ее можно считать в равной степени бентосным видом. Остальные три вида *Pseudo-nitzschia seriata*, *Skeletonema costatum* и *Dolichospermum flosaquae* встречались реже, заносимые из планктона. Перечисленные выше виды встречались как в живых пробах, так и в постоянных препаратах. Кроме этого, только в постоянных препаратах встречались еще 5 видов планктонных диатомовых, перечень которых в таблице 3 не приводится, а упоминается нами в предыдущих публикациях [27]. Эти виды в живом состоянии не регистрировались, поэтому считаем, что их створки заносятся в псаммон из фитопланктона.

Таблица 1

**Таксономический состав фитопсаммона Одесского побережья
и его эколого-биологическая характеристика**

№ п/п	Вид	Б	Г	А	С	Р	Источ-ник
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Bacillariophyta</i>							
1.	<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	epiph*, epili, epips	hl	alkf	β	k	1, 4, 13
2.	<i>A. lyrata</i> Proschk.-Lavr.	Epiphy	mh	alkf	-	k	11
3.	<i>Achnanthes</i> sp.	-	-	-	-	-	-
4.	<i>Amphora caroliniana</i> Giffen	Epips	ph	alkf	-	k	12
5.	<i>Amphora arcus</i> Greg.	epips*	ph	alkf	-	b	11
6.	<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	epipe*, epili	i	alkf	x	k	4
7.	<i>Amphora proteus</i> Greg.	epipe*	ph	alkf	β	b	1
8.	<i>Amphora</i> sp 1	-	-	-	-	-	-
9.	<i>Amphora</i> sp 2	-	-	-	-	-	-
10.	<i>Amphora</i> sp 3	-	-	-	-	-	-
11.	<i>Anorthoneis excentrica</i> (Donkin) Grunow	Epips	-	-	-	-	4
12.	<i>Anorthoneis hummii</i> Hust.	epips*	ph	alkf	β-α	b	11
13.	<i>Attheya decora</i> T. West	Epips	mh	-	-	-	7
14.	<i>Berkeleya</i> sp.	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
15.	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	Epiphyte	hl	alkf	o	k	4
16.	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow	epiphy*, epili	hl	alkf	o-b	k	8
17.	<i>C. scutellum</i> Ehrenb.	epiph*, epili, epips, epiphyte	ph	alkf	β	B	1, 4, 13
18.	<i>C. pediculus</i> Ehrenb.	epiphyte	fr, hl*	alkf	β	k	4, 11
19.	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reimann et J.C. Lewin	plankt, epili, epiph, epiphyte*	mh	alkf	β	k	4
20.	<i>Diatoma tenue</i> C.Agardh	epiphyte	hl	ind	o-b	K	8
21.	<i>D. vulgaris</i> Bory	epiph	ph	alkf	β	k	4
22.	<i>Diploneis chersonensis</i> (Grunow) Cleve	epiphyte*	ph	alkf	-	b-t	11
23.	<i>D. subadvena</i> Hust.	epiphyte*	mh	alkf	-	b	12
24.	<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Sm.) Reimer	epiphyte	mh	alkf	o	b	6
25.	<i>Grammatophora cf. oceanica</i> Ehrenb.	epiphyte	-	-	-	-	5
26.	<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C.Agardh.) Levkov	epiphyte*, epiph, epili, epips	mh	alkf	α	k	6
27.	<i>Hippodonta cf. capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin&A. Witkowski	epiphyte	hl	alkf	β	b	7
28.	<i>Licmophora abbreviata</i> C.Agardh.	epiphyte	ph	alkf	-	b	6, 11
29.	<i>Lyrella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
30.	<i>Melosira moniliformis</i> (O.Müll.) C.Agardh var. <i>moniliformis</i>	epili*, epiphyte	mh, hl	alkf	a	k	4
31.	<i>Navicula cancellata</i> Donkin	epips*	mh*, hl	-	-	-	9
32.	<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	epiphyte*	mh	alkf	o	k	9
33.	<i>N. pontica</i> (Mereschk.) A.Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert.	epips*, epiph, epili	mh	alkf	m	k	13
34.	<i>N. ramosissima</i> (C.Agardh) Cleve	epili, epiph, epips*	ph	alkf	o	k	13
35.	<i>N. salinarum</i> Grunow	epiphyte*, epiph, epili, epips	mh	ind	β	k	7, 13
36.	<i>Navicula</i> sp 1	-	-	-	-	-	
37.	<i>Navicula</i> sp 2	-	-	-	-	-	
38.	<i>Navicula</i> sp 3	-	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
39.	<i>Nitzschia cf. frustulum</i> (Kütz.) Grunow	epili	hl	alkf	b	B	4
40.	<i>N. hybrida</i> Grunow in Cleve et Grunow	epips*	mh	alkf	β	b	12
41.	<i>Nitzschia sp. 1</i>	-	-	-	-	-	-
42.	<i>Nitzschia sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-
43.	<i>Nitzschia sp. 3</i>	-	-	-	-	-	-
44.	<i>Opephora cf. marina</i> (W.Greg.) P.Petit	epips	ph	alkf	-	b	3, 11
45.	<i>Petronis humerosa</i> (Bréb. ex W.Sm.) Stickle et D.G.Mann	epipe	ph*, mh	alkf	-	b, k*	7, 12, 9
46.	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (W.Greg.) Kuntze	epipe	ph	alkf	o	sh-b	6
47.	<i>Planothidium cf. lanceolatum</i> (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert.	epips*, epili	fr, i	alkf	o-x	k	5, 9
48.	<i>P. delicatulum</i> (Kütz.) Round et Bukht.	epips*, epili	hl	alkf	β	k	1, 4
49.	<i>Pleurosigma elongatum</i> (W. Sm.) van Heurk	epipe	ph	alkf	-	k	6
50.	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H.Perag.	plankt	hl	-	-	-	2
51.	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bert.	epiph*, epili, epipe,	mh*, hl, i	alkf	β	k	1, 4, 9
52.	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cleve	plankt	mh	alkf	β	k	11
53.	<i>Stausira venter</i> (Ehrenb.) Cleve et Moeller	epips	ind	alkf	β	k	8, 11
54.	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams et Round	epiph*, epili	mh	ind*, alkf	α	k	1, 4, 12
55.	<i>Tryblionella acuminata</i> (W.Smith) Grunow	epipe*	mh	alkf	α	b	11
Cyanoprokaryota							
56.	<i>Dolichospermum flosaquae</i> (Bréb. ex Bornet et Flahault) P.Wacklin, L.Hoffin. et Komárek	plankt	i	-	β	k	9
57.	<i>Aphanocapsa litoralis</i> (Hansg.) Komárek et Anagn.	epips*	hl	-	-	k	9
58.	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	epips*	ph*	alkf	o	k	9, 12
59.	<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	plankt	hl, fr, ph*	-	β	k	9, 12
60.	<i>Merismopedia sp.</i>	-	-	-	-	-	-
61.	<i>Oscillatoria margaritifera</i> Kütz. ex Gomont	epipe*	hl	-	-	-	10

