

УДК 582.28(262.5)

Водная микобиота заказника «Бухта Казачья» (Чёрное море, Крым)

Н. И. Копытина*

*Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, 299011, Российская Федерация
e-mail: kopytina_n@mail.ru*

Аннотация

На основе оригинальных и литературных данных проведена инвентаризация и таксономическая ревизия микобиоты акватории заказника «Бухта Казачья». Представлен аннотированный список из 138 видов, принадлежащих 73 родам и 41 семейству Basidiomycota (2), Ascomycota (123), Zygomycota (9), Chytridiomycota (1), Oomycota (1), Labyrinthulomycota (2). Грибы отмечены в воде (36 видов), в морской пене выявили (33 вида), донных отложениях (73 вида), на стёклах обрастания (13 видов), на водорослях (20 видов), на морских травах (21 вид), на коже дельфинов афалин (18 видов), на створках устриц (12 видов), на древесине (29 видов). Эвритопные водные виды (107 видов) по разнообразию преобладают над облигатными морскими (31 вид). Установлены виды грибов, обладающие наибольшей функциональной активностью в водных экосистемах, включающие оппортунистические, фито- и зоопатогенные грибы, а также толерантные к нескольким видам загрязнений (биодеструкторы). В биогеографическом плане в водах бухты преобладают бореально-тропические (42,7 %) и космополитные (37,7 %) виды грибов.

Ключевые слова: водные грибы, микромицеты, заказник «Бухта Казачья», Крымский полуостров, Севастополь, Чёрное море.

Введение. Площадь Севастополя 1079,6 км², из них 216 км² – акватория бухт, 863,6 км² – суша. Около 30 % территории города является заповедной. Заказник «Бухта Казачья» был основан в 1998 г. После воссоединения Крыма с Российской Федерацией, территория получила статус государственного природного заказника регионального значения¹.

Заказник занимает площадь 23,2 га, находится в юго-западной части Гераклейского полуострова на побережье бухты Казачья в границах Гагаринского района г. Севастополя². Заказник «Бухта Казачья» расположен на территории военного городка № 467 и находится в ведении Минобороны РФ, поэтому доступ на его территорию ограничен (Рис. 1).

В состав заказника входит приморская территория между урезом воды и бровкой обрыва с оригинальными формами рельефа, а также часть акватории бухты. На территории заказника отмечены неблагоприятные антропогенные

*Сведения об авторе: Копытина Надежда Ивановна, канд. биол. наук, снс, ИМБИ им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, e-mail: kopytina_n@mail.ru.

¹ Постановление правительства Севастополя: № 417-ПП «Об утверждении Перечня особо охраняемых природных территорий регионального значения, расположенных в городе Севастополе» от 25.05.2015; № 405-ПП «Об утверждении Положения о государственном природном общезоологическом заказнике регионального значения "Бухта Казачья" от 29.04.2016.

² Координаты границ: 44° 34' 36,6" с. ш. и 33° 24' 13,2" в. д. — 44° 35' 29,2" с. ш. и 33° 24' 04,5" в. д. // URL: <http://oopt.aari.ru/oopt/>.

явления: абразия берегов приводит к разрушению биотопов, ставные неводы в открытой части бухты представляют угрозу для дельфинов; сброс недостаточно очищенных сточных вод и нефтепродуктов с береговых объектов и плавсредств; замусоривание побережья, в том числе и штормовыми выбросами (Рис. 2).



Рис. 1. Карта-схема заказника «Бухта Казачья» (красная линия – границы заказника)

Fig. 1. Map of the zakaznik “Kazachya Bay” (red line — boundaries of the nature reserve)

(<https://yandex.ru/maps/>)

Прибрежная полоса заказника «Бухта Казачья» имеет длину 2 км и ширину 15 м ($S \approx 0,03 \text{ км}^2$). На этой территории в течение 2012–2013 гг. средний вес мусора за месяц доходил до 78,85 кг: пластика — 14,4 кг, металла — 14,7 кг, дерева — 4,5 кг, верёвок и сетей — 43 кг, стекла — 2,25 кг. За год общий вес мусора составлял около 1 т [2]. Крупный мусор убирают, а мелкие его фрагменты утилизируют микроорганизмы. Мусор, накапливающийся в толще воды, выступает в роли искусственного субстрата, на котором развиваются сообщества организмов перифитона. Нефтепродукты усваиваются грибами.

Цели создания ООПТ и её ценность. Целями заказника являются сохранение фаунистического комплекса прибрежной зоны бухты Казачьей, представленного редкими и исчезающими видами животных, занесённых в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу города Севастополя; охрана условий существования и воспроизводства ценных видов животных;

сохранение и поддержание экологического баланса, уникальных особенностей бухты Казачьей и природного прибрежного комплекса [1; 3].

На территории и акватории заказника проводились исследования организмов различных систематических групп. Цель настоящей работы — обобщить собственные и литературные данные, провести инвентаризацию и ревизию видового состава морских микроскопических грибов заказника, сформировать аннотированный список.



Рис. 2. Побережье заказника «Бухта Казачья», подверженное абразии и загрязнению
Fig. 2. Abraded and polluted coast of the zakaznik “Kazachya Bay”

Единого и общепризнанного определения эколого-физиологической группы морских грибов пока нет. Факультативно морские грибы – это виды, которые заносятся в море из пресноводных водоёмов и наземных мест обитаний. В состав группы входят виды-космополиты из родов *Alternaria*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Candida*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Leptosphaeria*, *Mucor*, *Penicillium*, *Cephalosporium*, *Trichoderma*, *Stachybotrys*, *Stemphylium* и другие. Представителей этих родов часто выделяют в морских местах обитания, но не для всех имеются доказательства их физиологической активности в море. Обязатно морские – это грибы, которые растут и размножаются только в морях и эстуариях. Автор настоящей статьи придерживается мнения, выраженного в работе М. В. Пивкина, Т. А. Кузнецовой и В. В. Совы [4]: «включаем в эколого-физиологическую группу

морских грибов все организмы этого царства, растущие и размножающиеся тем или иным способом в морских и близких к ним местах обитания (аскоспорами, базидиоспорами; бесполоыми конидиями, оидиями, хламидоспорами или какими-либо другими вегетативными структурами), принимающие участие в процессах биосинтеза, деструкции и модификации веществ в морских биоценозах».

В течение 50 лет разные исследователи эпизодически изучали морскую микобиоту заказника «Бухта Казачья» [5–12]. В середине 60-х годов XX века Н. Я. Артемчук провела обширные исследования микромицетов пелагических и донных биотопов, а также водорослей-макрофитов и морских трав *Zostera marina* L., *Zostera noltii* Hornemann и *Ruppia* sp. [5]. В период 2005–2006 гг. Л. Л. Смирнова изучала грибы и бактерии в пене, поверхностном микрослое воды, донных отложениях и гниющих водорослях [11]. В других работах отражены результаты исследований микобиоты в вольерах с дельфинами и открытой части бухты, в эпизооне устриц и дельфинов, на фрагментах древесных наземных растений, которые постоянно или временно находились в море [6–8; 12].

В систематике грибов в последние 10–20 лет произошли многочисленные перестройки, в результате которых отдельные названия видов переведены в разряд синонимов, а часть таксонов сведена к синонимам одного вида.

Материал и методы. Бухта непосредственно прилегает к открытой части Чёрного моря, её площадь составляет около 1,5 км², максимальная глубина в центральной части 10–12 м, в верховье 0,2–0,5 м. В бухте функционируют два аварийных выпуска неочищенных стоков. Поверхностный слой воды летом прогревается до 27,2 °С. Солёность воды в открытой части бухты колеблется от 17,43 до 18,12 ‰ [13], у вершины в зимний и весенний периоды при выпадении большого количества осадков снижается до 5,00–9,00 ‰ [11].

Грибы выделяли из разных экотопов: морская пена, вода, донные отложения, перифитон стёкол обрастания, в эпифитоне талломов водорослей-макрофитов и морских трав, а также эпизооне кожных покровов дельфинов афалин (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) и створках устриц (экспериментально культивируемой *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), а также аборигенных видов *Ostrea edulis* (Linne, 1758) и *O. lamellosa* Brocchi, 1814).

Из пены, воды, донных отложений, со створок моллюсков и кожи дельфинов грибы выделяли на питательные среды (сусловый агар, агар Чапека-Докса, дрожжевой экстракт или субстраты-приманки (фильтровальная бумага, древесные опилки, семена конопли)) [5; 8; 11].

Перифитон изучали на стеклянных пластинах методом обрастания. Организмы просматривали в суспензии соскобов и определяли в постоянных препаратах и по фотоматериалам [6].

Для формирования конидий и плодовых тел лигнотрофных грибов, фрагменты древесины, собранные на побережье или в море, экспонировали во влажной камере в течение 1–8 месяцев. Измерение спор грибов проводили при

увеличении 400[×], фотоснимки выполнены при увеличении 1000[×] на микроскопе с вмонтированной кинокамерой Motic B1 Series System Microscopes (Рис. 3).

Для видовой идентификации грибов использовали определители [14–16]. Для выявления функциональной активности микромицетов, как гетеротрофных организмов, использовали литературные данные по толерантности видов к различным видам антропогенного загрязнения среды, способности разлагать нефть, нефтепродукты и целлюлозу [5; 17–25]. В статье грибы разделены на факультативно и облигатно морские для уточнения адаптационной и функциональной активности организмов в условиях морской среды.

