

УДК 582.26/28:574.586+556.5:599.537

## АЛЬГОФЛОРА И МИКОБИОТА МОРСКОГО ПЕРИФИТОНА В МЕСТАХ СОДЕРЖАНИЯ ДЕЛЬФИНОВ АФАЛИН (*TURSIOPS TRUNCATUS* MONTAGU, 1821)

Андреева Н. А.<sup>1</sup>, Копытина Н. И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт природно-технических систем (ИПТС), Севастополь, ул. Ленина, 28, 299011, andreeva.54@list.ru

<sup>2</sup>Государственное учреждение Институт морской биологии НАН Украины, Одесса, ул. Пушкинская, 37, 65011, kopytina\_n@mail.ru

С июня 2012 г. по август 2013 г. проведены сравнительные исследования микроводорослей и микроскопических грибов (микромикетов) в перифитоне вольеров с дельфинами и открытой части бухты. В обрастаниях было выявлено 46 родов микроводорослей из отделов: Cyanobacteria (16 родов), Bacillariophyta (17 родов), Dinophyta (5 родов) и 8 родов, относящихся к другим отделам. В вольерах обнаружено 40 родов водорослей, в открытой части – 36. Сходство родового состава водорослей по коэффициенту Брей-Кертиса – 78,95 % (30 родов общие). Также идентифицированы 23 вида грибов из отделов Ascomycota (20 видов), Blastocladiomycota (1 вид) и Zygomycota (2 вида). В вольерах отмечены 18 видов микромикетов, в открытой части – 17, сходство видового состава – 70,6 % (10 общие). В вольерах максимальная частота встречаемости зарегистрирована у водорослей родов *Coscinodiscus* Ehr. (84,6 %), *Licmophora* C.Agardh (84,6 %), цианобактерий *Spirulina* Turp. (76,9 %), микромикетов *Absidia* sp. (37,5 %), *Stachybotrys chartarum* (31,3 %), что позволяет выделить их, как организмы-индикаторы загрязнения воды продуктами метаболизма дельфинов. Средняя численность водорослей в вольерах изменялась по сезонам от 241200±72360 (весна) до 1440000±345100,5 кл./см<sup>2</sup> (лето 2012 г.); в открытой части бухты – от 116000±32000 (зима) до 1190000±345100,1 кл./см<sup>2</sup> (лето 2012 г.). Отмечено постоянное незначительное преобладание численности микроводорослей в вольерах с дельфинами (в 1,1–2,4 раза). В сообществах обрастания численность автотрофных организмов-продуцентов (водорослей) превышала численность микромикетов – в вольерах в 3,7 (весна) – 200,0 (лето 2012 г.) раз, в море – в 4,1 (зима) – 148,5 (лето 2012 г.) раз. В вольерах и открытой части выявлены организмы-эпибионты афалин: водоросли из родов *Amphora* Her., *Licmophora* C.Agardh, *Navicula* Bory и *Nitzschia* Hass и грибы из родов *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link.

*Ключевые слова:* альгофлора, микофлора, перифитон, места содержания дельфинов.

### ВВЕДЕНИЕ

По составу и развитию перифитон (организмы обрастания) отражает средние условия экотопы, в которых существовало сообщество до момента исследования, поэтому характер биоценозов обрастания позволяет судить о среднем загрязнении воды за определённый промежуток времени [1]. Большинство популяций микроорганизмов существуют в экосистемах в виде специфически организованных биопленок, образование которых представляет сложный, строго регулируемый биологический процесс. Эта форма существования способствует защите микроорганизмов от неблагоприятных факторов среды [2]. Основу пленок обрастаний составляют микроскопические формы трех основных функциональных групп: автотрофные организмы-продуценты (водоросли); гетеротрофные организмы-консументы (простейшие, колероватки, черви и другие) и организмы-редуценты (бактерии и грибы). Для микроорганизмов характерны высокий уровень метаболизма, короткие жизненные циклы и способность быстро реагировать на изменение внешней среды, это в полной мере относится к диатомовым водорослям и цианобактериям – надежным тест-объектам при проведении экологического мониторинга [3]. Микроводоросли и микромикеты часто используются в качестве организмов-индикаторов для оценки состояния окружающей среды, так как они активно принимают участие в процессах очищения загрязненных вод. В этом плане вызывают интерес и, так называемые, оппортунистические виды микромикетов – сапротрофы, широко распространенные в окружающей среде, но способные возбуждать заболевания людей и животных, особенно с ослабленным иммунитетом.

В морской воде присутствуют практически все классы органических соединений, причем большинство веществ является продуктами метаболизма водных обитателей. Как оказалось, обогащение морской воды прижизненными метаболитами гидробионтов более значительно, нежели при посмертном их выделении [4]. Таким источником могут быть продукты метаболизма дельфинов. Повышение концентрации питательных веществ в воде, как правило, ускоряет рост микроорганизмов (в том числе и микроводорослей), что проявляется в увеличении численности их клеток и биомассы. Чрезмерное развитие некоторых видов цианобактерий, динофитовых, золотистых, диатомовых и других микроводорослей приводит к нежелательным последствиям и может нанести ущерб морской биоте.