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
62.	<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-
63.	<i>Phormidium nigroviride</i> (Thw. ex Gomont) Anagn. et Komárek	epipe*	hl	-	-	-	10
64.	<i>Spirulina adriatica</i> Hansg.	epipe*	ph	-	-	-	10
Chlorophyta							
65.	<i>Clamidomonas</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-
66.	<i>Clamidomonas</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-
67.	<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E.Hegew.	epipe*	fr	-	β	k	9
Cryptophyta							
1.	<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
2.	<i>Rhodomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Dinophyta							
3.	<i>Amphidinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
4.	<i>Prorocentrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
5.	<i>Katodinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Euglenophyta							
6.	<i>Dinema</i> sp.	-	-	-	-	-	-
7.	<i>Heteromena</i> sp.	-	-	-	-	-	-

Уловные обозначения: Б – биотоп, Г – галобность, А – ацидофильность, С – сапробность, Р – географическое распространение; ерiрs – эпипсаммон, ерiре – эпипелон, ерiрhу – эпифитон, plankt – планктон, р-b – планкто-бентос, bp – бентос; hl – галлофил, mh – мезогалоб, pl – полигалоб, i – индифферент; alkf – алкалофил, ind – индифферент; α – α-мезосапроб, β – β-мезосапроб, m – мезосапроб, o – олигосапроб, o-χ – олиго-ксеносапроб, χ – ксеносапроб; b – бореальный, sh-b – широко-бореальный, b-t – бореально-тропический; k – космополит. Источники: 1 – [21]; 2 – [16]; 5 – [18]; 6 – [19]; 7 – [20]; 8 – [22]; 9 – [25]; 10 – [28]; 11 – [24]; 12 – [5]; 13 – [26].