Результаты и обсуждение. Инвентаризация видового состава микроскопических грибов проведена с учётом последних номенклатурных изменений [26; 27]. Составлен аннотированный список грибов заказника «Бухта Казачья» с указанием экологии, субстратной приуроченности и географии микромицетов (Приложение). Список включает 138 видов, представителей двух царств: Fungi (134 таксона), и Chromista (3); 6 отделов: Basidiomycota (2 вида), Ascomycota (123), Zygomycota (9), Chytridiomycota (1), Oomycota (1), Labyrinthulomycota (2); 12 классов, 22 порядков, 41 семейства и 73 родов. В составе микобиоты наибольшим числом видов представлены роды *Aspergillus* — 15, *Penicillium* — 12, *Fusarium* — 9.

В Санитарных правилах РФ¹ в списки четвертой группы условно-патогенных организмов, возбудителей поверхностных микозов (дерматомицеты), включены не отдельные виды, а рода грибов целиком: *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Chaetomium*, *Cladophialophora*, *Conidiobolus*, *Cryptococcus*, *Curvularia*, *Emmonsia*, *Exophiala*, *Fonsecaea*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Leptosphaeria*, *Madurella*, *Malassezia*, *Microascus*, *Microsporium*, *Mucor*, *Ochroconis*, *Penicillium*, *Phaeoacremonium*, *Phialemonium*, *Phialophora*, *Phoma*, *Pyrenochaeta*, *Ramichloridium*, *Rhizomucor*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Trichophyton*, *Trichosporon*, *Ulocladium*.

Согласно классификации Всемирной организации здравоохранения эти грибы относятся к первой группе биологического риска для человека (Biological Safety Level, BSL-1). Потенциально патогенные грибы могут длительно сохраняться и развиваться во внешней среде и вызывать микозы человека и животных с ослабленным иммунитетом, поэтому их называют «оппортунистическими». В таксономическом списке грибов заказника эти виды составляют 75 (54,3 %). В акватории заказника были выделены *Aspergillus flavus*, и *A. fumigatus*, которые по законодательству РФ относятся к III группе патогенности (BSL-2). Эта группа объединяет организмы со средним уровнем риска для человека, не представляет серьёзной угрозы для здоровья лабораторного персонала, домашних животных и окружающей среды.

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2008 г. № 4 "Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил" СП 1.3.2322-08. www.OpenGost.ru

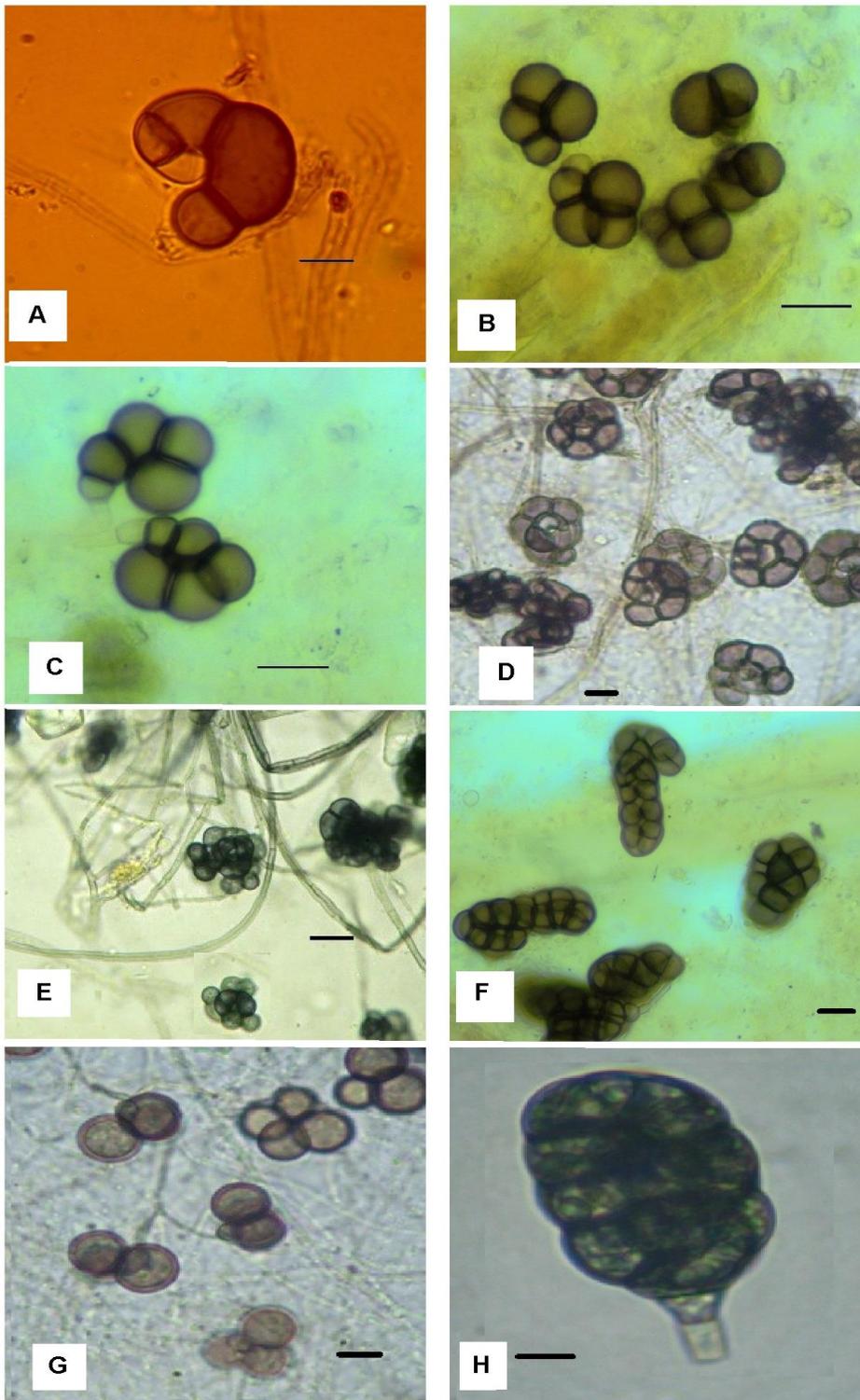


Рис. 3. Конидии некоторых редких видов облигатно морских грибов: А – *Cirrenalia basiminuta*; В и С — *Cirrenalia macrocephala*; D – *Zalerion maritima*; E – *Z. varium*; F – *Dictyosporium pelagicum*; G – *Cumulospora marina*; H – *Piricauda pelagica* (масштаб линейки 10 мкм)

Fig.3. Conidias of some rare species of obligatory marine fungi: A – *Cirrenalia basiminuta*; B & C – *Cirrenalia macrocephala*; D – *Zalerion maritima*; E – *Z. varium*; F – *Dictyosporium pelagicum*; G – *Cumulospora marina*; H – *Piricauda pelagica* (Scale bars 10 μ m)

Критериями оценки качества окружающей среды являются следующие микологические показатели: а) таксономическое разнообразие, б) доля мелансодержащих форм микромицетов, в) доля потенциально патогенных (оппортунистических) видов, г) доля эвритоппных видов, д) соотношение массовых и редких видов, е) число доминирующих видов, ж) доля внедрившихся видов грибов. В связи с эпизодическим характером наших исследований мы можем использовать только критерии а–г. В антропогенно нарушенных биотопах выявляют резистентные виды и группы грибов, которые часто ведут себя как устойчивые сразу к нескольким антропогенным факторам. Примером таких резистентных групп могут быть меланинсодержащие (тёмноокрашенные) грибы и эвритоппные виды с широким ареалом распространения и высоким уровнем спорообразования [19]. В морской среде к эвритоппным видам относят факультативно морские микромицеты.

Оппортунистические грибы также часто устойчивы к нескольким видам загрязнений и дополнительно могут обладать другими свойствами: *Acremonium charticola*, *A. spinosum* (фитопатогенный), *Alternaria alternata* (фитопатогенный, целлюлозодеструктор, меланинсодержащий), *A. tenuissima* (фитопатогенный, меланинсодержащий), *Aspergillus niger* (меланинсодержащий), *A. sydowii* (зоопатоген), *A. ustus*, *A. versicolor* (фитопатогенный, целлюлозодеструктор), *Aureobasidium pullulans* (меланинсодержащий), *Chaetomium globosum* (меланинсодержащий), *Cladosporium cladosporioides* (меланинсодержащий), *C. herbarum* (меланинсодержащий), *Clonostachys rosea*, *Fusarium fujikuroi*, *F. oxysporum* (фитопатогенный), *Mucor racemosus*, *Neocosmospora solani*, *Penicillium aurantiogriseum* (фитопатогенный, целлюлозодеструктор), *P. brevicompactum* (фитопатогенный, целлюлозодеструктор), *P. canescens*, *P. citrinum*, *P. expansum*, *P. restrictum*, *Pichia fermentans*, *Phialemonium atrogriseum*, *Phoma herbarum* (меланинсодержащий), *Pseudallescheria boydii*, *Rhizopus microsporus* (фитопатогенный), *R. stolonifer* (фитопатогенный), *Sarocladium kiliense* (фитопатогенный), *S. strictum*, *Stachybotrys chartarum* (меланинсодержащий), *Trichoderma koningii*, *T. viride*, *Westerdykella capitulum* (меланинсодержащий), *Xenodidymella humicola* (меланинсодержащий). Список дополняют эвритоппные патогенные микромицеты *Aspergillus flavus* и *A. fumigatus* и зоопатогенный вид *Ostracoblabe implexa*. Перечисленные таксоны наиболее активны в экосистеме, в качестве полибиодеструкторов, а при наличии неблагоприятных условий среды могут вызывать микозы гидробионтов и человека.

