

УДК: 574:579.68:582.28(26)

**Ю.П. Зайцев, Н.И. Копытина**

Одесский филиал института биологии южных морей имени А.А. Ковалевского  
НАН Украины, ул. Пушкинская, 37, г. Одесса, 65125, Украина,  
тел.: +38 (048) 725 09 17  
e-mail: yu.zaitsev@paco.net, nade.kopytina@yandex.ru

## ГРИБЫ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

*Дан краткий обзор опубликованных сведений о грибах как о компонентах биоты морей и океанов. Рассмотрено распространение грибов в различных биогеографических зонах и биотопах мирового океана. Показано влияние глубины, температуры, солености воды, характера донных отложений на видовой состав и плотность пропагул грибов. Отмечена роль грибов сапротрофов, паразитов, симбионтов и оппортунистов в экосистемах, а также трофические связи морских грибов и беспозвоночных. Названы некоторые перспективные направления изучения и использования морских грибов для решения научных и прикладных задач.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: грибы, пелагиаль, бенталь, животные.*

Космополитический характер распространения грибов особенно ярко прослеживается на примере их распределения в морях и океанах. Грибы делятся на сапротрофов, паразитов, симбионтов и ассоциантов растений, животных и человека. Они занимают все биотопы галосферы, от поверхности до наибольших глубин, от воздушной супралиторали до сероводородных отложений абиссали, от опресненных участков у побережий до гипергалинных вод изолированных морей и озер. Достигая высокой численности, грибы играют существенную роль в процессах функционирования морских экосистем, потребляя и минерализуя органическое вещество, участвуя в биологическом очищении морской среды, создавая условия для развития биоценозов морских организмов. Споры и гифы грибов, а также обогащенные мицелием целлюлозосодержащие субстраты и детрит служат пищей для многих видов беспозвоночных и молоди рыб [4].

Несмотря на это, грибы в морской среде изучены недостаточно, специалистов в области морской микологии намного меньше, чем того требует познание этой исключительно интересной и важной группы организмов. Например, на Черном море микологические исследования в настоящее время проводятся лишь в Одесском филиале Института биологии южных морей НАН Украины.

Опубликованные в отечественной и зарубежной литературе материалы позволяют составить общее представление о грибах как о компонентах биоты морей и океанов.



### Определение понятия «морские грибы»

По происхождению морские грибы делят на две группы: облигатные — первичноводные грибы (появились в водной среде и остались в ней) и факультативные — вторичноводные грибы (в ходе эволюции мигрировали в пресные воды и на сушу, а затем вновь вернулись в водную среду). Из морской среды выделено около 1500 видов грибов из отделов Oomycota, Chytridiomycota, Zygomycota (низшие грибы), Ascomycota, Basidiomycota и морфологической группы Anamorphic Fungi (высшие мицелиальные грибы), среди них 500 — представители высших облигатно морских грибов. В монографии Хайда и Пойтинга «Marine Mycology» [17] приведен список высших облигатно морских грибов (444 вида): грибы из отдела Ascomycota составляют 81%, отдела Basidiomycota — около 2%, морфологической группы Anamorphic Fungi — 17%.

Описание новых облигатно морских видов продолжается и в настоящее время. Большинство мицелиальных факультативно морских грибов — эвритопные представители родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma*, которые заносятся в море вместе с почвой, растительными, животными субстратами, а также воздушными потоками [1, 10].

В 1999 г. на VII-м Международном симпозиуме по морской и пресноводной микологии в Гонконге предложено в качестве главного критерия при определении морских грибов использовать их способность прорасти и формировать мицелий в естественных морских условиях [13].

### Грибы в различных биогеографических областях мирового океана

В мировом океане грибы распространены во всех биогеографических областях. Облигатные грибы, обитающие в тропических районах, по отношению к температуре воды, делятся на две категории: тропические/субтропические виды и космополиты. Например, из 88 видов микромицетов прибрежных вод Индии, 36 встречаются в умеренной зоне. Тропические/субтропические грибы в экспериментах *in vitro* оптимально развиваются при температурах 35–40 °С, а для популяций грибов-космополитов оптимальный температурный режим роста совпадает с таковым в природных местах обитания [27]. Еще недостаточно изучены грибы арктической и антарктической областей, побережий Южной Америки и Южной Африки. Не исключено, что расширение ареала исследований позволит доказать правомерность утверждения, что грибы, обитающие в умеренных широтах, являются космополитами [18].