* – звездочкой отмечены местообитание и галобность видов, уточненная нами.

Информация по эколого-биологической характеристике вида, а именно их отношения к солености, ацидофильности, хорошо представлена для диатомовых водорослей. Другие группы изучены гораздо хуже.

При этом достаточно много противоречивой информации, в связи с тем, что ряд видов, широко распространенных по всему миру, встречается в местообитаниях с широко варьирующими условиями среды. В этом случае, возможно, следует принимать наиболее широкий диапазон их отношения к тем или иным факторам, например, галобности.

По системе галобов Р. Кольбе [29] микроводоросли побережья Одесского залива были представлены олигогалобами (40 %, 20 видов), мезогалобами (31 %, 15 видов), полигалобами (29 %, 14 видов). Среди олигогалобов 15 видов относились к галлофилам, 4 вида к индифферентам, один вид – пресноводный.

Практически нет информации об отношении микроводорослей к температуре. В связи с достаточно большими колебаниями температуры в поверхностном слое песка на супралиторали, можно считать, что это виды главным образом эвритермные, как и мейобентосные организмы [30]. Отметим, что для микроводорослей бентоса Черного моря Н. Бодяну указывает присутствие эвритермных форм [31], что согласуется со сделанными выводами.

По отношению к ацидофильности представители фитопсаммона были преимущественно алкалифилами (95 %, 38 видов). Было идентифицировано всего 2 вида индифферента (5 %). По географическому распространению более половины обнаруженных и определенных видов (63 %) являются широко распространенными (космополитами), 12 видов (28 %) – бореальными, по 1 виду (4 %) – широко-бореальный и бореально-тропический.

По сапробности несколько преобладали β -мезосапробы (52 %, 17 видов), что характерно для слабого загрязнения или завершения самоочищения [32]. На втором месте были олигосапробы (18 %, 6 видов), свидетельствующие об отсутствии органического загрязнения. Далее следовали α -мезосапробы (12 %, 5 видов). По одному виду относились к α - χ -, χ - и α - β -сапробам.

В целом количественные показатели псаммофильных микроводорослей была выше в теплый период (летом). Основную роль в это время играли цианобактерии (*Aphanocapsa litoralis*, *Merismopedia punctata*), диатомовые родов *Amphora*, *Navicula*, зеленые и криптофитовые водоросли. В холодный (осенний) период преобладали диатомовые и динофитовые водоросли (табл. 2).

На основании проб, собранных в осенний 2006 г. и летний 2007 г. периоды было проанализировано распределение экологических групп диатомовых водорослей в различных местообитаниях. На побережье Одесского залива наиболее массово представлены эпипелитные подвижные микроводоросли (рис. 1).

Высокой численности эта группа достигает в районе выхода дренажных вод и временных водоемов. Это, вероятно, связано с высокой степенью заиленности этих местообитаний.

Таблиця 2

**Численность и биомасса водорослей
псаммона Одесского побережья в период исследований**

Показатель	Морское побережье	Временные водоемы	Дренажные стоки
Лето			
Численность, тыс. кл./см ²	182,17	1082,72	6403,22
Биомасса, 10 ⁻³ мг/см ²	0,13	2,45	0,92
Осень			
Численность, тыс. кл./см ²	49,34	1642,37	790,04
Биомасса, 10 ⁻³ мг/см ²	0,04	0,88	1,71

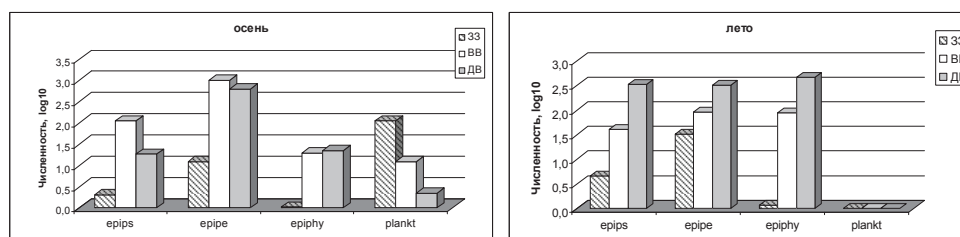


Рис. 1. Экологические группы диатомовых водорослей в различных местообитаниях (33 – зона заплеска; BB – временные водоемы; DB – дренажные воды, epips – эпипсаммон, epipe – эпипе, epiphy – эпифитон, plankt – планктон).