На коже животных присутствуют микроорганизмы, встречающиеся в воде и обрастаниях [5; 6; 7]. В дикой природе афалины почти не обрастают морскими организмами, так как поверхностный слой кожи полностью не ороговеивает и постоянно обновляется, чему способствует активное движение животных [8; 9]. В неволе заселение кожи гидробионтами и травмы млекопитающих могут возникнуть из-за ограниченного объема бассейна и меньшей подвижности животных, поэтому видовой состав сообщества эпibiоза водорослей часто служит своеобразным индикатором их неблагополучия [7; 10; 11]. Так в черноморских дельфинариях практически на коже всех дельфинов обнаружены микроводоросли-эпibiонты (25 видов водорослей, из которых 23 относятся к диатомеям) [6]. Известно, что микромицеты 87 родов вызывают дерматомикозы китообразных [12]. На коже афалин в океанариуме бухты Казачья обнаружено 9 видов микромицетов [13]. Альгологическая и микологическая характеристики мест содержания дельфинов могут способствовать своевременному проведению мероприятий по улучшению условий жизни животных (переселение в другой вольер, смена воды в бассейне, проведение профилактических и лечебных мероприятий и т.д.).

Как показали ранее проведенные исследования, в видовом составе бухты Казачья обнаруживается более 150 видов микроводорослей и 110 видов микромицетов [13; 14; 15; 16]. Однако одновременное изучение водорослей и микромицетов в составе обрастаний вольеров и открытой части бухты было проведено впервые, результаты представлены в данной работе.

Цель работы – на примере микроскопических водорослей и грибов изучить особенности формирования сообществ обрастания и их сезонную динамику на экспериментальных пластинах в прибрежных вольерах с дельфинами и открытой части бухты. Выявить в составе перифитона организмы-индикаторы эвтрофирования акватории прижизненными метаболитами афалин и организмы способные поселяться на коже животных.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование состава микроводорослей и микроскопических грибов перифитона проводили с июня 2012 по август 2013 гг. в прибрежных вольерах с дельфинами и открытой части бухты Казачья (Крымский полуостров, г. Севастополь). Животные содержались в вольерах свайно-сетевых типа, расположенных в зоне прибрежного мелководья бухты. Преобладающие глубины в бухте и прилегающей прибрежной акватории – 10–20 метров. В период исследования температура воды колебалась от 6,2 до 26°C, соленость составляла около 18 ‰.

Перифитон изучали методом «стекло обрастания». Погружение и выемку стекол из воды проводили ежемесячно. Три стекла (размер 27×78 мм) закрепляли в резиновой трубке с прорезями на расстоянии 50 мм друг от друга. Первое стекло погружали на глубину 100 мм.

Организмы исследовали в суспензии соскобов и определяли в постоянных препаратах и по фотоматериалам. Подсчет клеток микроорганизмов осуществляли согласно Руководству по методам гидробиологического анализа... [1]. Фотографирование проводили при помощи светового микроскопа МИКМЕД–1 с использованием цифровой фотокамеры Canon A550. Последующую обработку изображений осуществляли в программе Adobe Photoshop CS3 Extended. При идентификации микроводорослей руководствовались определителями

Гусякова Н.Е. и др. [17] и Топачевского, Масюк [18], микромицетов – Саттон и др. [19], De Hoog et al. [20] и другими. Систематические названия грибов сверены с электронной базой данных Index Fungorum (Indexfungorum <http://www.indexfungorum.org/>).

Анализ структуры сообществ микроорганизмов проводили по частоте встречаемости видов (общая, сезонная, по полигонам исследования), выделяя категории «случайные», «редкие», «частые», «типичные» (10, 30, 60, >60 % соответственно) [21] и их численности. Для выявления сходства таксономического состава организмов в сообществах перифитона использовали коэффициент Брей-Кертиса.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В обрастаниях было выявлено 46 родов микроводорослей из отделов: Cyanobacteria (16 родов), Bacillariophyta (17 родов), Dinophyta (5 родов) и 8 родов, относящихся к другим отделам (зеленые, красные), а также 23 вида грибов из отделов Ascomycota (20 видов), Blastocladiomycota (1 вид) и Zygomycota (2 вида).

Некоторые представители альгофлоры и микобиоты перифитона показаны на рис. 1 и 2.