К активным целлюлозодеструкторам относятся лигнотрофные облигатно морские виды, некоторые из которых способны утилизировать нефть и нефтепродукты (*Nia vibrissa*, *Ceriosporopsis halima*, *Corollospora maritima*).

В составе микобиоты выявлены эвритоппные факультативно морские виды — 107 (77,5 % от видового состава), облигатно морские — 31 (22,5 %), оппортунистические — 75 (54,3 %), патогенные для человека — 2 (1,4 %), паразиты моллюсков — 1 (0,71 %), фитопатогенные — 23 (16,7 %), меланинсодержащие — 38 (27,5 %), целлюлозодеструкторы — 54 (39,1 %), способные утилизировать нефть и

нефтепродукты — 20 (14,5 %). Обнаружены микромицеты толерантные к различным видам загрязнений: нефтяному — 26 видов (18,8 %), тяжёлыми металлами — 5 (3,6 %), полисапробными коммунально-промышленными стоками — 8 (5,8 %), фтором — 9 (6,5 %), характерные для морских донных отложений урбанизированных районов — 5 (3,6 %), устойчивые к нескольким видам загрязнений — 14 (10,1 %).

В экотонах выделили: в пене 33 вида, в воде — 36, в донных отложениях — 73, в перифитоне — 13, на древесине — 29, на створках моллюсков — 12 (*C. gigas* — 11, *O. edulis* и *O. lamellosa* по одному), на коже дельфинов — 18, на морских травах — 21 (*Zostera marina* — 20, *Z. noltii* — 3, и *Ruppia* sp. — 6), на водорослях — 20: *Bryopsis plumosa* — 2, *Cladophora* spp. — 2, *Chondria tenuissima* — 4, *Cystoseira barbata* — 13, *Polysiphonia subulifera* — 7, *P. elongata* — 1, *Sphacelaria cirrhosa* — 4, *Stilophora rhizodes* — 7, *Striaria attenuata* — 2, *Ulva lactuca* — 6.

Проведён анализ списка видов микромицетов по приспособленности к обитанию в воде различной солёности. В пресных и морских водах обитают 107 видов грибов (77,5 % от видового состава), морских экосистемах (солёность 15–35 ‰) — 21 вид (15,2 %), в большей степени к пресноводным водоёмам (солёность менее 3 ‰) приурочены 3 вида (2,2 %), виды, которые также встречаются и в соляных озёрах (солёность более 50 ‰) 24 вида (17,4 %).

По географическому распространению к космополитам относятся 52 (37,7 %) вида, в умеренных и тропических областях различных океанов встречаются 59 (42,7 %), умеренной (бореальной) Атлантической и Тихоокеанской областях — 19 (13,8 %), бореально-арктической — 8 (5,8 %) видов. По географическому составу микобиоту заказника «Бухта Казачья» можно охарактеризовать как бореально-тропическую с преобладанием бореальных видов.

Заключение. В акватории заказника «Бухта Казачья» выявлено 138 видов микромицетов, представителей царств: Fungi (134 таксона), и Chromista (3). В экотонах выделены: в морской пене — 33, в воде — 36, в донных отложениях — 73, в перифитоне — 13; в эпифитоне талломов макрофитов — 20, морских трав — 21, в эпизооне кожи дельфинов афалин — 18, на створках устриц — 12, а также 27 облигатно морских видов на погруженной древесине и фрагментах древесного плавника.

В связи с эпизодичностью исследований микобиоты и различием методов выделения грибов, а также исследуемых биотопов и субстратов только некоторые виды грибов были обнаружены двумя или тремя авторами: *Alternaria alternata*, *Aspergillus carneus*, *A. flavipes*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Fusarium* sp., *O. implexa*, *Penicillium aurantiogriseum*, *P. citrinum*, *P. commune*, *P. expansum*, *R. stolonifer*, *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma viride*. Два вида облигатно морских микромицетов, выделенных в заказнике, были впервые указаны для Чёрного моря: *Corollospora intermedia* и *Nia globospora*.

В видовом составе грибов преобладали эвритопные факультативно морские виды 107 (77,5 %) многие из которых обычны в почве, что подтверждает абразию берегов. Эти же виды встречаются в пресных и морских водоёмах.

Выявлены 39 видов грибов, деятельность которых в наибольшей степени выражена в экосистеме, что соответствуют 28,3 % состава микобиоты, которые при наличии неблагоприятных условий среды способны вызывать микозы гидробионтов и человека.

В целом, по микологическим критериям, район можно охарактеризовать, как относительно чистый и испытывающий небольшую антропогенную нагрузку.

Литература

1. Кадастровый отчёт по ООПТ государственный природный общезоологический заказник регионального значения "Бухта Казачья" // Составлен ИАС «ООПТ России» (oopt.aari.ru) 18.07.2018. 6 с.
2. Беляева О. И., Тарасюк Е. Е., Марченко А. Д., Вознюк О. Г. Оценка загрязнения мусором, поступающим в береговую часть заказника «Бухта Казачья» // Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление: тез. докл. VIII Междунар. науч.-практ. конф. Симферополь, 28–30 апреля 2016 г. / в авторской редакции. – Симферополь: КФУ, 2016. С. 12.
3. О проекте Схемы развития ООПТ города Севастополя // URL: <http://ecosev.ru/deyatelnost/obshchestvennost/1556-protokol-zasedaniya-obshchestvennogo-soveta-pri-sevpririodnadzore-3-ot-23-06-2017-g> (18.07.2018).
4. Пивкин М. В., Кузнецова Т. А., Сова В. В. Морские грибы и их метаболиты. – Владивосток: Дальнаука. 2006. 247 с.
5. Артемчук Н. Я. Микофлора морей СССР. – Москва: Наука. 1981. 190 с. // URL: <http://www.nehudlit.ru/books/mikroflora-morey-sssr.html>. (18.07.2018, dvju).
6. Андреева Н. А., Копытина Н. И. Альгофлора и микобиота морского перифитона в местах содержания дельфинов афалин (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) // Экосистемы. 2015. Вып. 1. С. 21–29.
7. Копытина Н. И. *Corollospora intermedia* и *Nia globospora* [as '*Nia globispora*'] — новые для Чёрного моря виды морских грибов // Морской биологический журнал. 2018. Т. 3, № 1. С. 46–52. DOI: 10.21072/mbj.2018.03.1.05.
8. Копытина Н. И., Лебедовская М. В. Микромицеты — эпибионты гигантской устрицы *Crassostrea gigas*, культивируемой в Чёрном море // Морской экологический журнал. 2014. Т. 13, № 2. С. 41–44.
9. Лебедовская М. В., Белофастова И. П. Паразиты и заболевания устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) и *Ostrea edulis* (Linne, 1758) в Чёрном море // Паразитология в XXI веке – проблемы, методы, решения: материалы IV Всерос. съезда паразитологического общества при Российской академии наук. Санкт-Петербург, 20–25 октября 2008 г. – Санкт-Петербург, 2008. Т. 2. С. 122–126.
10. Пиркова А. В. Поражённость черноморских устриц раковинной болезнью. Профилактика и селекция на устойчивость к заболеванию // Рыбное хозяйство Украины. 2002. № 3–4. С. 45–47.
11. Смирнова Л. Л. Комплексы гетеротрофных микроорганизмов прибрежного мелководья бухты Казачья (Чёрное море) // Морской экологический журнал. 2010. Т. 9, № 2. С. 81–88.
12. Смирнова Л. Л., Копытина Н. И., Телига А. В. Микробиота кожи афалин (*Tursiops truncatus*), морской воды и донных отложений в прибрежных вольерах (Чёрное море, Севастополь) // Морские млекопитающие Голарктики: сборник научных трудов VII Международной научной конференции, Суздаль, 24–28 сентября 2012 г. /составитель А. Н. Болтунов. – Суздаль. Совет по морским млекопитающим, 2012. Т. 2. С. 239–244.
13. Куфтаркова Е. А., Родионова Н. Ю., Губанов В. И., Бобко Н. И. Гидрохимическая характеристика отдельных бухт Севастопольского взморья // Труды ЮГНИРО, 2008, Т. 46. С. 110–117.
14. De Hoog G. S., Guarro J., Gene J., Figueras M. J. 2000. Atlas of clinical fungi. – Utrecht: CBS; Spain: Reus, 1126 p.
15. Hyde K. D., Pointing S. B. Marine mycology. A Practical Approach. – Hong Kong: Fungal Diversity Press, 2000. 370 p.
16. Kohlmeyer J., Kohlmeyer E. Marine Mycology. The Higher Fungi. – N. Y.: Academic Press, 1979. 690 p.