Вспышки численности в районе дренажных вод в холодный период давали *Navicula cryptocephala* (10 млн. кл./см²), в теплый – *Diploneis chersonensis* (2 млн. кл./см²). Важную роль в сообществе псаммона всех местообитаний играли виды *Cylindrotheca closterium* (3–214 тыс. кл./см²), *Entomoneis paludosa* (1–224 тыс. кл./см²), *Pleurosigma elongatum* (2–84 тыс. кл./см²), *Plagiotropis lepidoptera* (11–19 тыс. кл./см²) (рис. 2).

На втором месте по численности среди диатомовых водорослей стоят эпипсаммитные виды, прикрепленные или передвигающиеся по поверхности субстрата. Эпипсаммитные виды представлены в основном некрупными клетками, размерами до 25 мкм. Основными из них являются *Attheya decora* (1–139 тыс. кл./см²), *Halamphora coffeaeformis* (1–114 тыс. кл./см²), *Navicula pontica* (3–110 тыс. кл./см²), *Planothidium delicatulum* (5–51 тыс. кл./см²), *Nitzschia hybrida* (1–45 тыс. кл./см²) (рис. 3).

Среди эпифитных микроводорослей максимальная численность была у *Rhoicosphenia abbreviata* (1,8 млн. кл./см²), однако она наблюдалась только возле дренажных стоков. В свою очередь численность *Tabularia fasciculata*

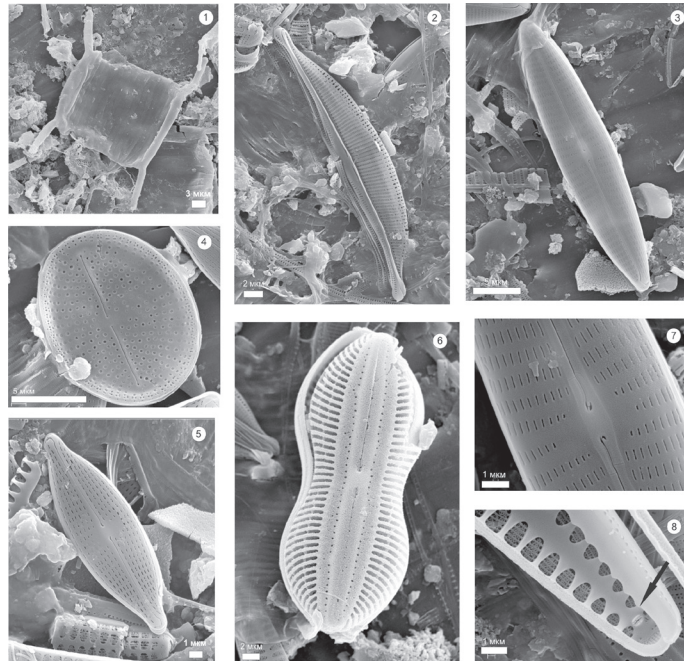


Рис. 2. Диатомовые водоросли побережья Одесского залива: 1 – *Attheya decora* T. West; 2 – *Halamphora coffeaformis* (Agardh.) Levkov; 3, 7 – *Navicula pontica* (Mereschk.) A. Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert.; 4 – *Anorthoneis excentrica* (Donkin) Grunow; 5 – *Navicula cryptocephala* Kütz.; 6 – *Diploneis chersonensis* (Grunow) Cleve; 8 – *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D. M. Williams et Round (стрелкой показан двузубый вырост) (1–8 – СЭМ).

была невысокой (2–68 тыс. кл./см²), но при этом этот вид встречался практически на всех станциях. Вклад эпифитных видов особенно ошутим в псаммоне временных водоемов и дренажных стоков. Это показывает, что эти виды способны существовать в псаммоне, а не просто заноситься сюда волнами. В противном случае их численность на морском побережье была бы выше.

Планктонные водоросли, встреченные в живом состоянии, были представлены всего двумя видами *Pseudo-nitzschia seriata* и *Skeletonema costatum*, развивающимися на урете воды морского побережья. Цветение этих видов происходит в холодное время года, поэтому они не были обнаружены в летний период (рис. 1).

Отметим, что в летний период распределение водорослей по отношению к субстрату отличалось только в зоне заплеска, а осенью – во всех местообитаниях.