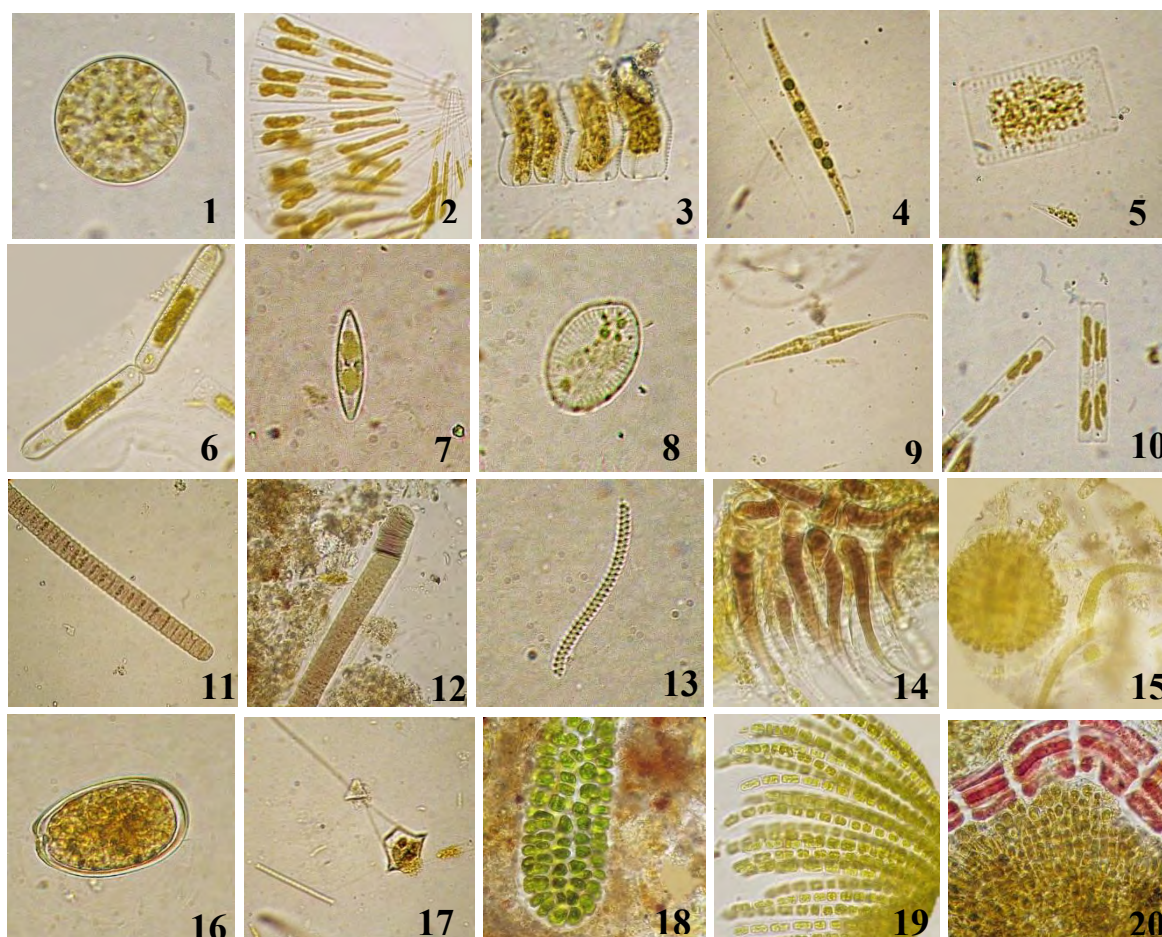


Рис. 1. Представители микроальгофлоры перифитона прибрежных вольеров с дельфинами и открытой части бухты Казачья

1 – *Coscinodiscus*; 2 – *Licmophora*; 3 – *Achnantes*; 4 – *Pleurosigma*; 5 – *Striatella*; 6 – *Pinnularia*; 7 – *Navicula*; 8 – *Cocconeis*; 9 – *Nitzschia*; 10 – *Thalassionema*; 11 – *Oscillatoria*; 12 – *Lyngbya*; 13 – *Spirulina*; 14 – *Calothrix*; 15 – *Woronichinia*; 16 – *Prorocentrum*; 17 – *Stylodinium*; 18–20 – неидентифицированные формы

В вольерах с дельфинами обнаружены 40 родов водорослей и 18 видов микромицетов. Только в вольерах выявлены цианобактерии и водоросли родов *Aphanocapsa* Nägeli, *Arthrospira* (*Spirulina*), *Cyanosarcina* Kováčik, *Amphiprora* Her., *Diatoma* De Candolle, *Striatella* C.Agardh, *Desmogonium* Her., *Scrippsiella* Balech ex A.R.Loeblich III, *Alexandrium* Halim emend.Balech, а также микромицеты *Aspergillus* sp., *Cladophialohora* sp., *Dendryphiella* sp., *Epicoccum purpurascens* Ehrenb., однако, их частота встречаемости не превышала 27,00 %, следовательно, это случайные организмы.

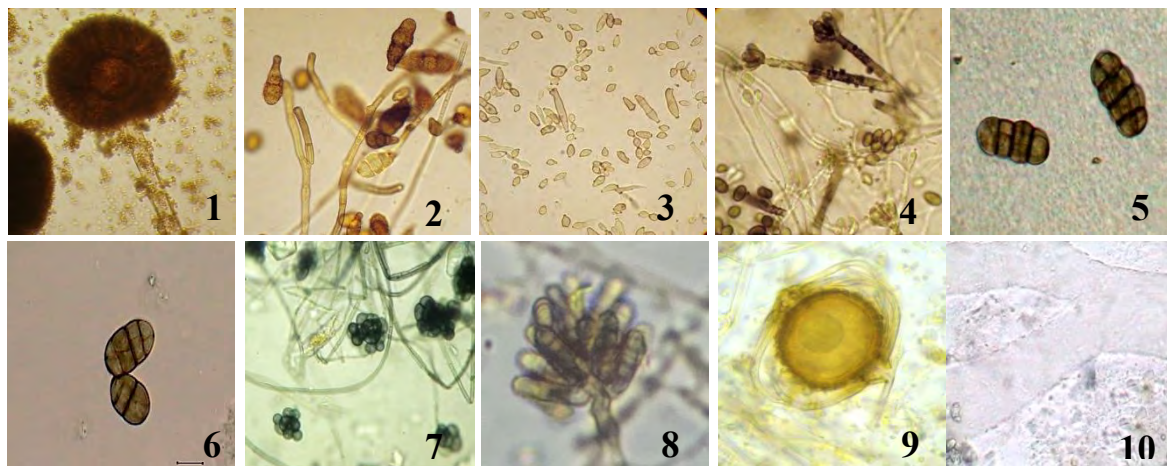


Рис. 2. Представители микобиоты перифитона прибрежных вольеров с дельфинами и открытой части бухты Казачья