17. Гришко В. Н., Кориновская О. Н. Устойчивость микромицетов к совместному действию тяжелых металлов // *Мікробіологія і біотехнологія*. 2012. №3. С. 82–90.
18. Зачиняев Я. В., Зачиняева А. В. Микологическая индикация почв Норильского промышленного района // *Novainfo.ru*. № 7. 22.11.2011. URL: <https://novainfo.ru/article/1380>.
19. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. – Москва: Медицина для всех, 2005. 195 с.
20. Новожилова М. И., Попова Л. Е. Грибы-сапрофиты Каспийского моря // *Гидробиологический журнал*. 1980. Т. 16, № 5. С. 37–44.
21. Пивкин М. В., Худякова Ю. В., Кузнецова Т. А., Сметанина О. Ф., Полохин О. В. Грибы аквапочв прибрежных акваторий Японского моря в южной части Приморского края // *Микология и фитопатология*. 2005. Т. 39, Вып. 6. С. 50–61.
22. Рафикова Г. Ф. Сравнительная характеристика микобиот почв разных типов при загрязнении нефтью и биорекультивации // Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. – Уфа: Башкирский государственный университет. 2009. 24 с.
23. Терехова В. А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. – Москва: Наука, 2007. 215 с.
24. Garzoli L., Gnani G., Tamma F., Tosi S., Varese Gi. C., Picco A. M. Sink or swim: Updated knowledge on marine fungi associated with wood substrates in the Mediterranean Sea and hints about their potential to remediate hydrocarbons // *Progress in Oceanography*. 2015 URL: <https://www.researchgate.net/publication/278160688> (18.07.2018).
25. Reyes A. S., Rodríguez Y. D., García R. A. B., Samón-Legrá E., Lavandera D. E., Díaz S. A., Cruz A. L. M. Comportamiento fisiológico del basidiomicete marino (IMBR RAS), (Basidiomycota: Agaricales) en presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos // *Serie Oceanológica*. 2012. no. 10, pp. 30–41.
26. Index Fungorum [Electronic resource]. Available at: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (18.07.2018).
27. MycoBank [Electronic resource]. Available at: <http://www.mycobank.org/> (18.07.2018).

Aquatic Mycobiota of the Nature Reserve (Zakaznik) “Kazachya Bay” (Black Sea, Crimea)

Kopytina N. I.

*A. O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of the Russian Academy of Sciences
Sevastopol, 299011, Russian Federation
e-mail: kopytina_n@mail.ru*

Abstract

On the base of origin and literature data the inventory and taxonomic revision of micobiota of the regional nature reserve (zakaznik) “Kazachya Bay” are summarized. The annotated list of 138 species in 73 genera and 41 families of Basidiomycota (2 species), Ascomycota (123 species), Zygomycota (9 species), Chytridiomycota (1 species), Oomycota (1 species), and Labyrinthulomycota (2 species) is presented. Among them, 33 species have been detected in the sea foam, 36 species in water, 73 species in sediments, 13 species on fouling glasses, 20 species on macro algae, 21 ones on sea grass, 18 species on the skin of bottlenose dolphins, 12 species on oyster shells, and 29 species on dead wood. Eurytopic aquatic fungi (107 species) are more common in the bay than obligate marine fungi (31 species).. According to literature data, micromycetes having the greatest functional activity in aquatic ecosystems have been identified. These are opportunistic, phyto- and zoopathogenic fungi tolerant to different types of contaminants (biodestructors). Biogeographically boreal-tropical fungi (42,7 %) and cosmopolite species (37,7 %) predominant.

Keywords: aquatic micromycetes, nature reserve, regional zakaznik, Kazachya Bay, Crimean Peninsula, Sevastopol, Black Sea

References

1. *Kadastrovyuy otchet po OOPT gosudarstvennyy prirodnyy obshchezoologicheskiiy zakaznik regional'nogo znacheniya "Bukhta Kazach'ya", Sostavlen IAS «OOPT Rossii»* [The cadastral report on the protected areas of the state natural regional and zoological reserve of regional significance

- "Kazach'ya Bay", Compiled by the IAS "SPNT of Russia", 6 p. viewed 18 July 2018, from <http://oopt.aari.ru/oopt/>.
2. Belyayeva O. I., Tarasyuk Ye. Ye., Marchenko A. D., Voznyuk O. G., 2016, Otsenka zagryazneniya musorom, postupayushchim v beregovuyu chast' zakaznika «Bukhta Kazach'ya» [Assessment of pollution by garbage entering the coastal part of the reserve "Kazachya Bay"], in *Zapovedniki Kryma – 2016: biologicheskoye i landshaftnoye raznoobrazie, okhrana i upravleniye: tezisy dokladov VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Simferopol'*, 28–30 aprelya 2016 g. [The Nature Reserves of the Crimea – 2016. Biological and Landscape Diversity, Conservation and Management. Proceedings of the VIII International Scientific-Practical Conference, 28–30 April, 2016, Simferopol, Published in the author's edition], p. 12, KFU, Simferopol.
 3. *O proyekte Skhemy razvitiya OOPT goroda Sevastopolya* [About the project of the development of protected areas of the city of Sevastopol], viewed 18 July 2018, from URL: <http://ecosev.ru/deyatelnost/obshchestvennost/1556-protokol-zasedaniya-obshchestvennogo-sovetapri-sevprirodnadzore-3-ot-23-06-2017-g> (22.11.2018).
 4. Pivkin M. V., Kuznet'sova T. A., Sova V. V., 2006, *Morskiye griby i ikh metabolity* [Marine Fungi and their Metabolites], 247 p., Dalnauka, Vladivostok.
 5. Artemchuk N. Ya., 1981, *Mikoflora morey SSSR* [Mycoflora of the seas of the USSR], 190 p., Nauka, Moscow, viewed 18 July 2018, from URL: <http://www.nehudlit.ru/books/mikroflora-morey-sssr.html>.
 6. Andreyeva N. A., Kopytina N. I., 2015, Al'goflora i mikrobiota morskogo perifitona v mestakh soderzhaniya del'finov afalin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) [Marine periphytonic algae-vegetation and fungi in capture places of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821)], *Ekosistemy* [Ecosystems], issue 1, pp. 21–29.
 7. Kopytina N. I., 2018, *Corollospora intermedia* и *Nia globospora* [as '*Nia globispora*'] — novyye dlya Chornogo morya vidy morskikh gribov [*Corollospora intermedia* and *Nia globospora* [as '*Nia globispora*']], — marine fungi new for the Black Sea, *Marine Biological Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 46–52. Doi: 10.21072/mbj.2018.03.1.05.
 8. Kopytina N. I., Lebedovskaya M. V., 2014, Mikromitsety — epibionty gigantskoy ustritsy *Crassostrea gigas*, kul'tiviruyemoy v Chornom more [Epibiotic Micromycetes in a Giant Oyster *Crassostrea gigas*, Cultivated in the Black Sea], *Marine ecological journal*, vol. 13, no. 2, pp. 41–44.
 9. Lebedovskaya M. V., Belofastova I. P., 2008, Parazity i zabolevaniya ustrits *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) i *Ostrea edulis* (Linne, 1758) v Chornom more [Parasites and Diseases of Oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) and *Ostrea edulis* (Linne, 1758) in Black Sea], in K. V. Galaktionov and A. A. Dobrovolskiy (eds.), *Parazitologiya v XXI veke – problemy, metody, resheniya*, *Materialy IV Vseros. S'yezda parazitologicheskogo obshchestva pri Rossiyskoy akademii nauk. Sankt-Peterburg, 20–25 oktyabrya 2008 g.* [K. V. Galaktionov and A. A. Dobrovolskiy (eds.), "Parasitology in XXI century – problems, methods, solutions", Proceedings of the IV Congress of the Russian Society of Parasitologists, Russian Academy of Sciences, 20–25 October 2008, Sankt-Peterburg], vol. 2, pp. 122–126, Lema, Sankt-Peterburg.
 10. Pirkova A. V., 2002, Porazhonnost' chernomorskikh ustrits rakovinnoy bolezn'yu. Profilaktika i selektsiya na ustoychivost' k zabolevaniyu [Affection of Black Sea Oysters with the Shell Oyster Disease: Prophylaxis and Selecting Resistant Oysters], *Rybnoye khozyaystvo Ukrainy* [Fishery of Ukraine], no. 3–4, pp. 45–47.
 11. Smyrnova L. L., 2010, Kompleksy geterotrofnikh mikroorganizmov pribrezhnogo melkovod'ya bukhty Kazach'ya (Chornoye more) [Associations of the heterotrophic microorganisms in the coastal biotopes of Kazachia Bay (Black Sea)], *Marine ecological journal*, vol. 9, no. 2, pp. 81–88.
 12. Smirnova L. L., Kopytina N. I., Teliga A. V., 2012, Mikrobiota kozhi afalin (*Tursiops truncatus*), morskoy vody i donnykh otlozheniy v pribrezhnykh vol'yerakh (Chornoye more, Sevastopol')