Во всех изученных местообитаниях преобладали диатомовые водоросли (рис. 3). Развитие остальных групп микрофитов имело сезонный характер: в летний период более массово развивались цианобактерии, в осенний – динофитовые водоросли.

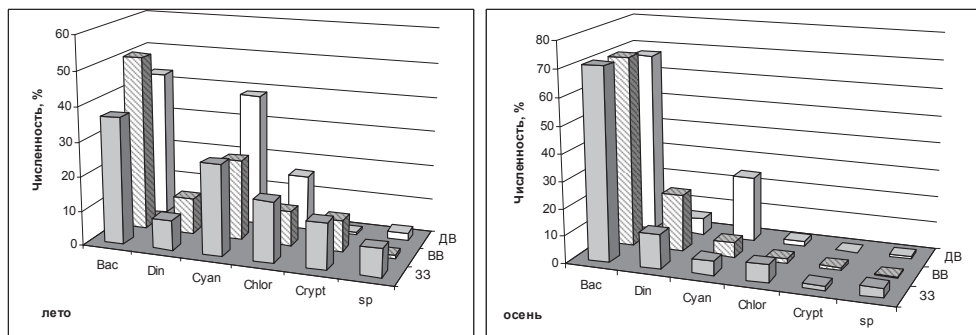


Рис. 3. Преобладание групп микроводорослей в различных местообитаниях (Bac – Bacillariophyta; Din – Dinophyta; Cyan – Cyanoprokaryota; Chlor – Chlorophyta; Crypt – Cryptophyta; sp – другие группы; 33 – зона заплеска; BB – временные водоемы; ДВ – дренажные воды)

Высокое разнообразие цианобактерий было характерно для фитосаммона близ выхода дренажных стоков и временных водоемов. *Aphanocapsa litoralis* образовывала колонии на песчинках, там же встречались отдельные клетки *Chroococcus turgidus*. На поверхности субстрата наблюдались нити *Phormidium nigroviride*, *Oscillatoria margaritifera*, *Spirulina adriatica*. Динофитовые (роды *Amphidinium*, *Prorocentrum*, *Katodinium*) и эвгленовые водоросли (роды *Dineta*, *Heteronema*) достигали наибольшей численности и биомассы во временных водоемах.

Выводы

1. В фитосаммоне Одесского залива обнаружено 74 вида и ввт микроводорослей, из которых 55 видов и ввт принадлежат к отделу Bacillariophyta, 3 вида Chlorophyta, 2 – Cryptophyta, 3 – Dinophyta, 2 – Euglenophyta, 9 – Cyanoprokaryota. Полученные данные свидетельствуют о наличии устойчивого и разнообразного по видовому составу сообщества микроводорослей.
2. Фитосаммон побережья Одесского залива отличается по видовому разнообразию и количественным характеристикам в изученных местообитаниях: зона заплеска – наименьшее по численности (48–180 тыс. кл./см²), для которой характерны диатомовые и эвгленовые водоросли; временные водоемы (1080–1640 тыс. кл./см²), в которых массово развиваются диатомовые, динофитовые, эвгленовые, цианобактерии; фитосаммон в зоне выхода дренажных вод (790–6400 тыс. кл./см²), характеризующиеся высокой численностью зеленых, цианобактерий и диатомовых водорослей.
3. К массовым видам относятся эпипелитные *Navicula cryptocephala*, *Diploneis chersonensis*, *Cylindrotheca closterium*, *Entomoneis paludosa*,

Plagiotropis lepidoptera, и эпипсаммитные *Attheya decora*, *Halumphora coffeaeformis*, *Nitzschia hybrida*.

4. Эколого-биологическая характеристика видов позволяет выделить индикаторы состояния среды и оценить степень влияния ряда факторов на сообщество фитопсаммона.