### Грибы в пелагиали

Споры и обрывки мицелия грибов обнаружены от поверхностной пленки воды до больших глубин (4610 м), а в таком водоёме, как Черное море грибы выявлены даже из сероводородной зоны пелагиали (от 250 до 2000 м). В водной толще доминируют факультативные грибы из родов *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* и дрожжи *Candida*, *Rhodotorulaceae* [9, 25, 28]. Установлено, что плотность пропагул (структур дающих начало новому организму: споры, конидии, клетки гиф) грибов убывает по мере удаления от суши и увеличением глубины [1].

Споры облигатно морских грибов поднимаются в поверхностный слой воды и благодаря особенностям их строения и положительной плавучести удерживаются в пене. В ней можно обнаружить споры большого числа грибов изучаемых районов (до 70% видового состава). Численность спор и клеток гиф грибов в пене бывает на 1–4 порядка выше, чем в поверхностном слое воды. В морской пене преобладают



споры морских видов (более 70% случаев), в первую очередь *Corollospora maritima* Werdermann, *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk, E.B.G. Jones и *Nia vibrissa* R. T. Moore, Meyers, а в пене соленых лиманов значительную долю (до 77%) составляют споры наземных грибов из родов *Alternaria*, *Chaetomium*, *Diplodia*, *Stemphylium*. Эти облигатные и факультативные микромицеты также развиваются в биотопах песка псевдолиторали и верхней сублиторали [7, 11].

#### Грибы в донных отложениях шельфа

В донных отложениях прибрежной зоны северо-западной части Черного моря и прилегающих лиманов разной солености на глубинах 0–20 м выявлено 60 видов грибов, из них 34 вида (56,7%) — облигатно морские. В видовом составе грибов преобладали представители группы Anamorphic fungi — 32 вида (53,3%). Максимальное число видов отмечено в родах *Chaetomium* (3) и *Cirrenalia* (3). В микокомплексах псевдолиторали по частоте встречаемости доминируют морские аскомицеты *C. maritima* (27,5%), *A. trifurcatus* (19,2%), сублиторали — *C. maritima* (34,7%) и эвритопный анаморфный вид *Stachybotrys chartarum* (Ehrend.) Hughes (10,4%) [8]. В грунтах Черного моря в районе мыса Херсонес (глубина до 15 м) выявлено 86 видов грибов, из группы Anamorphic fungi — 72 (80,9%) вида [1].

В донных отложениях шельфа острова Сахалин, Курильских островов (Охотское море) и Японского моря (глубина 10–200 м) обнаружены около 200 видов грибов, из них 95% — представители группы Anamorphic fungi [11, 12]. В Кандалакшском заливе Белого моря исследована микобиота маршевых почв, псевдолиторали и сублиторали (54–108 м, пролив Великая Салма). Выделено 73 вида грибов, из группы Anamorphic fungi — 61 (83,6%) вид [2]. В Белом, Черном (район мыса Херсонес) и Дальневосточных морях в микокомплексах донных отложениях облигатно морские грибы составляли около 5% от видового состава. В видовом составе в целом и в комплексах доминантов всех глубин были наиболее широко представлены грибы из родов *Penicillium*, *Aspergillus*, т.е. виды терригенного происхождения, обычные в окрестных наземных почвах или космополиты [1, 2, 11, 12].

В северо-западной части Черного моря не выявлено достоверных различий численности пропагул и видового состава грибов в донных отложениях псевдолиторали и верхней сублиторали [8]. В грунтах Дальневосточных морей зафиксировано уменьшение численности пропагул и биоразнообразия грибов с увеличением глубины (от 10 до 200 м) [12]. В Черном и Дальневосточных морях выявлена зависимость видового состава и плотности пропагул грибов от гранулометрического состава донных отложений, при этом максимальное количество видов и наивысшая численность пропагул отмечены в илистых грунтах [8, 11, 12]. В Белом море не выявлено какой-либо связи видового состава и численности пропагул грибов с глубиной и типом грунта [2].

