

## ГРИБЫ БЕЛОГО МОРЯ

Е.Н. Бубнова<sup>1</sup>, Я.В. Киреев<sup>2</sup>, О.П. Коновалова<sup>1</sup>, Н.Н. Порхунова<sup>2</sup>

1 — Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 — каф. микологии и альгологии

Традиционно грибы, обитающие в морях, разделяют на две группы: облигатные и факультативные морские. Это разделение ввел классик морской микологии Ян Кольмейер (Kohlmeyer, 1974; Kohlmeyer, Kohlmeyer, 1979). Он определил облигатные морские грибы как те, которые могут расти и размножаться исключительно в морских и эстуарных местообитаниях. Соответственно, факультативные морские грибы встречаются в морях, но и не только.

Облигатные морские грибы могут быть обнаружены при визуальном изучении различных объектов, добытых из моря: на талломах живых или отмерших водорослей-макрофитов, частях высших растений, на морских животных, фрагментах древесины и любых других объектах. Органы размножения морских грибов можно обнаружить на них как мелкие точки, штрихи, а также потемнения, вздутия и подобные изменения нормального внешнего вида. В настоящее время описано около 470 видов облигатно-морских мицелиальных грибов. Подавляющее большинство из них относится к аскомицетам, в основном из порядков Spathulosporales, Halosphaeriales и Lulworthiales, включающих исключительно морские виды. Кроме того, в морях встречаются представители других порядков аскомицетов, представители которых распространены также и в наземных местообитаниях и несовершенные грибы, в основном целомицеты. Кроме того, в морях известно несколько видов базидиомицетов. Что касается географии и экологии этих грибов, то в настоящее время исследованы в основном тропические и субтропические воды. В манграх описано около 300 видов грибов, с водорослей — около 80, с дрейфующей древесиной — около 60, с животных и высших литоральных галофитов — примерно по 20 видов, и всего несколько видов являются характерными обитателями песка (Kohlmeyer, Kohlmeyer, 1979; Hyde, 1989; Kohlmeyer, Volkmann-Kohlmeyer, 2003; Schmit, Shearer, 2003).

Присутствие факультативных морских грибов в, или на различных объектах, добытых из моря, на первый взгляд неочевидно. Чтобы их обнаружить, необходимо инкубировать эти объекты на питательных средах. При использовании культуральных методов исследования оказывается, что в море присутствует много грибов, не обнаруживаемых при визуальном исследовании. Естественно, возникает вопрос: из чего образовались выросшие на среде колонии — из активного мицелия, который присутствовал внутри субстрата, но по каким-то причинам не давал очевидного спороношения, или из покоящейся споры, которая была, например, смыта с берега и просто прилипла к субстрату. Как правило, разрешение этого вопроса остается на совести исследователя. Очень часто используются различные способы предварительной обработки субстратов для удаления случайных спор с поверхности. Тогда предполагается, что все остальное находится внутри субстрата и растет там. В настоящее время известно более 600 видов факультативных морских грибов. В основном это несовершенные грибы гифомицеты; кроме того — небольшое количество видов зигомицетов, аскомицетов и несовершенных целомицетов. В отличие от облигатных морских грибов, исследования этой группы проводились не только в тропических и субтропических, но также и в умеренных и холодноводных районах мирового океана. Исследованы в основном грунты; кроме того — почвы литорали, водоросли, некоторые беспозвоночные (губки, кораллы), дрейфующая древесина; относительно много работ касается видового состава грибов в морской воде (Воронихин, 1945; Артемчук, 1981; Худякова и др., 2000; Бухало и др., 2002; Худякова, 2004; Buchalo *et al.*, 1999; Höller *et al.*, 2000; Pivkin, Khudyakova, 2002; Kis-Papo *et al.*, 2003; Zuccaro *et al.*, 2003, 2004).

Группы облигатных и факультативных морских грибов различаются методическими подходами используемыми для исследования, а также по географии исследований и субстратам, в основном рассматриваемым исследователями. В любом случае, работ в холодных морях единицы. В этом отношении Белое море может считаться наиболее исследованным холодноводным бассейном. В данном сообщении мы подробно остановимся только на исследованиях мицелиальных грибов в Белом море. Но упомянем о том, что кроме этой группы организмов проводились также исследования грибоподобных организмов — оомицетов, лабиринтуловых и траустохитриевых (Алим, 1962; Артемчук, 1974; Кузнецов, 1970, 1971, 1979, 1981, 2003; Artemchuk, 1972).