Список использованной литературы

1. Zaitsev Yu. A key role of sandy beaches in the marine environment / Yu. Zaitsev // J. Black Sea/Mediterranean Environment. – 2012a. – Vol. 18, № 2. – P. 114–127.
2. Zaitsev Yu. Major Accumulations of Life and Main “Pain Points” in the Seas and Oceans / Yu. Zaitsev // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2012b. – A 1. – P. 886–897.
3. Wotton R. S. Water purification using sand / R.S. Wotton // Hydrobiologia. – 2002. – 469. – P. 193–201.
4. Гусяков М. О. Водорості мезофітосамону Чорного моря / М. О. Гусяков, О. О. Ковтун // Вісник ОНУ. – 2000. – Т. 5, № 1. – С. 129–134.
5. Ковтун О. О. Еколого-біологічна, морфологічна і таксономічна характеристика фітобентосу Тилігульського лиману: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / О. О. Ковтун / Одеса, 2009. – 26 с.
6. Герасим'юк В. П. Діатомові водорості інтерстиціалі Одеської затоки Чорного моря / В. П. Герасим'юк, А. С. Кіріліна // Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова. Сер. Біологія. – 1999. – Т. 4, № 3. – С. 13–17.
7. Герасим'юк В. П. Водорості псаммону Одеських пляжів / В. П. Герасим'юк, О. О. Тарасова // Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова. Сер. Біологія. – 2000. – Т. 5, № 1. – С. 122–127.
8. Гаркуша О. П. Водоросли супралиторали песчаных пляжей Одесского побережья Черного моря / О. П. Гаркуша, Б. Г. Александров, А. Ю. Гончаров // Альгология. – 2012. – Т. 22, № 1. – С. 70–83.
9. Гусяков М. О. Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм (морфологія, систематика, екологія, біогеографія) / М. О. Гусяков / Автореф. дис... доктора біол. наук. – Київ, 2002. – 36 с.
10. Snigirova A. Benthic microalgae under the influence of beach nourishment in the Gulf of Odessa (the Black Sea) / A. Snigirova // Botanica Lithuanica. – 2013. – 19, № 2. – P. 120–128. DOI: 10.2478/botlit-2013-0015.
11. Borja A. Good Environmental Status of marine ecosystems: what is it and how do we know when we have attained it? / Borja A., Elliott M., Andersen J. H., Cardoso A.C., Carstensen J., Ferreira J. G., Heiskanen A.-S., Marques J. C., Neto J. M., Teixeira H., Uusitalo L., Uyarra M. C., Zampoukas N. // Mar. Pollut. Bull. – 2013. – 76, № 1. – P. 16–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.08.042>
12. Ковтун О. О. Методичні рекомендації з вивчення фітомікробентосу та фітоперифітону / О. О. Ковтун, А. О. Снігір'єва, О. П. Білоус / Одеса, 2012. – 36 с.
13. Round F. E. The Diatoms. Biology and morphology of the genera / F. E. Round, R. M. Crawford, D. G. Mann / Cambridge Univ. Press, 1990. – 747 p.
14. Gerasimiuk V. P. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Gerasimiuk V. P., Gerasymova O. V., Struk M. O., Terenko G. V., Tsarenko O. P., Tsarenko P. M., Wasser S. P. / Eds.: Tsarenko, Wasser & Eviatar Nevo / Gartner Verlag, 2009. – 413 p.
15. Царенко П. М. Рекомендації по унифікації цитування фамиліф авторів таксонів водорослей / П. М. Царенко // Альгологія. – 2010. – Т. 20, № 1. – С. 86–121.
16. Guiry M. D. AlgaeBase. World-wide electronic publication / M. D. Guiry, G. M. Guiry National University of Ireland, Galway, 2012. – <http://www.algaebase.org>
17. Snoeijs P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijs / OPULUS Press Uppsala, 1993. – v. 1. – p. 130.
18. Snoeijs P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijs, J. Kasperoviciene / OPULUS Press Uppsala, 1996. – v. 4. – 125 p.
19. Snoeijs P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijs, M. Potapova / OPULUS Press Uppsala, 1995 – v. 3. – 125 p.
20. Snoeijs P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijs, S. Vilbaste / OPULUS Press Uppsala, 1994 – v. 2. – 125 p.
21. Bukhtiyarova L. N. Diatoms of Ukraine. Inland waters. / L. N. Bukhtiyarova / Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine, N. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 133 p.
22. Vilbaste S. Benthic diatom communities in Estonian Rivers / S. Vilbaste // Boreal environmental research. – 2001. – 6. – P. 191–203. ISSN 1239-6095.