#### Грибы в батииали и абиссали

К глубоководным принято относить грибы, растущие и размножающиеся на глубинах более 500 м (Kohlm., Kohlm. 1979). Микромицеты обнаружены в водной толще, донных отложениях, на створках моллюсков и целлюлозосодержащих субстратах в глубоководных районах Атлантического, Тихого и Индийского океанов, в Аравийском и Черном морях на глубинах от 600 м до 10500 м [8, 9, 20, 25, 28, 32]. В глубоководных донных отложениях преобладают эвритопные грибы из родов *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* и др. В Атлантическом и Тихом океанах на древесине обнаружены 5 новых для науки



видов облигатно морських грибів: *Abyssomyces hydrozoicus* Kohlm., *Allescheriella bathygena* Kohlm., *Bathyascus vermispurus* Kohlm., *Oceanitis scuticella* Kohlm. и *Periconia abyssa* Kohlm. [20].

#### Грибы и соленость морской воды

Морские грибы способны развиваться при широком диапазоне колебаний солености воды и расти даже на средах с дистиллированной водой, при этом галотолерантность грибов может быть широкого и узкого диапазона (табл.).

Таблица

#### Влияние солености морской воды на рост некоторых грибов

Table

#### The salinity effect marine water on the growth of selected fungi

Грибы с широкой галотолерантностью	Соленость воды, ‰	Грибы с узкой галотолерантностью	Соленость воды, ‰
<i>Asteromyces cruciatus</i> Moreau & R. Moreau	0 – 100 (90)	<i>Althornia crouchi</i> E.B.G. Jones & Alderman	40 – 100 (80 – 100)
<i>Corollospora maritima</i> Werderm.	0 – 100 (100)	<i>Labyrinthula</i> sp.	35 – 100 (60 – 100)
<i>Dendryphiella salina</i> (G.K. Sutherl.) Pugh & Nicot	0 – 100 (60 – 70)	<i>Ostracoblabe implexa</i> Bornet & Flahault	20 – 100 (70 – 100)
<i>Dendryphiella arenaria</i> Nicot	0 – 100 (20)	<i>Thraustochytrium multirudimentale</i> S. Goldst.	20 – 100 (70 – 100)

Примечание: В скобках указана соленость, соответствующая оптимальному росту грибов (по Jones, 2004).

Note: Figures in brackets indicate the optimum growth (according to Jones, 2004).

В гиперсоленых водоемах Франции (соленость до 300‰) с древесины, погруженной в воду, выделены 19 таксонов грибов, среди них *Phoma* sp., *Pleospora gaudefroyi* Pat., *Leptosphaeria* sp., *Savoryella* sp. Все изоляты оказались устойчивы к солености, но концентрация выше 120‰ подавляла их развитие [23]. В воде Мертвого моря с соленостью 340‰ обнаружены 58 видов мицелиальных грибов, 46 (80%) из которых отнесено к родам *Aspergillus* и *Penicillium*, а также выделен новый для науки вид *Gymnascella marismortui* Buchalo et al. Большинство микромицетов оптимально развивались на средах, приготовленных из расчета 10–30% концентрации солености воды Мертвого моря, однако, некоторые виды росли при солености 175‰ и выше [13].

Грибы *C. maritima*, *Halosphaeria appendiculata* Linder, *Halosphaeriopsis mediosetigera* (Cribb, J. W. Cribb) T. W. Johnson, *Nais inornata* Kohlm., *Savoryella lignicola* E. B. G. Jones, R. A. Eaton, *Clavatospora bulbosa* (Anastasiou) Nakagiri, Tubaki впервые описанные из морских мест обитания, впоследствии были обнаружены также в пресных водах [4, 18].

В воде и донных отложениях устьев рек и ручьев отмечено увеличение численности пропагул и разнообразия грибов за счет микромицетов, характерных для почв наземных ценозов, *Cephalosporium*-подобные несовершенные грибы, виды



родов *Aspergillus*, *Dendryphiella*, *Penicillium* темноокрашенные гифомицеты и стерильные мицелии [2, 12, 26].