1 – *Aspergillus niger* Tiegh. 1867; 2 – *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. 1912; 3 – *Cladosporium* sp.; 4 – *Stachybotrus chartarum* (Ehrenb.) S.Hughes 1958; 5 – *Stemphylium* sp.; 6 – *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire 1938; 7 – *Zalerion varium* Anastasiou, 1963; 8 – *Dendryphiella* sp.; 9 – *Absidia* sp., зигома; 10 – *Allomyces* sp., гифы

Выделена категория типичных таксонов, в которую вошли 11 родов водорослей, частота встречаемости которых была выше 60 % на одном или двух полигонах. Наиболее часто встречались конидии двух видов микромицетов (табл. 1). Средняя численность микроводорослей в перифитоне вольеров составляла  $531840 \pm 151464$  кл./см<sup>2</sup>.

Таблица 1

Доминирующие организмы в сообществах обрастаний вольеров и открытой части бухты Казачья

Вид	Частота встречаемости доминирующих родов (видов), %	
	вольер	открытая часть бухты
Водоросли		
<i>Coscinodiscus</i>	84,6	53,8
<i>Licmophor</i>	84,6	53,8
<i>Navicu</i>	76,9	61,5
<i>Spirulina</i>	76,9	23,1
<i>Prorocentrum</i>	76,9	69,2
<i>Amphora</i>	61,5	46,2
<i>Thalassionema</i>	61,5	76,9
<i>Entomoneis</i>	61,5	46,2
<i>Nitzschia</i>	61,5	69,2
<i>Calothrix</i>	53,8	61,5
<i>Pennularia</i>	53,8	61,5
Грибы		
<i>Absidia</i> sp.	37,5	18,6
<i>S. chartarum</i>	31,3	18,6



В перифитоне постоянно присутствовали только клетки мицелия грибов, по которым невозможна морфологическая идентификация вида. Генеративные структуры встречались редко, поэтому анализ структуры микокомплексов проводился по средней численности спор (общее название спор и клеток мицелия). Процентное соотношение численности спор и клеток мицелия в пробе характеризует степень функциональной активности грибов в экосистеме: чем больше доля гиф – тем выше функциональная активность микобиоты. Средняя численность спор грибов в обрастании вольеров была  $24024 \pm 7207$  спор/см<sup>2</sup>, доля мицелия – 70,5 %. Средняя численность водорослей превышала численность грибов в 22 раза.

В вольерах частота встречаемости диатомовых водорослей родов *Coscinodiscus* Ehr. и *Licmophora* составляла 84,6 % в том и другом случае, цианобактерий рода *Spirulina* – 76,9 %, микромицетов *Absidia* sp. и *S. chartarum* – 37,5 % и 31,3 % соответственно, что было выше, чем на открытом участке бухты на 30,8–53,8 % (у водорослей) и на 12,7–18,9 % (у микромицетов). Таким образом, эти таксоны можно использовать, как организмы-индикаторы загрязнения воды метаболитами дельфинов.

В открытой части бухты обнаружено 36 родов водорослей и 17 видов грибов. Только для этого полигона были свойственны цианобактерии из родов *Anabaena* Bory, *Aphanothece* (Näg.) Elenk., *Nostoc* Vauch., *Woronichinia* Elenk., диатомовые водоросли из родов *Diploneis* Ehr., *Achnanthes* Bory и микроскопические грибы *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire, *Zalerion varium* Anastasiou. Частота встречаемости перечисленных видов не превышала 11,5 %. Средняя численность водорослей в перифитоне открытой части соответствовала  $423060 \pm 158692$  кл./см<sup>2</sup>, грибов  $37967 \pm 11970$  спор/см<sup>2</sup>, доля гиф – 98,5 %. Средняя численность водорослей была больше чем грибов в 11 раз.

Сходство родового состава сообществ водорослей вольеров и на открытой части – 78,95 % (30 общие), микокомплексов – 70,6 % (10 общие).

В течение года в вольерах число родов водорослей изменялась от 20 (осень) до 24 (зима), доминировали таксоны из отдела Bacillariophyta (6–17 родов), как и в целом в экосистеме Черного моря. Количество видов грибов изменялось от 5 до 13.

Постоянно присутствовали представители родов *Coscinodiscus* Ehr., *Nitzschia* Hass., *Licmophora* C. Agardh., *Prorocentrum* Ehr., *Spirulina* Turp. Выявлены сезонные доминанты: летом 2013 г. – *Cocconeis* Ehr., *Striatella* C. Agardh., *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk., *Lyngbya* C. Ag. ex Gom., *Phormidium* Kuetz.; осенью – *Grammatophora* Ehr., *Pleurosigma* W. Sm., *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk.; зимой – *Achnanthes* Bory, *Cymbella* Ag., *Licmophora* C. Agardh., *Pennularia* Ehr., *Pleurosigma* W. Sm., *Striatella* C. Agardh., *Stylodinium* Klebs; весной – *Achnanthes* Bory, *Cymbella* Ag., *Pennularia* Ehr., *Pleurosigma* W. Sm., *Striatella* C. Agardh., *Stylodinium* Klebs. По сезонам средняя численность водорослей изменялась от  $241200 \pm 72360$  (весна) до  $1440000 \pm 345101$  кл./см<sup>2</sup> (лето 2012 г.) (рис. 3).