- [Microbiota from the bottlenose dolphins' (*Tursiops truncatus*) skin, seawater, and bottom sediments in the coastal marine enclosure (Black Sea, Sevastopol)], in *Morskiye mlekopitayushchiye Golarktiki: Collection of scientific papers, VII Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, 24–28 sentyabrya 2012 g. Suzdal', Rossiya Sostavitel': A. N. Boltunov* [Proceedings of the Seventh International Conference, "Marine mammals of the Holarctic": Collection of scientific papers Compiled by Boltunov A. N., September 24–28, 2012, Suzdal, Russia,], vol. 2, pp. 239–244, Sovet po morskim mlekopitayushchim [Marine mammal Council], Moscow.
13. Kuftarkova Ye. A., Rodionova N. Yu., Gubanov V. I., Bobko N. I., 2008, *Gidrokhimicheskaya kharakteristika otdel'nykh bukht Sevastopol'skogo vzmor'ya* [Hydrochemical characteristics of individual bays of the Sevastopol seashore], *Trudy YUGNIRO* [Proceedings of YuGNIRO], vol. 46, pp. 110–117.
 14. De Hoog G. S., Guarro J., Gene J., Figueras M. J., 2000, *Atlas of clinical fungi*, 1126 p., Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), Utrecht.
 15. Hyde K. D., Pointing S. B., 2000, *Marine mycology. A Practical Approach*, 370 p., Fungal Diversity Press, Hong Kong.
 16. Kohlmeyer J., Kohlmeyer E., 1979, *Marine Mycology. The Higher Fungi*, 690 p., Academic Press, New York.
 17. Gryshko V. M., Korinovska O. N., 2012, *Ustoychivost' mikromitsetov k sovместnomu deystviyu tyazhelykh metallov Micromycetes Stability to the Heavy Metals Compounds Joint Action*, *Mikrobiologiya i biotekhnologiya* [Microbiology and Biotechnology], no. 3, pp. 82–90.
 18. Zachinyayev Ya. V., Zachinyayeva A. V., 2011, *Mikologicheskaya indikatsiya pochv Noril'skogo promyshlennogo rayona* [Mycological indication of soils in the Norilsk industrial region], *Novainfo.ru*, no. 7–1, pp. 2–9, 22.11.2011, URL: <https://novainfo.ru/article/1380>.
 19. Marfenina O. Ye., 2005, *Antropogennaya ekologiya pochvennykh gribov* [Anthropogenic ecology of soil fungi], 195 p., Meditsina dlya vseh, Moscow.
 20. Novozhilova M. I., Popova L. E., 1980, *Griby-saprofity Kaspiyskogo morya* [Saprophytic fungi from the Caspian sea], *Hydrobiological Journal*, vol. 16, no. 5, pp. 37–44.
 21. Pivkin M. V., Khudyakova Yu. V., Kuznetsova T. A., Smetanina O. F., Polokhin O. V., 2005, *Griby akvapochv pribrezhnykh akvatoriy Yaponskogo morya v yuzhnoy chasti Primorskogo kraya* [Fungi from Aquasoils of Coastal Waters of the South Part of Primorye Territory (the Sea of Japan)], *Mycology and Phytopathology*, vol. 39, no. 6, pp. 50–61.
 22. Rafikova G. F., 2009, *Sravnitel'naya kharakteristika mikobiot pochv raznykh tipov pri zagryaznenii neft'yu i biorekul'tivatsii* [Comparative Characterization of Mycobiotics of Soils of Different Types Under Oil Pollution and Bioremediation], Avtoreferat diss. na soiskaniye uch. stepeni kand. biol. Nauk [Extended abstract of candidate's thesis], Ph.D. Thesis, 24 p., Bashkir State University, Ufa.
 23. Terekhova V. A., 2007, *Mikromitsety v ekologicheskoy otsenke vodnykh i nazemnykh ekosistem* [Micromycetes in ecological evaluation of aquatic and terrestrial ecosystems], 215 p., Nauka, Moscow.
 24. Garzoli L., Gnani G., Tamma F., Tosi S., Varese Gi. C., Picco A. M., 2015, Sink or swim: Updated knowledge on marine fungi associated with wood substrates in the Mediterranean Sea and hints about their potential to remediate hydrocarbons. *Progress in Oceanography*, 2015, viewed 18 July 2018, from <https://www.researchgate.net/publication/278160688>.
 25. Reyes A. S., Rodríguez Y. D., García R. A. B., Samón-Legrá E., Lavandera D. E., Díaz S. A., Cruz A. L. M., 2012, Comportamiento fisiológico del basidiomicete marino *Nia vibrissa* (Basidiomycota: Agaricales) en presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos, *Serie Oceanológica*, no. 10, pp. 30–41.
 26. *Index Fungorum*, viewed 18 July 2018, from <http://www.indexfungorum.org/names/>.
 27. *Mycobank*, viewed 18 July 2018, <http://www.mycobank.org/>.

Приложение. Аннотированный список водной микобиоты заказника «Бухта Казачья»

Supplementary material. Annotated List of the Aquatic Mycobiota of the Kazach'ya Bay Nature Reserve (Zakaznik)

Сокращения: ФМ – факультативно морской вид, ОМ – облигатно морской, МС – меланосодержащая форма, ОП – оппортунистический, ЦД – целлюлозодеструктор, П – пресные воды, М – морские воды, ПиМ – пресные и морские воды, СО – соляные озера, БА – бореально-арктический вид, Б – бореальный, БТ – бореально-тропический, К – космополит; помечены звездочкой (*) 55 видов грибов, выявленных автором.

Kingdom FUNGI Bartling, 1830

Phylum BASIDIOMYCOTA R. T. Moore, 1980

Class AGARICOMYCETES Doweld, 2001

Order Agaricales Underw., 1899

Family Niaceae Jülich, 1982

Genus *Nia* R. T. Moore et Meyers, 1961

1. * *N. vibrissa* R. T. Moore et Meyers, 1961; лигнотрофный, на перьях птиц, ОМ, М, К, утилизирует нефть.
2. * *N. globospora* Basilio et Baptista-Ferreira., 1997; лигнотрофный, на перьях птиц ОМ, М, БТ.

Phylum ASCOMYCOTA Whittaker, 1959

Class SORDARIOMYCETES O.E. Erikss. et Winka, 1997

Order Sordariales Chadeff. ex D. Hawksw. et O. E. Erikss., 1986

Family Chaetomiaceae G. Winter, 1885

Genus *Chaetomium* Kunze, 1817

3. * *C. cochliodes* Palliser, 1910; на створках *Crassostrea gigas*, ФМ, ОП, МС, ПиМ, Б.
4. *C. indicum* Corda, 1840; водоросль *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, Б.
5. * *C. globosum* Kunze, 1817; планктонный, бентосный, перифитонный, на *Zostera marina*, створках *C. gigas*, ФМ, ОП, ЦД, МС, ПиМ, К, толерантный к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами: Cu, Cd, Ni, Zn, Pb.
6. *C. minutum* Krzemien. et Badura, 1954; планктонный, бентосный, ФМ, ОП, МС, ЦД, ПиМ, БТ.

Family Sordariaceae G. Winter, 1885

Genus *Neurospora* Shear et B. O. Dodge, 1927

7. * *N. sitophila* Shear et B. O. Dodge, 1927; планктонный, перифитонный, на коже дельфинов, ФМ, МС, ПиМ, Б.

Order Torpedosporales E. B. G. Jones, Abdel-Wahab et K. L. Pang, 2015

Family Torpedosporaceae E. B. G. Jones et K. L. Pang, 2014

Genus *Torpedospora* Meyers, 1957

8. * *T. radiata* Meyers, 1957; лигнотрофный, ОМ, М, БТ.

Order Glomerellales Chadeff. ex Réblová, W. Gams et Seifert, 2011

Family Plectosphaerellaceae W. Gams, Summerb. et Zare, 2007

Genus *Verticillium* Nees, 1816

9. *V. albo-atrum* Reinke et Berthold, 1879; планктонный, бентосный, ФМ, ПиМ, Б, фитопатогенный.
10. *V. cellulosa* Dasz., 1912; планктонный, бентосный, ФМ, ПиМ, Б, фитопатогенный.

Order Microascales Luttr. ex Benny et R. K. Benj., 1980

Family Halosphaeriaceae E. Müll. et Arx ex Kohlm., 1972

Genus *Ceriosporopsis* Linder, 1944

11. * *C. halima* Linder, 1944; пена, лигнотрофный, ОМ, М, К, слабо разлагает сырую нефть и нефтепродукты.

Genus *Cirrenalia* Meyers et R. T. Moore, 1960

12. * *C. basiminuta* Raghuk. et Zainal, 1988; лигнотрофный, ОМ, М, БТ.
 13. * *C. macrocephala* (Kohlm.) Meyers et R. T. Moore, 1960; лигнотрофный, на коже дельфинов, створках *C. gigas*, ОМ, М, БТ.

Genus *Corollospora* Werderm., 1922

14. * *C. intermedia* E.B.G. Jones, 1970; пена, лигнотрофный, псаммофильный, ОМ, М, К, образует плодовые тела на синтетических материалах, стекле.
 15. * *C. maritima* Werderm., 1922; пена, лигнотрофный, псаммофильный, ОМ, ПиМ, К, образует плодовые тела на синтетических материалах, стекле, разлагает сырую нефть, нефтепродукты.
 16. * *C. trifurcata* (Höhnk) Kohlm., 1962; пена, лигнотрофный, псаммофильный, ОМ, М, К, образует плодовые тела на синтетических материалах, стекле.

Genus *Halosphaeria* Linder, 1944

17. * *H. appendiculata* Linder, 1944; пена, лигнотрофный, ОМ, М, БТ.
 18. * *H. quadri-remis* (Höhnk) Kohlm., 1972; пена, лигнотрофный, ОМ, М, БТ.

Genus *Halosphaeriopsis* T. W. Johnson, 1958

19. * *H. mediosetigera* (Cribb et J. W. Cribb) T. W. Johnson, 1958 (анаморфа: *Trichocladium achrasporum* (Meyers et R. T. Moore) M. Dixon ex Shearer et J. L. Crane, 1971; пена, лигнотрофный, бентосный, ОМ, М, К.

Genus *Remispora* Linder, 1944

20. * *R. maritima* Linder, 1944; пена, лигнотрофный, ОМ, М, БТ.
 21. * *R. quadriremis* (Höhnk) Kohlm., 1960; пена, лигнотрофный, планктонный, бентосный, на створках *C. gigas*, ОМ, М, БТ.