### Грибы на других гидробионтах

Большинство морских грибов — сапротрофы и развиваются на мертвых растениях и животных. Эвтрофикация и загрязнение морской среды способствуют ослаблению иммунитета гидробионтов и создают условия для массового развития патогенных и оппортунистических видов грибов. Это — широко распространенные сапротрофные грибы, продуцирующие микотоксины или способные при определенных условиях переходить к паразитизму. На водорослях обнаружены 79 видов высших облигатно морских грибов, из которых представители 12 родов — паразиты и 6 родов — симбионты [17]. В 30-х годах XX столетия в северном полушарии произошло значительное сокращение популяции морской травы *Zostera marina* L. в результате поражения ее низшим грибом *Labyrinthula macrocystis* Cienk. [1]. В Черном море на 27 видах макроводорослей обнаружено 67 таксонов грибов, в Японском море на промысловой бурой водоросли *Laminaria japonica* Agesch. (L.) Edmon. выявлено 37 видов микромицетов, в обоих морях преобладали мицелиальные оппортунистические грибы из родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Dendryphiella*, *Stemphylium*, *Fusarium* [1, 5].

В 1963—1969 гг. в территориальных водах Украины, Румынии, Болгарии и Турции (Черное море) наблюдали грибковые эпизоотии рачка *Penilia avirostris* (Dana), вызванные низшим грибом *Hyphochytrium peniliae* N.J Artemczuk & Zelez., новым для науки видом [1]. В 1990-х годах XX века и начале 2000-х гг. внедрение мицелиального оппортунистического гриба *Aspergillus sydowii* (Bainier & Sartory) Thom & Church в экосистему Карибского моря вызвало катастрофическое сокращение популяции коралла *Gorgonia ventalina* Linnaeus [29].

Оппортунистические грибы (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Aspergillus niger* Tiegh., *A. flavus* Link, *A. parasiticus* Speare, *A. ochraceus* G. Wilh., *A. versicolor* (Vuill.) Tirab., *Chaetomium globosum* Kunze, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Penicillium citrinum* Thom, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom, *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, *Trichoderma viride* Schumach., *T. koningii* Oudem., и другие), накапливающиеся во внутренних органах промысловых двустворчатых моллюсков (*Mizuhopecten yessoensis* Jay, *Mytilus trossulus* Gould, *Crenomytilus grayanus* Dunker, *Mytilus galloprovincialis* Lam., *Mytilus edulis* L.), вызывают микозы и микотоксикозы у человека, наземных и морских животных [3, 6].

Наиболее полно исследованы грибы вызывающие мягкую гниль древесины — разложение погруженных в воду одревесневевших частей растений до мягкого состояния. Эксперименты с высшими облигатно морскими (*Dendryphiella salina* (Suth.) Pugh et Nicot, *Monodictys pelagica* (Johnson) Jones, *Zalerion maritimum* (Linder) Anastasiou) и факультативно морскими грибами (*Alternaria* sp., *Cladosporium herbarum* (Pers.), *Stachybotrys atra* Corda, *Ch. globosum*, *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.) показали, что максимальное разложение древесины в море происходит при температурах 15—25 °C и pH — 5,0—8,0. На плавающей древесине (плавнике) обнаруживают большее число видов грибов, чем на закрепленной (субстраты-приманки из древесины). В одних и тех же районах на плавнике выявили 26 и 104 вида, на блоках-приманках 9 и 77, соответственно [11].





На стволах и корнях мангровых растений, погруженных в морскую воду, обнаружено наибольшее число высших облигатно морских видов грибов — 450 (из 500), однако эти данные предварительные, так как исследования проводили всего на 9 видах мангровых растений из 100. Мангровые леса занимают территорию 181 тыс. км<sup>2</sup> на берегах 112 стран. В лесах Багамских островов выявлено 112 видов грибов, Брунея — 95, Индии — 88, Таиланда — 81, Макао — 6 [19, 30]. На древесине мангрового растения *Acanthus ilicifolius* Linn. обнаружили 120 видов грибов, микромицет *Caryospora mangrovei* K.D. Hyde выделен только на *Xylocarpus granatum* Коен., а *Aigialus mangrovis* Borse и *Eutypa* sp. на *Avicennia alba* Blume [18]. Многие мангровые морские грибы способны поселяться на других субстратах, поэтому встречаются повсеместно в тропиках [21]. На древесине разных видов доминируют облигатно морские грибы из отдела Ascomycota. На листьях мангровых деревьев и других высших растений, погруженных в морскую воду, преобладают широко распространенные сапротрофные факультативно морские грибы из группы Anamorphic fungi [12].