23. Jewson D. H. Co-existence of and survival of diatoms on sand grains / D. H. Jewson, S. F. Lowry, R. Bowen // European Journal of Phycology. – 2006. – 41, 2. – P. 131–146.
24. Гусяков Н. Е. Атлас диатомових водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов / Н. Е. Гусяков, О. А. Загордонец, В. П. Герасимюк / Киев: Наукова думка, 1992. – 112 с.
25. Барина С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Барина, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова / Тель-Авив: 2006. – 499 с.
26. Неврова Е. Л. (2008) Таксономическое разнообразие диатомовых бентоса Черного моря / Е. Л. Неврова, А. Н. Петров / Ред. Ю. Н. Токарев, З. З. Финенко, Н. В. Шадрин / В кн: Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования. Севастополь. С. 60–85.
27. Снигирева А. А., Ковалева Г. В. Влияние берегоукрепительных работ на изменение таксономического состава микроводорослей // Азовское море, Керченский пролив и предпроливные зоны в Чёрном море: проблемы управления прибрежными территориями для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования: сборник статей (по материалам российско-украинского семинара, Ростов-на-Дону, 6–8 июня 2011 г.) / гл. ред. акад. Г. Г. Матишов, акад. В. А. Иванов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. – С. 176–188. – ISBN 978-5-4358-0046-3.
28. Визначник прісноводних водоростей УРСР / Кондратьєва Н. В. / Київ: Наукова думка, 1968. – Вип. 1, Ч. 2. – 524 с.
29. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли – показатели солёности воды / А. И. Прошкина-Лавренко // Диатомовый сборник. – Л., 1953. – С. 186–205.
30. Воробьева Л. В. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря / Л. В. Воробьева, Ю. П. Зайцев, И. И. Кулакова / Киев: Наукова думка, 1992. – 142 с.
31. Основы биологической продуктивности Черного моря / под общ. ред. В. Н. Грузе. – Киев: Наукова думка, 1979. – 1. – 392 с.
32. Дідух Я. П. Основи біоіндикації / Я. П. Дідух / Київ: «Наукова думка», 2012. – 342 с.

Статья поступила _____

А. О. Снігірєва

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра гідробіології та загальної екології
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: snigireva.a@gmail.com

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПСАМОФІЛЬНИХ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Резюме

У ході досліджень виявлено 74 види та внутрішньовидові таксони микроводоростей, що мешкають на піщаному субстраті в Одеській затоці. У фітопсамоні найбільш часто зустрічаються *Navicula salinarum* Grunow, *Diploneis chersonensis* (Grunow) Cleve, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et J. C. Lewin, *Plagiotropis lepidoptera* (W. Greg.) Kuntze, *Attheya decora* T. West, *Pleurosigma elongatum* (W. Sm.) van Heurk, *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer. Великий обсяг видів (39 %) представлений микроводоростями, що вільно пересуваються по субстрату. Прикріплених до піщинок – 27 % від загальної кількості видів. За відношенням до солоності найбільш численні три групи: олігогалоби (40 %), мезогалоби (31 %) і полігалоби (29 %). Основна частина микроводоростей – алкаліфіли та космополіти. Наявність оліго- та ксеносапробів говорить про процеси самоочищення на узбережжі Одеської затоки.

Ключові слова: піщане узбережжя, епіпелон, епіпсамон, мікрофітобентос, Одеська затока, Чорне море.

A. O. Snigirova

Odesa National Mechnykov University, Department of Hydrobiology and General Ecology

2, Dvoraynska str., Odesa, 65082, Ukraine, e-mail: snigireva.a@gmail.com

**ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS
FORMICROALGAE OF SAND SUBSTRATES OF THE ODESA BAY
(THE BLACK SEA)**

Summary

The studies revealed 74 taxa of microalgae that live on sandy substrate in the Odesa Bay. The most common representatives of phytosammon are *Navicula salinarum* Grunow, *Diploneis chersonensis* (Grunow) Cleve, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et J. C. Lewin, *Plagiotropis lepidoptera* (W. Greg.) Kuntze, *Attheya decora* T. West, *Pleurosigma elongatum* (W. Sm.) van Heurk, *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer. The most species (39 %) that are presented move freely over the substrate. However 27 % of the species are attached to sand grains. With respect to the salinity there are three groups which are the most abundant: oligogalobes (40 %), mezogalobes (31 %) and poligalobes (29 %). Most microalgae are alkaliphilic and cosmopolitans. The presence of oligosaprobies and xenosaprobies testifies the ongoing processes of self-purification on the coast of the Odesa Bay.

Key words: sand coast, epipellic, epipsammic, microphytobentos, the Odesa Bay, the Black Sea.