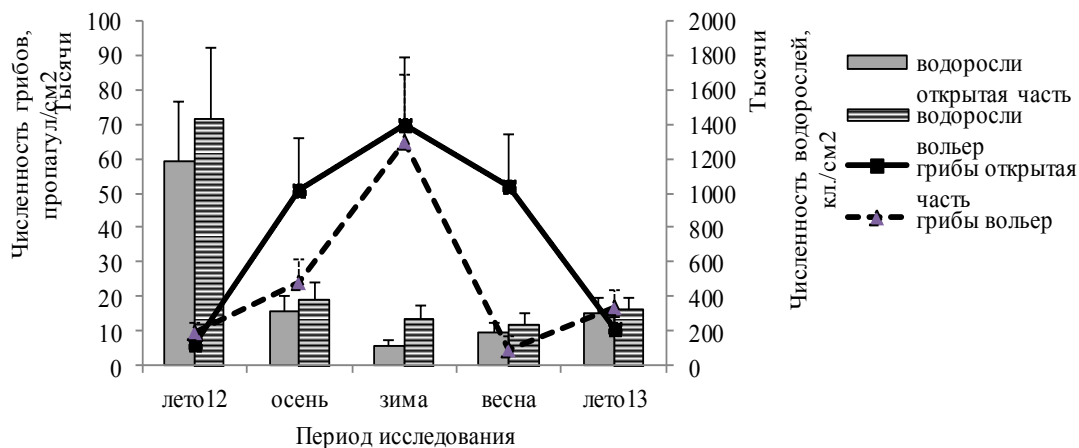


Рис. 3. Динамика численности микроорганизмов на полигонах исследования

Минимальная средняя численность спор микроводорослей выявлена летом 2012 г. –  $4280 \pm 4280$ , максимальная – зимой ( $65025 \pm 19180$  спор/см<sup>2</sup>). В составе спор доля клеток мицелия изменялась от 60,1 % (зима) до 90,5 % (весна). В течение всего периода исследований встречались конидии грибов *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *S. chartarum* (35,2 %), колонки и зигомы *Absidia* sp. (35,2 %), Fungi sp.

В перифитоне вольеров отмечен высокий уровень сходства видовой структуры сообществ водорослей по сезонам от 68,18 % (лето 2012 ↔ весна, общие 9 родов) до 87,80 % (осень ↔ весна, общие 17 родов), сходство микокомплексов изменялось от 16,7 % (лето 2012 ↔ зима, общий компонент – клетки мицелия) до 66,7 % (весна ↔ зима, 3 общих вида и клетки мицелия).

На открытом участке бухты количество родов водорослей по сезонам колебалось от 13 до 25, при этом, в числе доминирующих было 7 родов, среди которых *Thalassionema* Grunow, *Nitzschia* Hass. и *Prorocentrum* Ehr. присутствовали постоянно. Количество видов грибов по сезонам изменялось от 3 до 9.

Выявлены сезонные доминанты водорослей: летом 2012 г. – *Coscinodiscus* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Spirulina* Turp.; летом 2013 г. – *Coscinodiscus* Ehr., *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk.; осенью – *Entomoneis* Ehr., *Grammatophora* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Pleurosigma* W.Sm.; зимой – *Amphipleura* Kuetz.; весной – *Entomoneis* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Spirulina* Turp.

Для двух полигонов исследования общими сезонными доминантами были роды водорослей: летом 2013 – *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk.; осенью *Grammatophora* Ehr. и *Pleurosigma* W.Sm., весной – *Striatella* C. Agardh., что, связано с сезонным развитием этих форм. Средняя численность водорослей изменялась по сезонам от  $116000 \pm 32000$  (зима) до  $1190000 \pm 345100$  (лето 2012 г.).

Минимальная средняя численность спор микроводорослей на открытой части отмечена летом 2012 г. –  $5956 \pm 1660$ , максимальная зимой –  $69900 \pm 19520$  спор/см<sup>2</sup>. Доля клеток мицелия была выше, чем в вольерах с дельфинами и составляла 90,1 % (зима) – 99,8 % (весна). Осенью и весной численность грибов на открытом участке была выше, чем в вольерах в 2,1–12,2 раза. Наиболее часто встречались конидии *Alternaria* sp., споры *Fungi* sp., колонки *Absidia* sp., гаметангии и мицелий *Allomyces* sp.

На открытой части сходство видовой структуры микроводорослей по сезонам было ниже, чем в вольерах и колебалось от 48,48 % (осень ↔ зима) до 76,92 % (зима ↔ весна). Сходство микокомплексов изменялось от 16,7 % (лето 2012 ↔ весна, общий компонент – клетки мицелия) до 66,7 % (весна ↔ зима, 1 общий вид и клетки мицелия).