Family Microascaceae Luttr. ex Malloch, 1970**Genus *Pseudallescheria* Negr. et I. Fisch., 1944**

22. * *P. boydii* (Shear) McGinnis, A. A. Padhye et Ajello, 1982; планктонный, бентосный, на створках *C. gigas*, ФМ, ПиМ, К, зоо-патогенный, разлагает сырую нефть и нефтепродукты.

Order Hypocreales Lindau, 1897**Family Hypocreaceae De Not., 1844****Genus *Acrostalagmus* Corda, 1838**

23. *A. albus* Preuss, 1851; бентосный, ФМ, ПиМ, Б.
 24. *A. luteoalbus* (Link) Zare, W. Gams et Schroers, 2004; бентосный, на *Z. marina*, ФМ, ЦД, ПиМ, СО, Б.

Genus *Gliocladium* Corda, 1840

25. *G. zaleskii* Pidopl. 1953; бентосный, ФМ, ЦД, ПиМ, БТ.

Genus *Hypomyces* (Fr.) Tul. et C. Tul., 1860

26. *H. chrysospermus* Tul. et C. Tul., 1860; бентосный, на *Z. marina*, водоросли *Stilophora rhizodes*, ФМ, ПиМ, Б, фитопатогенный.

Genus *Sphaerostilbella* (Henn.) Sacc. et D. Sacc., 1905

27. *S. penicillioides* (Corda) Rossman, L. Lombard et Crous, 2015; бентосный, ФМ, ПиМ, Б.

Genus *Trichoderma* Pers., 1794

28. *T. citrinum* (Pers.) Jaklitsch, W. Gams et Voglmaier, 2014; бентосный, на водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ПиМ, К.
 29. *T. koningii* Oudem., 1902; планктонный, бентосный ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, СО, К, толерантный к загрязнению нефтью и фтором.
 30. *T. viride* Pers., 1794; пена, планктонный, бентосный на водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, К, толерантный к загрязнению нефтью и фтором.

Family Bionectriaceae Samuels et Rossman, 1999**Genus *Clonostachys* Corda, 1839**

31. * *C. rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert et W. Gams, 1999; бентосный, ФМ, ПиМ, БТ, толерантный к загрязнению фтором, выделен из донных отложений урбанизированных районов Японского моря, Россия.

Family Nectriaceae Tul. et C. Tul., 1865

Genus *Fusarium* Link, 1809

32. *F. aquaeductuum* (Radlk. et Rabenh.) Gräfenhan, Seifert et Schroers, 2011; бентосный, ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, БТ.
33. *F. chlamydosporum* Wollenw. et Reinking, 1925; бентосный, ФМ, ОП, ПиМ, БТ.
34. *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., 1892; бентосный, ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, БТ.
35. *F. fujikuroi* Nirenberg, 1976; планктонный, бентосный, ФМ, ОП, ПиМ, БТ, толерантный к загрязнению нефтью и фтором.
36. *F. gibbosum* Appel et Wollenw., 1910; планктонный, бентосный, на морской траве *Ruppia sp.*, водорослях *Sphacelaria cirrhosa*, *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, Б, фитопатогенный.
37. *F. incarnatum* (Desm.) Sacc., 1886; пена, ФМ, ОП, ПиМ, БТ, фитопатогенный.
38. *F. oxysporum* Schltdl., 1824; планктонный, ФМ, ОП, ПиМ, К, фитопатогенный, толерантный к загрязнению фтором, в урбанизированных районах.
39. *F. sporotrichioides* Sherb., 1915; планктонный, ФМ, ОП, П, К.

Genus *Neocosmospora* E. F. Sm., 1899

40. *N. solani* (Mart.) L. Lombard & Crous, 2015; пена, планктонный, бентосный, ФМ, ОП, ПиМ, К, толерантный к загрязнению полисапробными коммунально-промышленными стоками, фтором.

Genus *Septofusidium* W. Gams, 1971

41. *S. elegantulum* (Pidopl.) W. Gams, 1971; бентосный, ФМ, ПиМ, Б.

Family *Stachybotryaceae* L. Lombard et Crous, 2014**Genus *Stachybotrys* Corda, 1837**

42. * *S. chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, 1958; планктонный, бентосный, перифитонный, на *Z. noltii*, на водоросли *Chondria tenuissima*, ФМ, МС, ЦД, ПиМ, СО, БТ, разлагает сырую нефть и нефтепродукты.

Family *Incertae sedis***Genus *Acremonium* Link, 1809**

43. *A. charticola* (Lindau) W. Gams, 1971; планктонный, бентосный, ФМ, ОП, ПиМ, К, толерантный к загрязнению коммунально-промышленными стоками, выделен из донных отложений урбанизированных районов Японского моря.
44. *A. felinum* (Marchal) Kiyuna, K. D. An, R. Kigawa et Sugiy., 2010; планктонный, ФМ, ОП, ПиМ, БТ.
45. *A. rutilum* W. Gams, 1971; планктонный, ФМ, ОП, ПиМ, СО, К.
46. *A. spinosum* (Negroni) W. Gams, 1971; планктонный, бентосный, ФМ, ПиМ, К, фитопатогенный.

Genus *Cephalosporium* Corda, 1839

47. *C. atrum* (Corda) Pidopl., 1953; планктонный, ФМ, ОП, ПиМ, БТ.
48. *C. coremioides* Ralillo, 1929; планктонный, бентосный, на *Ruppia sp.*, ФМ, ОП, ПиМ, Б.
49. *C. coremioides* Ralillo, 1929; на *Z. noltii*, ФМ, ОП, ПиМ, Б.

Genus *Emericellopsis* J. F. H. Beuma, 1940

50. *E. maritima* Beliakova, 1970; пена, лигнотрофный, бентосный, ОМ, М, Б.

Genus *Sarocladium* W. Gams et D. Hawksw., 1976

51. * *S. kiliense* (Grütz) Summerb., 2011; кожа дельфинов, на *Z. marina*, ФМ, ОП, ПиМ, К, фитопатогенный.
52. *S. strictum* (W. Gams) Summerb., 2011; планктонный, бентосный, на водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ЦД, ПиМ, СО, БТ, толерантный к загрязнению полисапробными коммунально-промышленными стоками.

Genus *Trichothecium* Link, 1809

53. *T. roseum* (Pers.) Link, 1809; на *Ruppia sp.*, ФМ, ПиМ, К.

Order *Lulworthiales***Family *Lulworthiaceae*****Genus *Zalerion* R. T. Moore et Meyers, 1962**

54. * *Z. maritima* (Linder) Anastasiou, 1963; пена, лигнотрофный, ОМ, БТ, МС, М, К.
55. * *Z. varium* Anastasiou, 1963; пена, лигнотрофный, перифитонный, ОМ, БТ, МС, М, К.

Family Incertae sedis**Genus *Moromyces* Abdel-Wahab, K. L. Pang, Nagah., Abdel-Aziz et E. B. G. Jones, 2010**

56. * *M. varius* (Chatmala et Somrith.) Abdel-Wahab, K. L. Pang, Nagah., Abdel-Aziz et E. B. G. Jones 2010; лигнотрофный, ОМ, М, БТ.

Genus *Moheitospora* Abdel-Wahab, Abdel-Aziz et Nagah., 2010

57. * *Moheitospora* sp.; лигнотрофный, на коже дельфинов, ОМ, М, БТ.

Order Incertae sedis**Family Cephalothecaceae****Genus *Phialemonium* W. Gams et McGinnis, 1983**

58. * *P. atrogriseum* (Panas.) Dania García, Perdomo, Gené, Cano et Guarro, 2013; на коже дельфинов, ФМ, ОП, ПИМ, СО, Б, утилизирует нефтепродукты.

Family Incertae sedis**Genus *Juncigena* Kohlm., Volkm.-Kohlm. et O. E. Erikss., 1997**

59. * *J. adarca* Kohlm., Volkm.-Kohlm. et O. E. Erikss., 1997; лигнотрофный, ОМ, МС, М, БТ.

Class DOTHIDEOMYCETES**Order Pleosporales****Family Pleosporaceae****Genus *Alternaria* Nees, 1816**

60. * *A. alternata* (Fr.) Keissl., 1912; пена, планктонный, бентосный, перифитонный, на *Z. marina*, на водорослях *Sphacelaria cirrhosa*, *Polysiphonia subulifera*, *Cystoseira barbata*, на створках *C. gigas*, ФМ, ОП, ЦД, С, МС, ПИМ, СО, К, толерантный к загрязнениям транспортным и полисапробными коммунально-промышленными стоками, известкованию, тяжелыми металлами: Cu, Cd, Ni, Zn, Pb.

61. * *A. maritima* G. K. Sutherl., 1916; планктонный, на *Z. marina*, водоросли *Ulva lactuca*, ОМ, ОП, МС, М, Б.

62. * *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, 1933; пена, перифитонный, планктонный, бентосный, на водоросли *Sphacelaria cirrhosa*, ФМ, ОП, ЦД, МС, ПИМ, СО, К, фитопатогенный.

Genus *Bipolaris* Shoemaker, 1959

63. * *B. variabilis* Y. Marín, Y. P. Tan et Crous, 2017; пена, ФМ, ПИМ, БТ, фитопатогенный.