Исследования вертикального распределения грибов в приливной зоне мангровых зарослей выявили их четкую приуроченность к глубинам. В верхней зоне преобладают *Hypoxylon oceanicum* Whalley et al., *Savoryella lignicola*, *Nia vibrissa* R. T. Moore, Meyers, *Sphaerulina oraemaris* Linder, *Marinosphaera mangrovei* K. D. Hyde, в нижней — *Antennospora quadricornuta* (Cribb, & J. W. Cribb) T. W. Johnson, *Marinospora longissima*, *M. calyprata* (Kohlm.) Cavaliere, *Lulworthia* spp., *Halosphaeria appendiculata*, *Amylocarpus encephaloides* Currey, *Digitatispora marina* Doguet, *Remispora maritima* Linder, *R. pilleata* Kohlm., *R. stellata* Kohlm., *Cirrenalia tropicalis* Kohlm., *Clavatospora bulbosa* (Anastasiou) Nakagiri, Tubaki, *Cytospora rhizophorae* Kohlm. & Kohlm., *Periconia prolifica* Anastasiou. Максимальное число видов и наиболее распространенные грибы свойственны центральной зоне. На всех горизонтах присутствовали *Halocyphina villosa* Kohlm. & E. Kohlm., *Halosphaeriopsis mediosetigera* (Cribb, & J. W. Cribb) T. W. Johnson, *Leptosphaeria australiensis* (Cribb, & J. W. Cribb) G. C. Hughes, *Cirrenalia macrocephala* (Kohlm) Meyers, R. T. Moore, *Monodictys pelagica* (Johnson) E. B. G. Jones и *Zalerion maritimum* (Linder) Anastasiou [15, 16, 19, 30].

Древесина, пораженная грибами, становится доступной для нематод, моллюсков, клещей и ракообразных [22, 24]. Известна обоюдная зависимость морских грибов и беспозвоночных-древоточцев: моллюск *Teredo* и равноногий рачок *Limnoria* колонизируют только древесину, предварительно пораженную грибами; а плодовые тела аскомицета *Lulworthia* sp. развиваются только на древесине, перфорированной рачком *L. tripunctata*, который утрачивает способность к воспроизводству, если не питается грибами [14, 22]. В прибрежных водах Индии на мангровом растении *Mangifera indica* отмечены ассоциации грибов со сверлящими моллюсками. На поверхности и внутри древесины обнаружено 33 вида грибов и 8 видов сверлящих моллюсков из родов *Teredo* и *Pholas*. Среди наиболее активных грибов-деструкторов древесины выделяют представителей родов *Halosphaeria*, *Gnomonia*, *Nausitara*, *Martesia*, *Lulworthia*, *Sphaeroma* и виды *Torpedospora radiata* Meyers и *Corollospora pulchella* Kohlm., I. Schmidt, Nair. [31]. Свободноживущих нематод *Viscosia macramphida* Chitwood, *Leptolaimus plectoides* Chitwood привлекают древесина и листья, также пораженные грибами рода *Lulworthia* [24].



### Перспективы дальнейших исследований грибов в морской среде

Выяснение топических, трофических и иных связей грибов и беспозвоночных древоточцев представляет несомненный научный и практический интерес. Сплавной лес, рыболовецкие снасти, деревянные суда и сооружения часто настолько повреждаются древоточцами и грибами, что вызывают серьезный экономический ущерб. В Индии и некоторых других тропических странах действует разработанная система страхования деревянных судов от повреждений древоточцами и грибами [11].

Обладая эффективным и разносторонним ферментным аппаратом, высшие морские грибы являются первичными деструкторами растительных и животных остатков в морской среде, они резистентны к действию токсических веществ и способны усваивать углеводороды нефти, серу, фенол. Поэтому специалисты считают перспективным исследование деструкции искусственных материалов в море, а также очистку промышленных и бытовых сточных вод с использованием грибов [10].

Биохимические исследования высших морских грибов выявили большое количество продуцируемых ими биологически активных веществ, перспективных для применения в фармакологии в качестве антибактериальных, антифунгальных и наркотических препаратов. При этом отмечено, что эвритопные грибы, обитающие в морских условиях, вырабатывают вещества химически более активные, чем те же виды, живущие в наземных биотопах [11].

Морские грибы входят в рацион многих гидробионтов, поэтому могут быть источником получения искусственных кормов и биодобавок для многих культивируемых беспозвоночных и рыб.

