

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 вида 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 показано 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, временные 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

хранили 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 74 таксона 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. Понимается, 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 (*Diatoma Vulgaris*, *D. tenue*, *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	Epипе	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, epипе	ph	alkf	β	b	1, 4, 13
18.	<i>C. pediculus</i> Ehrenb.	epiphy	fr, hl*	alkf	β	k	4, 11
19.	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reimann et J.C. Lewin	plankt, epili, epiph, epипе*	mh	alkf	β	k	4
20.	<i>Diatoma tenue</i> C.Agardh	epiphy	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	epипе*	ph	alkf	-	b-t	11
23.	<i>D. subadvena</i> Hust.	epипе*	mh	alkf	-	b	12
24.	<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Sm.) Reimer	epипе	mh	alkf	o	b	6
25.	<i>Grammatophora cf. oceanica</i> Ehrenb.	epiphy	-	-	-	-	5
26.	<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C.Agardh.) Levkov	epипе*, epiph, epili, epips	mh	alkf	α	k	6
27.	<i>Hippodonta cf. capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin&A. Witkowski	epипе	hl	alkf	β	b	7
28.	<i>Licmophora abbreviata</i> C.Agardh.	epiphy	ph	alkf	-	b	6, 11
29.	<i>Lyrella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
30.	<i>Melosira moniliformis</i> (O.Müll.) C.Agardh var. <i>moniliformis</i>	epili*, epiphy	mh, hl	alkf	α	k	4
31.	<i>Navicula cancellata</i> Donkin	epips*	mh*, hl	-	-	-	9
32.	<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	epипе*	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	epипе*, 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</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-
42.	<i>Nitzschia</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-
43.	<i>Nitzschia</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-
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</i> sp.	-	-	-	-	-	-
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							
68.	<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
69.	<i>Rhodomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Dinophyta							
70.	<i>Amphidinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
71.	<i>Prorocentrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
72.	<i>Katodinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Euglenophyta							
73.	<i>Dinema</i> sp.	-	-	-	-	-	-
74.	<i>Heteromena</i> sp.	-	-	-	-	-	-

Условные обозначения: Б – биотоп, Г – галобность, А – ацидофильность, С – сапробность, Р – географическое распространение; epips – эпипсаммон, epipe – эпипелон, epiphy – эпифитон, plankt – планктон, p-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. Источник: 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 были 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	Зона заплеска	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

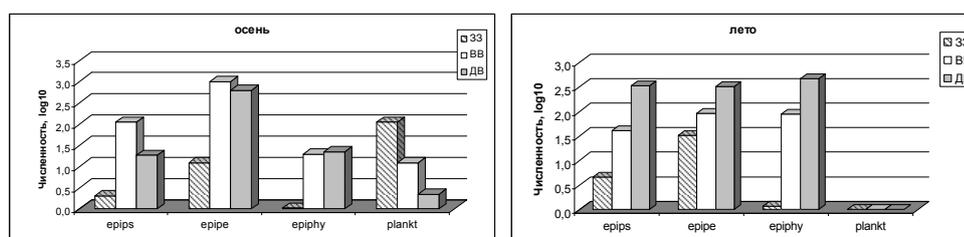


Рис. 1. Экологические группы диатомовых водорослей в различных местообитаниях (ЗЗ – зона заплеска; ВВ – временные водоемы; ДВ – дренажные воды, epips – эпипсаммон, epipe – эпипелон, epiphy – эпифитон, plankt – планктон).