Отмечено постоянное незначительное преобладание численности микроводорослей в вольерах с дельфинами (1,1–2,4 раза). Показано, что в течение первого месяца формирования сообщества перифитона (независимо от сезона) по видовому составу и численности доминировали автотрофные организмы-продуценты (водоросли). При этом микроводоросли находились в физиологически активном состоянии, но их численность была значительно меньше, чем водорослей: в вольерах в 3,7 (весна) – 200,0 (лето 2012 г.), на открытом участке – в 4,1 (зима) – 148,5 (лето 2012 г.). По-видимому, массовое развитие водорослей и метаболиты дельфинов сдерживали развитие грибов.

В составе перифитона вольеров и открытой части выявлены организмы-эпибионты афалин: водоросли родов *Amphora*, *Licmophora*, *Navicula* и *Nitzschia*, а также грибы из родов *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* и *Cladosporium*.

Вид *Allomyces* sp. из порядка Blastocladales обнаружен в микробиоте Черного моря впервые. Виды этого рода являются преимущественно сапрофитами, обитающими в воде на органических остатках и влажной почве, некоторые из них паразитируют на личинках комаров, москитов, водорослях или водных грибах [22].

Представители родов *Amphora* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Navicula* Bory и *Nitzschia* Hass. широко распространены в экосистемах Черного моря (пелагиаль, бентосные альгоценозы прибрежного каменистого мелководья), а также в местах естественного и искусственного содержания дельфинов (вода, обрастание конструкций прибрежных

вольеров и стенок бассейна) и на коже млекопитающих [7; 10; 23; 24]. Анализ видового состава альгоценозов дельфинариев показывает, что значительная часть диатомовых водорослей приходится на восемь родов: *Amphora* Erh. (девять видов) и *Nitzschia* Hass. (восемь видов), *Licmophora* C. Agardh. и *Navicula* Bory (по пять видов), *Cocconeis* Erh. (четыре вида), *Achnantes* Bory, *Pleurosigma* W.Sm. и *Synedra* Ehr. (по три вида) [10], представители четырех родов были обнаружены и в наших исследованиях.

В обзорной статье Е. Б. Гольдин [10] указывает, что в дельфинариях микроскопическая альгофлора представлена таким же таксономическим разнообразием, как и в литоральной зоне, что также подтвердили результаты наших исследований. Сходство видового состава водорослей вольеров и открытого участка было 78,95 %. На двух полигонах исследования доминировали микроводоросли из родов *Prorocentrum* (76,9 и 69,2 % вольеры и открытый участок, соответственно), *Nitzschia* (76,9 и 61,5 %) и *Thalassionema* (61,5 и 69,2 %). Некоторые представители данных родов известны, как индикаторы органического загрязнения водоемов.

Численные характеристики грибов в микокомплексах обрастаний отражены в небольшом количестве работ [25; 26]. Кроме того, в литературе представлены результаты, полученные методом посева на плотные питательные среды, вследствие чего наблюдалось отличие численности спор грибов в несколько раз по сравнению с нативными пробами (в нативных пробах численность спор была выше). Обнаруживалось также несоответствие видового состава (количество видов значительно больше при посеве материала на питательные среды).

## ВЫВОДЫ

1. В сообществах перифитона было идентифицировано 46 родов микроводорослей из отделов: Cyanobacteria (16 родов), Bacillariophyta (17 родов), Dinophyta (5 родов) и 8 родов, относящихся к другим отделам, а также 23 вида грибов из отделов Ascomycota (20 видов), Blastocladiomycota (1 вид) и Zygomycota (2 вида). В вольерах с дельфинами обнаружено 40 родов водорослей и 18 видов микромицетов, а на открытом участке бухты Казачья – 36 родов водорослей и 17 видов грибов.

2. В вольерах и открытой части бухты отмечено высокое сходство таксономического состава микроводорослей (78,95 %, 30 родов общие). На двух полигонах в составе доминант выявлено 11 родов водорослей.

3. Отмечено постоянное незначительное преобладание численности микроводорослей в вольерах с дельфинами (в 1,1–2,4 раза).

4. Независимо от сезона года в течение первого месяца в сообществах обрастания численность автотрофных организмов-продуцентов (водоросли) превышала численность редуцентов (микромицеты) – в вольерах в 3,7 (весна) – 200,0 (лето 2012 г.) раз, на открытом участке – в 4,1 (зима) – 148,5 (лето 2012 г.) раз. По-видимому, массовое развитие водорослей и метаболиты дельфинов сдерживали развитие грибов.

5. В течение года в вольерах число родов водорослей изменялось от 20 (осень) до 24 (зима), постоянно присутствовали представители родов *Coscinodiscus*, *Nitzschia*, *Licmophora*, *Prorocentrum*, *Spirulina*. Количество видов грибов варьировало от 5 до 13, постоянно встречались конидии грибов *A. alternata*, *S. chartarum* (35,2 %), колонки и зигомы *Absidia* sp. (35,2 %), Fungi sp.

6. Индикаторами эвтрофирования акватории метаболитами дельфинов, можно считать цианобактерии рода *Spirulina*, диатомовые водоросли *Coscinodiscus*, *Licmophora*, а также микромицеты *Absidia* sp. и *S. chartarum*.