Genus *Drechslera* S. Ito, 1930

64. * *D. andersenii* A. Lam, 1986; планктонный, бентосный, кожа дельфинов, ФМ, МС, ПИМ, К, фитопатогенный.

Genus *Macrosporium* Fr., 1832

65. *M. laminarianum* G. K. Sutherl., 1916; бентосный, на водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, МС, ПИМ, БТ, фитопатогенный.

Genus *Paradendryphiella* Woudenb. et Crous, 2013

66. *P. arenariae* (Nicot) Woudenb. et Crous, 2013; лигнотрофный, бентосный, ОМ, МС, ПИМ, К.

Genus *Stemphylium* Wallr., 1833

67. * *S. sarciniforme* (Cavara) Wiltshire, 1938; пена, лигнотрофный, планктонный, бентосный, перифитонный, ФМ, МС, ПИМ, БТ, фитопатогенный

Family Didymellaceae Gruyter, Aveskamp et Verkley, 2009**Genus *Epicoccum* Link, 1816**

68. * *E. nigrum* Link, 1816; пена, лигнотрофный, ФМ, МС, ПИМ, БТ.

Family Torulaceae Corda, 1829**Genus *Torula* Pers., 1795**

69. *T. herbarum* (Pers.) Link, 1809; кожа дельфинов, ФМ, МС, П, К, дрожжевой гриб.

Family Dictyosporiaceae Boonmee et K. D. Hyde, 2016**Genus *Dictyosporium* Corda, 1836**

70. * *D. pelagicum* (Linder) G. C. Hughes ex E.B.G. Jones, 1963; пена, лигнотрофный, ОМ, МС, М, БТ.

Family Didymellaceae Gruyter, Aveskamp et Verkley, 2009**Genus *Didymella* Speg., 1879**

71. *D. glomerata* (Corda) Qian Chen et L. Cai, 2015; планктонный, ФМ, ПиМ, БТ, фитопатогенный.

Family Massarinaceae Munk, 1956

Genus Helminthosporium Link, 1809

72. *H. bondarzewii* Pidopl., 1950; бентосный, на *Z. marina*, на водорослях *Polysiphonia elongata*, *Cystoseira barbata*, ФМ, ЦД, МС, ПиМ, БТ, фитопатогенный.

Genus Phoma Fr., 1821

73. *P. herbarum* Westend., 1852; бентосный, ФМ, ОП, МС, МС, ПиМ, БТ, толерантный к загрязнению полисапробными коммунально-промышленными стоками.

Genus Westerdykella Stolk, 1955

74. *W. capitulum* (Panwar, P. N. Mathur & Thirum.) Gruyter, Aveskamp & Verkley, 2013; планктонный, ФМ, ОП, ЦД, МС, ПиМ, БТ.

Genus Xenodidymella Qian Chen et L. Cai, 2015

75. *X. humicola* (J. C. Gilman et E. V. Abbott) Qian Chen et L. Cai, 2015; бентосный, ФМ, ПиМ, БТ, фитопатогенный, толерантный к нефтяному загрязнению

Family Leptosphaeriaceae M. E. Barr, 1987

Genus Leptosphaeria Ces. et De Not., 1863

76. * *L. orae-maris* Linder, 1944; лигнотрофный, ОМ, ОП, МС, М, БТ.

Order Capnodiales Woron., 1925

Family Cladosporiaceae Castell. et R. G. Archibald, 1915

Genus Cladosporium Link, 1816

77. * *C. cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, 1952; пена, планктонный, бентосный, на коже дельфинов, ФМ, ОП, МС, СО, ПиМ, К, толерантный к загрязнениям транспортным, полисапробными коммунально-промышленными стоками, нефтью, известкованию и металлами: Co, Cr, Cu, Ni, Mn, Zn, Cd, Pb, Sr, Fe.

78. *C. herbarum* (Pers.) Link, 1816; пена, планктонный, бентосный, перифитонный, на коже дельфинов, на травах *Z. marina*, *Z. noltii*, *Ruppia* sp., водорослях *Polysiphonia subulifera*, *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ЦД, МС, ПиМ, К, толерантный к загрязнению полисапробными коммунально-промышленными стоками и фтору.

79. *C. sphaerospermum* Penz., 1882; пена, бентосный, ФМ, ЦД, МС, ПиМ, К.

Family Piedraiaceae Woron., 1925

Genus Chromelosporium Corda, 1833

80. *C. fulvum* (Link) McGinty, Hennebert et Korf, 1975; на *Z. marina*, на водоросли *Polysiphonia subulifera*, ФМ, ОП, ПиМ, БТ.

Order Dothideales Lindau, 1897

Family Saccoteciaceae Bonord., 1864

Genus Aureobasidium Viala et G. Boyer, 1891

81. *A. pullulans* (de Bary et Löwenthal) G. Arnaud, 1918; планктонный, на *Z. marina*, водоросли *Polysiphonia subulifera*, ФМ, ОП, МС, ПиМ, СО, К, толерантный к загрязнению нефтью, транспортному и фтору, дрожжевой гриб.

Class EUROTIOMYCETES O. E. Erikss. et Winka, 1997

Order Chaetothyriales M. E. Barr, 1987

Family Herpotrichiellaceae Munk, 1953

Genus Phialophora Medlar, 1915

82. *P. repens* (R. W. Davidson) Conant, 1937; пена, ФМ, ПиМ, БТ.

Order Eurotiales G. W. Martin ex Benny et Kimbr., 1980

Family Aspergillaceae Link, 1826

Genus Aspergillus P. Micheli, 1729

83. *A. alliaceus* Thom et Church, 1945; бентосный, ФМ, ОП, ПиМ, БТ

84. *A. candidus* Link, 1809; бентосный, ФМ, ОП, ПиМ, СО, БТ.

85. * *A. carneus* Blochwitz, 1933; пена, на коже дельфинов. ФМ, ОП, ПиМ, СО, БТ.

86. * *A. clavatonanicus* Bat., N. Maia et Alecrim, 1955; на коже дельфинов, ФМ, ОП, ПиМ, СО, БТ.

87. *A. flavipes* (Bainier et R. Sartory) Thom et Church, 1926; планктонный, бентосный ФМ, ОП, ПиМ, К.

88. * *A. flavus* Link, 1809; планктонный, бентосный, на коже дельфинов, *Z. marina*, водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, ЦД, ПИМ, СО, К, фито- и зоо-патогенный, утилизирует нефть в урбанизированных районах.
89. *A. fumigatus* Fresen., 1863; бентосный, ФМ, ЦД, ПИМ, СО, К, зоо-патогенный, толерантный к нефтяному и транспортному загрязнению в урбанизированных районах.
90. *A. glaucus* (L.) Link, 1809; планктонный, бентосный ФМ, ОП, ПИМ, К.
91. *A. hollandicus* Samson et W. Gams, 1986; бентосный, ФМ, ПИМ, БТ.
92. * *A. niger* Tiegh., 1867; пена, планктонный, бентосный, перифитонный, на *Z. marina*, водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, МС, ПИМ, СО, К, утилизирует нефть, устойчив к транспортному загрязнению тяжелыми металлами Сб, Рв в урбанизированных районах.
93. *A. ochraceus* G. Wilh., 1877; пена, бентосный, ФМ, ОП, ПИМ, СО, ТБ.
94. *A. repens* (Corda) Sacc., 1882; бентосный, ФМ, ОП, ПИМ, СО, К.
95. *A. sydowii* (Bainier et Sartory) Thom et Church, 1926; пена, планктонный, бентосный ФМ, ОП, ПИМ, СО, К, зоопатоген.
96. *A. versicolor* (Vuill.) Tirab., 1908; планктонный, бентосный ФМ, ОП, ЦД, ПИМ, СО, К, толерантный к загрязнению фтором.
97. *A. ustus* (Bainier) Thom et Church, 1926; бентосный, ФМ, ОП, ЦД, ПИМ, СО, К, толерантный к полизагрязнениям промышленных регионов.

Genus *Penicillium* Link, 1809

98. * *P. aurantiogriseum* Dierckx, 1901; планктонный, бентосный, на коже дельфинов, водоросли *Bryopsis plumosa*, ФМ, ОП, ЦД, ПИМ, СО, К, утилизирует нефть, толерантен к загрязнению металлами Со, Сr, Сu, Ni, Mn, Zn, Cd, Pb, Sr, Fe и F, выявлен из донных отложений урбанизированных районов Японского моря, Россия.
99. *P. brevicompactum* Dierckx, 1901; планктонный, бентосный, на *Z. marina*, *Ruppia* sp., водорослях *Polysiphonia subulifera*, *Stilophora rhizodes*, *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ЦД, ПИМ, СО, К, утилизирует нефть, толерантный к загрязнению полисапробными коммунально-промышленными стоками.
100. *P. canescens* Sopp, 1912; планктонный, на водорослях *Stilophora rhizodes*, *Ulva lactuca*, ФМ, ОП, ПИМ, Б, толерантный к нефтяному загрязнению.
101. *P. chermesinum* Biourge, 1923; планктонный, ФМ, ОП, ПИМ, К.
102. *P. citrinum* Thom, 1910; планктонный, на *Z. marina*, водорослях *Cladophora* spp., *Stilophora rhizodes*, *Bryopsis plumosa*, *Ulva lactuca*, ФМ, ОП, ПИМ, СО, К, разлагает сырую нефть и нефтепродукты, выявлен из донных отложений урбанизированных районов Японского моря, Россия.
103. *P. commune* Thom, 1910; пена, планктонный, бентосный, на *Z. noltii*, водорослях *Sphacelaria cirrhosa*, ФМ, ОП, ПИМ, СО, К.
104. *P. corylophilum* Dierckx, 1901; планктонный, на *Z. marina*, ФМ, ОП, ПИМ, СО, К.
105. *P. decumbens* Thom, 1910; планктонный, бентосный на водоросли *Striaria attenuata*, ФМ, ОП, ЦД, ПИМ, К.
106. *P. dierckxii* Biourge, 1923; планктонный, на водорослях *Stilophora rhizodes*, *Cystoseira barbata*, ФМ, ОП, ПИМ, Б.
107. **P. expansum* Link, 1809; в пене, планктонный, на коже дельфинов, *Z. marina*, водорослях *Cladophora* spp., *Stilophora rhizodes*, *Chondria tenuissima*, *Striaria attenuata*, ФМ, ОП, ПИМ, БА, утилизирует нефть.
108. *P. glabrum* (Wehmer) Westling, 1911; планктонный, бентосный, на *Z. marina*, водоросли *Chondria tenuissima*, ФМ, ОП, ПИМ, БА.
109. *P. restrictum* J. C. Gilman et E. V. Abbott, 1927; планктонный, бентосный, ФМ, ОП, ПИМ, СО, Б, толерантный к нефтяному загрязнению.