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*

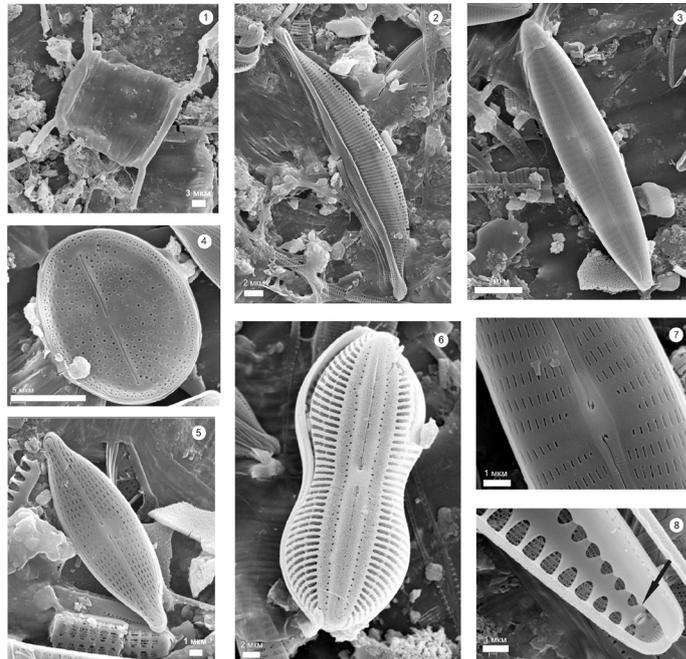


Рис. 2. Диатомовые водоросли побережья Одесского залива: 1 – *Attheya decora* T. West; 2 – *Halamphora coffeaformis* (Agardh.) Levkov; 3, 7 – *Navicula pontica* (Mereschk.) A. Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert.; 4 – *Anorthoneis excentrica* (Donkin) Grunow; 5 – *Navicula cryptocephala* Kütz.; 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 заносятся сюда волнами. В противном случае их численность в зоне заплеска 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.

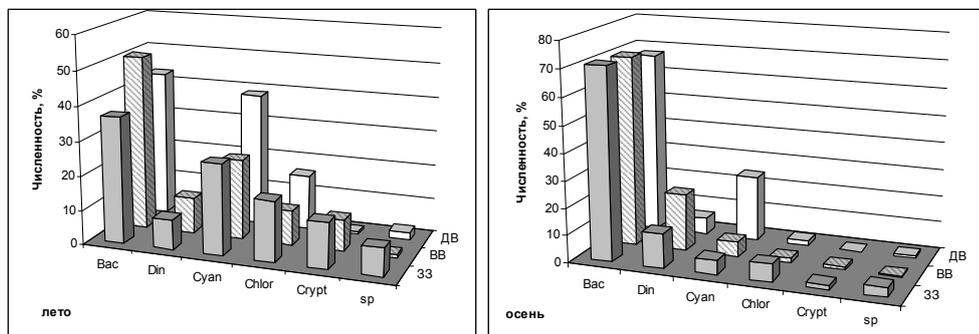


Рис. 3. Преобладание групп микроводорослей в различных местообитаниях (Bac – Bacillariophyta; Din – Dinophyta; Cyan – Cyanoprokaryota; Chlor – Chlorophyta; Crypt – Cryptophyta; sp – другие группы; 33 – зона заплеска; BB – временные водоемы; ДВ – дренажные воды)

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. Є. Кіріліна // Вісник ОНУ. 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. Біологія. – 2000. – Т. 5, № 1. – С. 122–127.
8. Гаркуша О. П. Водорості 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) : автореф. дис... доктора біол. наук / М. О. Гусяков. – 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'ова, 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. Рекомендации по унификации цитирования фамилий авторов таксонов водорослей / П. М. Царенко // Альгология. – 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. Snoeijis P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijis // OPULUS Press Uppsala, 1993. – v. 1. – p. 130.
18. Snoeijis P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijis, J. Kasperoviciene // OPULUS Press Uppsala, 1996. – v. 4. – 125 p.
19. Snoeijis P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijis, M. Potapova // OPULUS Press Uppsala, 1995 – v. 3. – 125 p.
20. Snoeijis P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea / P. Snoeijis, 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. Загордонцев, 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. 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. – 2008. – 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. I., 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 18.01.2015

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, микрорфітобентос, Одеська затока, Чорне море.

A. O. Snigirova

Odesa National Mechnykov University, Department of Hydrobiology and General Ecology

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

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS FOR MICROALGAE 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.