7. В открытой части бухты количество родов водорослей по сезонам колебалось от 13 до 25, постоянно присутствовали *Thalassionema*, *Nitzschia* и *Prorocentrum*. Количество видов грибов по сезонам изменялось от 3 до 9, наиболее часто встречались конидии *Alternaria* sp., споры Fungi sp., колонки *Absidia* sp., гаметангии и мицелий *Allomyces* sp.

8. В составе перифитона вольеров и открытой части выявлены организмы-эпибионты афалин: водоросли родов *Amphora*, *Licmophora*, *Navicula* и *Nitzschia* грибы из родов *Aspergillus*, *Alternaria* и *Cladosporium*.

#### Список литературы

1. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / [ред. В. А. Абакумов]. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
2. Биопленки бактерий и связанные с ними трудности медицинской практики / И. А. Хмель [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.img.ras.ru/files/PUBLIC/Add\\_mat/Biofilms.doc](http://www.img.ras.ru/files/PUBLIC/Add_mat/Biofilms.doc)
3. Гусяков Н. Е. Итоги исследования диатомовых водорослей бентоса Черного моря и сопредельных водоемов / Н. Е. Гусяков // Экология моря. – 2004. – Вып. 65. – С. 3–36.
4. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море / К. М. Хайлов. – К.: Наукова думка, 1971. – 205 с.
5. Биркун А. А. мл. Микроскопические водоросли в патологии китообразных / А. А. Биркун мл., Е. Б. Гольдин // Микробиол. журн. – 1997. – Т. 59, № 2. – С. 96–103.
6. Гольдин Е. Б. Эпибионтная альгофлора афалин в черноморских дельфинариях / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 21–29.
7. Рябушко Л. И. Микроводоросли кожных покровов черноморских дельфинов-афалин в местах их обитания / Л. И. Рябушко // Морські біотехнічні системи [Зб. наук. Праць]. – Севастополь, 2002. – Вып. 2. – С. 188–203.
8. Агарков Г. Б. Функциональная морфология китообразных / Г. Б. Агарков, Б. Г. Хоменко, А. П. Мангер и др. – К.: Наукова думка, 1979. – 222 с.
9. Черноморская афалина *Tursiops truncatus ponticus*. Морфология. Физиология. Акустика. Гидродинамика. – М.: Наука, 1997. – 668 с.
10. Гольдин Е. Б. Микроскопические водоросли как биоиндикаторы состояния окружающей среды в местах содержания морских млекопитающих / Е. Б. Гольдин Е. Б. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 105–113.
11. Лили Дж. Человек и дельфин / Дж. Лили. – М.: Мир, 1965. – 160 с.
12. Всадники Перна. Материалы. Дельфины. Заболевания и их лечение / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://peoplepern.narod.ru/dolphin/sickness.htm>.
13. Смирнова Л. Л. Микробиота кожи афалин (*Tursiops truncatus*), морской воды и донных отложений в прибрежных вольерах (Черное море, Севастополь) / Л. Л. Смирнова, Н. И. Копытина, А. В. Телига // Морские млекопитающие Голарктики: VII Международная научная конференция: – Суздаль, 2012. – Т. 2. – С. 239–244.
14. Артемчук Н. Я. Микофлора морей СССР / Н. Я. Артемчук. – М.: Наука, 1981. – 192 с.
15. Копытина Н. И. Микромицеты – эпибионты гигантской устрицы *Crassostrea gigas*, культивируемой в Чёрном море / Н. И. Копытина, М. В. Лебедовская // Морський екологічний журнал. – 2014. – Т. XIII, № 2. – С. 41–44.
16. Смирнова Л. Л. Комплексы гетеротрофных микроорганизмов прибрежного мелководья бухты Казачья (Чёрное море) / Л. Л. Смирнова // Морський екологічний журнал. – 2010. – Т. IX, № 2. – С. 81–88.
17. Гусяков Н. Е. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов / Н. Е. Гусяков, О. А. Загороднец, В. П. Герасимюк. – К.: Наукова думка, 1992. – 112 с.
18. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк [общ. ред. д.б.н. М. Ф. Макаревич]. – К.: Вища школа, 1984. – 336 с.
19. Саттон Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергил, М. Ринальди. – М.: Мир, 2001. – 486 с.
20. De Hoog G. S. Atlas of clinical fungi. 2nd edition / G. S. De Hoog, J. Guarro, J. Gene, M. J. Figueras. – Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2000. – 1126 p.
21. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология / Т. Г. Мирчинк. – М.: Из-во МГУ, 1988. – 220 с.
22. Порядок Blastocladales (блестокладальные) / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.activestudy.info/poryadok-blastocladales-blastokladalnye/>
23. Гольдин Е. Б. Микроскопическая альгофлора карадагского дельфинария / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 76–95.
24. Смирнова Л. Л. Видовой состав и распределение микроводорослей в бассейнах с морскими млекопитающими / Л. Л. Смирнова, И. И. Бабич, И. Н. Аннинская // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2011. – Т. 24(63), № 2. – С. 254–260.
25. Александров Б. Г. Роль микроорганизмов в формировании морского обрастания твердых субстратов различной природы / Б. Г. Александров, Н. Г. Теплинская, А. А. Андриенко // Вісник ОНУ. – 2001. – Т. 6. – Вып. 4. – С. 3–7.
26. Serbinova I. V. Mycobiota of the Odessa Gulf's Hydroengineering Constructions (Black Sea) / I. V. Serbinova, N. I. Kopytina // Abstract 3-rd Bi-annual BS Scientific Conference and UP-GRADE BS-SCENE Project Joint Conference, 1–4 November 2011. – Odessa, Ukraine, 2011. – P. 220–221.