Можно с уверенностью присоединиться к мнению [11], что по мере освоения Мирового океана использование морских грибов будет приобретать все большее значение. Комплексное исследование морских грибов учеными разных специальностей — микологами, микробиологами, гидробиологами, экологами, биохимиками, химиками — безусловно, в дальнейшем принесет свои результаты, как в области теоретических исследований, так и в решении многих прикладных задач.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемчук Н. Я.* Микофлора морей СССР. — М.: Наука, — 1981. — 190 с.
2. *Бубнова Е.Н.* Грибы донных грунтов Кандалакшского залива Белого моря // 2 съезд микологов России «Современная микология в России» (Москва, 16–18 апр., 2008 г.): тез. докл. — М.: Национальная академия микологии, 2008. — Т. 2. — С. 54.
3. *Гаевская А. В.* Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). III. Грибы (*Fungi*), лишайники (*Mycophycophyta*), растения (*Plantae*). — Севастополь, 2007. — 100 с.
4. *Дудка И. А.* Водные несовершенные грибы СССР. — К.: Наук. думка, 1985. — 187 с.
5. *Зверева Л. В.* Микобиота культивируемой бурой водоросли *Laminaria japonica* // Биол. моря. — 1998. — 24, № 1. — С. 21–25.
6. *Зверева Л.В., Орлова Т.Ю., Стоник И.В., Ушева Л.Н.* Исследование условно-патогенных и токсинообразующих мицелиальных грибов — ассоциантов гидробионтов // X съезд Гидробиологического общества при РАН (г. Владивосток, 28 сентября — 2 октября 2009 г.): тез. докл. — Владивосток, 2009. — С. 150.
7. *Зелезинская-Багрий-Шахматова Л. М., Зайцев Ю. П.* Флора, систематика, морфология и экология высших морских грибов // Гидробиологич. журн. — 1981. — 17. — Вып. 5. — С. 3–15.
8. *Копитина Н. И.* Высшие морские грибы пелагических и донных биотопов северо-западного региона Чёрного моря: Автореф. дис. канд. биол. наук. Севастополь, 2009. — 23 с.



9. *Kriss A. E.* Морская микробиология (глубоководная). — М.: Из-во АН СССР, 1959. — 455 с.
10. *Литвинов М. А., Дудка И. А.* Методы исследования микроскопических грибов пресных и соленых (морских) водоемов. — Л.: Наука, 1975. — 151 с.
11. *Пивкин М. В., Кузнецова Т. А., Сова В. В.* Морские грибы и их метаболиты. — Владивосток, из-во: Дальнаука, 2006. — 247 с.
12. *Слинкина Н. Н.* Грибы аквапочв шельфовой зоны острова Сахалин: Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток, 2009. — 19 с.
13. *Buchalo A.S.* Fungal life in the Dead Sea/ eds. by E. Nevo, A. Oren, S.P. Wasser A.R.G. Ganther Verlag K. G., Ruggell. — 2003—361 p.
14. *Corte A. M.* Osservazioni sul genere *Lulworthia* Suth. E sui suoi rapporti con *Limnoria* Menzies e segnalazioni di altro specie // Bot. Ital. — 1975. — 109. — P. 227—237.
15. *Hyde K. D.* Vertical zonal of interstitial, mangrove fungi: Abst. 5-th Int. Symp. Microb. Ecol., (Kyoto, Aug. 27 — Sep. 1, 1989): Kyoto, 1990. — P. 48.
16. *Hyde K. D., Jones E. B. J., Leano E., Poonyth S. B., Vrijmoed L. L. P.* Role of fungi in marine ecosystem // Biodiversity and conservation. — 1998. — 7, № 9. — P. 1147—1161.
17. *Hyde K. D., Pointing S. B.* Marine mycology. A Practical Approach. — Hong Kong: Fungal Diversity Press, 2000. — 370 p.
18. *Jones, E.B.G.* Marine fungi: some factors influencing biodiversity // Fungal Diversity. — 2004. — P. 53—73.
19. *Kathiresan K. Bingham B. L.* Biology of mangroves and mangrove ecosystems // Advances in marine biology. — 2001. — 40. — P. 81—251.
20. *Kohlmeyer J.* New genera and species of higher fungi from the deep sea (1615—5315 m) // Revue de Mycologie. — 1977. — 41. — P. 189—206.
21. *Kohlmeyer J.* Tropical Marine Fungi // Marine Ecology. — 1984. — 5, № 4. — P. 329—378.
22. *Kohlmeyer J., Bebout B.* On the occurrence of marine fungi in the diet of *Littorina angulifera* and observations on the behavior of the periwinkle // P. S. Z. N. I: Mar. Ecol. — 1986. — 7, № 4. — P. 333—343.
23. *Mallea M.* Fungi from a Mediterranean salt-pan / M. Mallea // Bot. Mar. — 1992. — № 3. — P. 283—290.
24. *Meyers S. P., Hopper B. E.* Studies on marine fungal nematode associations and plant degradation // Helgol. Wiss. Meeresunfers. — 1967. — 15. — P. 270—281.
25. *Meyers S. P., Ahearn D. G., Roth F. J., Jr.* Mycological investigations of the Black Sea // Bull. Mar. Sci. Gulf. and Caribbean. — 1967. — 17, №3. — P. 576—596.
26. *Mujdaba M.A.* Mycoplancton du Danube inferieur et de la zone marine d'influence // Cercetări marine. IRCM Constanța. — 1980. — № 13. — P. 63—75.
27. *Panebianco C.* Temperature requirements of selected marine fungi // Bot. Mar. — 1994. — 37, № 2. — P. 157—161.
28. *Raghukumar, C., Damare, S.* Deep-sea fungi. — Occurrence and adaptations *Ph. D. Thesis, Goa University — National Institute of Oceanography, Goa, India*, 2006. — 280 p.
29. *Rypien K. L., Andras J. P. and Harvell C. D.* Globally panmictic population structure in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus sydowii* // Molecular Ecology. — 2008. — 17, № 18. — P. 4068—4078.
30. *Sridhar K. R.* Mangrove fungi in India // Current Science. — 2004 — 86, № 12. — P. 1586—1587.
31. *Vishwakiran Y. N., Trakur L., Raghukumar S., Yennawar P. L., Anil A.* Spatial and temporal distribution of fungi and wood-borers in the coastal tropical waters of Goa, India // Botanica Marina. — 2001. — 44. — P. 225—230.
32. *Zaitsev Y. P., Polikarpov G. G.* Recently discovered new biospheric pelocentour function in the Black Sea reductive bathyal zone // Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment. — 2008. — 14, №3. — P. 151—165.