Genus *Talaromyces* C. R. Benj., 1955

110. **T. duclauxii* (Delacr.) Samson, N. Yilmaz, Frisvad et Seifert, 2011; на коже дельфинов, ФМ, ОП, ПИМ, Б.
111. *T. funiculosus* (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad et Seifert, 2011; планктонный, бентосный на *Z. marina*, водорослях *Laurencia obtusa*, *Ulva lactuca*, ФМ, ПИМ, Б.

112. *T. rugulosus* (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad et Seifert, 2011; на водорослях *Polysiphonia subulifera*, *Stilophora rhizodes*, ФМ, ПиМ, БТ, утилизирует нефть.
113. *T. variabilis* (Sopp) Samson, N. Yilmaz, Frisvad et Seifert, 2011; планктонный, бентосный на *Z. marina*, *Ruppia* sp., водорослях *Polysiphonia subulifera*, *Chondria tenuissima*, ФМ, ПиМ, БТ, утилизирует нефть.

Order Botryosphaeriales C. L. Schoch, Crous et Shoemaker, 2007

Family Botryosphaeriaceae Theiss. et Syd., 1918

Genus *Diplodia* Fr., 1834

114. *D. thalassia* N. J. Artemczuk, 1980; планктонный, ОМ, МС, М, Б.

Class INCERTAE SEDIS

Family Incertae sedis

Genus *Cumulospora* I. Schmidt, 1985

115. * *C. marina* I. Schmidt, 1985; пена, лигнотрофный, ОМ, МС, М, БТ.

Class LEOTIOMYCETES O. E. Erikss. et Winka, 1997

Order Helotiales Nannf., 1932

Family Sclerotiniaceae Whetzel, 1945

Genus *Botrytis* P. Micheli, 1729

116. * *B. cinerea* Pers., 1801; пена, планктонный, бентосный ФМ, МС, ПиМ, БТ, фитопатогенный.

Order Incertae sedis

Family Incertae sedis

Genus *Scytalidium* Pesante, 1957

117. *S. lignicola* Pesante, 1957; пена, лигнотрофный, ФМ, ОП, МС, ПиМ, БТ, фитопатогенный.

Class SACCHAROMYCETES G. Winter, 1880

Order Saccharomycetales Luerss., 1877

Family Dipodascaceae Engl. et E. Gilg, 1924

Genus *Dipodascus* Lagerh., 1892

118. *D. geotrichum* (E. E. Butler et L. J. Petersen) Arx, 1977; планктонный, бентосный, перифитонный, ФМ, ОП, ПиМ, К, дрожжевой гриб.

Family Pichiaceae Zender, 1925

Genus *Pichia* E.C. Hansen, 1904

119. * *P. fermentans* Lodder, 1932; на коже дельфинов, ФМ, ОП, ПиМ, К, утилизирует нефть, дрожжевой гриб.

Family Incertae sedis

Genus *Candida* Berkhout, 1923

120. * *C. dubliniensis* D. J. Sullivan, Western., K. A. Haynes, Dés. E. Benn. et D. C. Coleman, 1995; кожа дельфинов, ФМ, ОП, ПиМ, К, дрожжевой гриб.

Genus *Diutina* Khunnamw., Lertwatt., Jindam., Limtong et Lachance, 2015

121. * *D. rugosa* (H. W. Anderson) Khunnamw., Jindam., Limtong et Lachance, 2015; на коже дельфинов, ФМ, ОП, ПиМ, К, дрожжевой гриб.

Class INCERTAE SEDIS

Order Incertae sedis

Family Incertae sedis

Genus *Monosporium* Bonord., 1851

122. *M. acuminatum* Bonord., 1851; бентосный, ФМ, МС, ПиМ, БТ, фитопатогенный.

Genus *Monodictys* S. Hughes, 1958

123. * *M. levis* (Wiltshire) S. Hughes, 1958; пена, лигнотрофный, бентопланктонный ФМ, МС, ПиМ, СО, БТ.

Genus *Piricauda* Bubák, 1914

124. * *P. pelagica* T. Johnson, 1958; пена, лигнотрофный, на створках *C. gigas*, ОМ, МС, М, СО, БТ.

Genus *Rhinocladium* Sacc. et Marchal, 1885

125. *R. lignicola* (Sacc.) S. Hughes, 1958; бентосный, на водоросли *Cystoseira barbata*, ФМ, ПиМ, БТ, фитопатогенный.

Phylum ZYGOMYCOTA Moreau, 1954
Class MUCOROMYCETES Doweld, 2001

Order Mucorales Dumort., 1829

Family Cunninghamellaceae Naumov ex R. K. Benj., 1959

Genus *Absidia* Tiegh., 1878

126. *A. spinosa* Lendn., 1907; планктонный, бентосный, перифитонный ОМ, ОП, МС, ПиМ, БТ.

Genus *Cunninghamella* Matr., 1903

127. * *C. echinulata* (Thaxt.) Thaxt. et Blakeslee, 1905; бентосный, на створках *C. gigas*, ФМ, МС, ПиМ, БТ.

Family Mucoraceae Fr., 1821

Genus *Mucor* P. Micheli ex L., 1753

128. *M. piriformis* A. Fisch., 1892; бентосный, на водоросли *Ulva lactuca*, ФМ, ОП, ПиМ, БТ.

129. *M. circinelloides* van Tiegh., 1875; планктонный, бентосный ФМ, ОП, ПиМ, БТ.

130. *M. hiemalis* Wehmer, 1903; в пене, планктонный, ФМ, ОП, ПиМ, К, устойчивы к загрязнению Cd, Pb.

131. *M. racemosus* Bull., 1791; в пене, планктонный, бентосный на водоросли *Ulva lactuca*, ФМ, ОП, ПиМ, К, утилизирует нефть и нефтепродукты.

Family Rhizopodaceae K. Schum., 1894

Genus *Rhizopus* Ehrenb., 1821

132. * *R. arrhizus* A. Fisch., 1892; на створках *C. gigas*, ФМ, ОП, ПиМ, К.

133. *R. microsporus* Tiegh., 1875; планктонный, бентосный ФМ, ОП, ПиМ, К, фитопатогенный.

134. * *R. stolonifer* (Ehrenb.) Vuill., 1902; пена, планктонный, бентосный, перифитонный, гниющие водоросли, ФМ, ОП, МС, ПиМ, К, фитопатогенный.

Phylum CHYTRIDIOMYCOTA Arx, 1967

Class BLASTOCLADIOMYCETES Doweld, 2001

Order Blastocladales H. E. Petersen, 1909

Family Blastocladiaceae H. E. Petersen, 1909

Genus *Allomyces* E. J. Butler, 1911

135. * *A. arbusculus* E. J. Butler, 1911; перифитонный, ФМ, П, БТ.

Kingdom CHROMISTA Caval.-Sm., 1981

Phylum OOMYCOTA Arx, 1967

Class PERONOSPORA

Order Incertae sedis

Family Incertae sedis

Genus *Ostracoblabe* Bornet et Flahault, 1891

136. *O. implexa* Bornet et Flahault, 1891; эктопаразит устриц *Ostrea edulis*, *O. lamellosa* и *C. gigas*, вызывает эпизоотию раковинной болезни с летальным исходом, ОМ, М, БТ.

Phylum LABYRINTHULOMYCOTA Whittaker, 1969

Class LABYRINTHULOMYCETES Arx, 1970

Order Thraustochytriales Sparrow, 1973

Family Thraustochytriaceae Sparrow ex Cejp, 1959

Genus *Monorhizochytrium* K. Doi et D. Honda, 2017

137. *M. globosum* (Kobayasi et M. Ôkubo) K. Doi et D. Honda, 2017; планктонный, бентосный, ОМ, М, БТ, фитопатогенный.

Genus *Ulkenia* A. Gaertn., 1977

138. *U. amoeboides* (Bahnweg et Sparrow) A. Gaertn. ex M. W. Dick, 2001; на *Z. marina* планктонный, бентосный ОМ, М, БТ, фитопатогенный.

Работа подготовлена по теме государственного задания Института морских биологических исследований РАН «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» № 4 АААА-А18-118021350003-6.