Андреева Н. О., Копитіна Н. І. Альгофлора і мікобіота морського перифітону у місцях утримання дельфінів афалін (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) // Экосистемы. Симферополь: КФУ, 2015. Вып. 1 (31). С. 21–29.

З червня 2012 р. по серпень 2013 р. проведено порівняльні дослідження мікроводоростей і мікроскопічних грибів (мікроміцетів) у перифітоні вольєрів з дельфінами і відкритій ділянці бухти. У обростаннях було виявлено 46 родів мікроводоростей з відділів: Cyanobacteria (16 родів), Bacillariophyta (17 родів), Dinophyta (5 родів) і 8 родів, що відносяться до інших відділів. У вольєрах виявлено 40 родів водоростей, а у відкритій ділянці – 36. Подібність родового складу водоростей за коефіцієнтом Брей-Кертиса – 78,95 % (30 родів загальні). Також ідентифіковані 23 види грибів з відділів Ascomycota (20 видів), Blastocladiomycota (1 вид) і Zygomycota (2 види). У вольєрах відзначені 18 видів мікроміцетів, а у відкритій ділянці – 17, подібність видового складу – 70,6 % (10 загальні). У вольєрах максимальна частота зустрічальності була у водоростей родів *Coscinodiscus* Ehr. (84,6 %), *Licmophora* C. Agardh (84,6 %), ціанобактерій *Spirulina* Turp. (76,9 %), мікроміцетів *Absidia* sp. (37,5 %), *Stachybotry schartarum* (31,3 %), що дозволяє виділити їх, як організми-індикатори забруднення води продуктами метаболізму дельфінів. Середня чисельність водоростей у вольєрах змінювалася за сезонами від  $241200 \pm 72360$  (весна) до  $1440000 \pm 345100,5$  кл./см<sup>2</sup> (літо 2012 р.); у відкритій ділянці бухти – від  $116000 \pm 32000$  (зима) до  $1190000 \pm 345100,1$  кл./см<sup>2</sup> (літо 2012 р.). Відзначено постійне невелике переважання чисельності мікроводоростей у вольєрах з дельфінами (в 1,1–2,4 разу). В угрупованнях обростання чисельність автотрофних організмів-продуцентів (водоростей) перевищувала чисельність мікроміцетів – у вольєрах в 3,7 (весна) – 200,0 (літо 2012 року) разів, у відкритій ділянці – в 4,1 (зима) – 148,5 (літо 2012 року) разів. У вольєрах і відкритій ділянці виявлені організми-епібіонти афалін: водорості родів *Amphora* Her., *Licmophora* C. Agardh, *Navicula* Bory і *Nitzschia* Hass і гриби з родів *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link.

*Ключові слова:* альгофлора, мікофлора, перифітон, місця утримання дельфінів.

Andreeva N. A., Kopytina N. I. Marine periphytonic algae-vegetation and fungi in capture places of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 21–29.

The comparative investigations of periphyton microalgae and micromycetes were conducted in the open bay area dolphinaria and open bay area since June 2012 till August 2013. Several microalgal genera (46) were revealed: Cyanobacteria (16), Bacillariophyta (17), Dinophyta (5), and others (8). They were identified in the dolphinaria (40), and in the open bay area (36). Similarity of microalgal taxonomic composition (by Bray-Curtis index) is 78,95 %, meanwhile 30 genera were common. 23 fungal species were also identified: Ascomycota (20), Blastocladiomycota (1), Zygomycota (2) were among them. These micromycetes were recorded in the dolphinaria (18) and in the open bay area (17), quotient of specific similarity is 70,6 % (ten species are general). Genera *Coscinodiscus* Ehr. (84,6 %), *Licmophora* C. Agardh. (84,6 %), cyanobacterium *Spirulina* Turp. (76,9 %), micromycetes *Absidia* sp. (37,5 %), *Stachybotry schartarum* (31,3 %) have the highest frequency of occurrence and can be specify as aqueous indicators of organic pollution (including dolphin metabolites). Average density of microalgal population varied in dependence to the season from  $241200 \pm 72360$  (spring) to  $1440000 \pm 345100,5$  cells/cm<sup>2</sup> (summer 2012) in the dolphinaria; and from  $116000 \pm 32000$  (winter) to  $1190000 \pm 345100,1$  cells/cm<sup>2</sup> (summer 2012) in the open bay area. The constant domination of microalgae in the dolphinaria was recorded in small amounts (in 1,1–2,4 times). In overgrowing communities the total count of autotrophic microalgal producers was in excess of micromycetes. These rates were by 3,7 (spring) – 200,0 times (summer 2012) more in the dolphinaria, and by 4,1 (winter) – 148,5 times (summer 2012) more in the open bay area. The epibiont organisms of bottlenose dolphins were recorded among microalgae *Amphora* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Navicula* Bory, and *Nitzschia* Hass, and among micromycetes *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* Nees, and *Cladosporium* Link. in the dolphinaria and open bay area.

*Key words:* algae-vegetation, mycoflora, periphyton, dolphinaria.

Поступила в редакцію 23.09.2015 г.