**Ю.П. Зайцев, Н.І. Копитіна**

Одеський філіал Інституту біології південних морів  
імені О.О. Ковалевського НАН України, вул. Пушкінська, 37, м. Одеса, 65125,  
Україна, тел.: +38 (048)725 09 17  
e-mail: yu.zaitsev@paco.net, nade.kopytina@yandex.ru

## **ГРИБИ У МОРСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

### **Реферат**

Дано огляд опублікованих матеріалів про гриби, як компоненти біоти морів та океанів. Розглянуто розподіл грибів у різних біогеографічних зонах та біотопах світового океану. Показано значення температури та солоності води, глибини, характеру донних відкладень для видового складу та щільності грибних пропагул. Відмічено роль грибів сапрофітів, паразитів, симбіонтів та опортуністів у морських екосистемах, а також трофічні зв'язки морських грибів та безхребетних тварин. Перелічено деякі перспективні напрямки досліджень морських грибів для теоретичних та практичних цілей.

**К л ю ч о в і с л о в а:** гриби, пелагіаль, бенталь, тварини.

**Yu.P. Zaitsev, N.I. Kopytina**

Odesa Branch of Institute of Biology of Southern Seas, NASU,  
Pushkinska str., 37, Odesa, 65125, Ukraine; tel.: +38 (048) 725 09 17,  
e-mail: yu.zaitsev@paco.net; nade.kopytina@yandex.ru

## **FUNGI IN THE MARINE ENVIRONMENT**

### **Summary**

The review of published data on fungi as the components of biota of the seas and oceans is presented. The distribution of fungi in different biogeographical regions and biotopes is considered. The importance of depth, temperature and water salinity, types of bottom sediments for the species composition and number of fungal propagules is revealed. The role of saprophytic, parasitic, symbiotic and opportunistic fungi in marine ecosystems as well as the relations of marine fungi and animals are shown. Some perspective lines of further investigations of marine fungi for theoretical and practical purposes are analysed.

**K e y w o r d s:** fungi, pelagic and benthic zones, animals.