Сведения об облигатных морских грибах Белого моря содержатся в основном в докторской диссертации Е.А. Кузнецова (Кузнецов, 2003). Данный труд явился итогом многолетних исследований автором морской гетеротрофной биоты (грибы и грибоподобные организмы). В Белом море исследования проводились в Кандалакшском заливе, в окрестностях Беломорской биостанции им. Н.А. Перцова (ББС). Представлен список обнаруженных видов с краткими аннотациями, включающими указание субстрата и, в некоторых случаях, трофического статуса, а

также района и частоты встречаемости. Всего автором обнаружено 58 видов, из них 41 аскомицет и 17 видов несовершенных грибов. Из них на древесине — 21 вид (18 аскомицетов и 3 несовершенных); 15 видов (13 аскомицетов и 2 вида несовершенных грибов) — на водорослях; 13 (8 аскомицетов и 5 несовершенных) — на высших растениях; на животных — 1 вид аскомицетов (*Pharcidia balani* (G. Winter) Bausch на домиках баянусов и раковинах моллюсков). В воде и пене обнаружены споры 22 видов (8 аскомицетов и 14 несовершенных), причем для 19 видов (6 аскомицетов и 13 несовершенных) указаны только находки спор, без обнаружения спороношения на субстрате. Для большинства указанных автором видов Белое море является самым холодноводным из всех известных локалитетов.

Кроме работы Е.А. Кузнецова, из губы Чупа Белого моря ленинградскими исследователями В.А. Мельником и Ю.Е. Петровым (Мельник, Петров, 1966) был описан гриб *Septoria ascophylli* Melnic et Petrov с рецептакул бурой водоросли *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. Этот гриб считается несовершенной стадией симбионта *A. nodosum* — аскомицета *Stigmatidium ascophylli* (Cotton) Aptroot.

Исследования факультативных морских грибов в Белом море несколько более подробны. Они начались с работы М.В. Согонова и О.Е. Марфениной, посвященной грибам маршевых почв (Согонов, Марфенина, 1999). Материал для исследования отбирали на разных типах литорали, в основном в окрестностях ББС и в губе Кив. В результате было выделено 47 видов грибов, относящихся к 15 родам; из них 3 вида зигомицетов, а остальные — несовершенные грибы. Авторами показано, что в ряду зональная (подзолистая) почва — маршевая почва лугов верхнего — среднего — нижнего уровней, постепенно уменьшается представленность и разнообразие видов родов *Penicillium* Link и *Mortierella* Coem., а видов из родов *Fusarium* Link и *Acremonium* Link, наоборот, увеличивается. В почвах лугов нижнего уровня доминируют виды *Acremonium* (*A. persicinum* (Nicot) W. Gams, *A. charticola* (J. Lindau) W. Gams); здесь встречаются виды, не отмеченные ни в подзолистых почвах, ни в других луговых почвах (*Embellisia annulata* de Hoog, Seigle-Mur., Steiman & K.-E. Erikss. и *Dactylella aquatica* (Ingold) Ranzoni). Кроме того показано, что в зоне верхней литорали грибы не выделяются из грунта между куртинами высших растений (*Triglochin maritima*).

В дальнейшем работы культурального направления продолжились. Значительная их часть представлена в кандидатской диссертации Е.Н. Бубновой (Бубнова, 2005). Данные работы также проводились на берегах Кандалакшского залива, в основном в окрестностях ББС. Исследованы составы комплексов грибов в грунтах и почвах литорали, в морской воде, на талломах некоторых литоральных и sublиторальных водорослей-макрофитов и высших литоральных галофитов. Для сравнения использовались комплексы видов, выделенных из лесных дерновых и подзолистых почв. Из всех исследованных местообитаний было выделено и идентифицировано 132 вида грибов, абсолютное большинство из которых относится к несовершенным гифомицетам. Еще раз, вслед за работой М.В. Согонова и О.Е. Марфениной, но на более обширном материале, показано, что комплексы видов, характерные для морских местообитаний, существенно отличаются по составу и структуре от комплексов, характерных для зональных почв. Кроме того, показано, что *Cephalosporium*-подобные анаморфы, в частности виды рода *Acremonium*, характерны именно для морских местообитаний и крайне редки в почвах наземных ценозов.

В настоящее время в Белом море известно более 160 видов факультативных морских грибов. Исследованы в основном разнообразные местообитания литорали: грунты, почвы, мккрофиты и высшие растения; кроме того, есть сведения о микобиоты грунтов sublиторали. Культуральное направление продолжает развиваться в студенческих и аспирантских работах (Киреев, Бубнова, 2006; Бубнова и др., 2008; Kireev *et al.*, 2007; Porkhunova, Bubnova, 2007). Они посвящены уже не только исследованию биоразнообразия грибов в различных морских экотопах, но и более подробным таксономическим и экологическим исследованиям.

В заключение несколько слов о возможных перспективах исследований грибов в Белом море. Нам представляется, что одним из наиболее интересных направлений могут стать исследования эндофитных грибов водорослей-макрофитов и высших растений. Внутренняя среда тех и других оказалась удобным местом обитанием грибов. Среди водорослей наиболее исследованным пока является симбиотическая ассоциация литоральной фукусовой водоросли *Ascophyllum nodosum* с аскомицетным грибом *Stigmatidium ascophylli* (Kireev *et al.*, 2007; подробнее см.: Коновалова, Бубнова — в данном сборнике). Наши исследования ассоциации высших растений литорали с грибами касались пока только грибов, обитающих в корнях некоторых характерных для беломорской литорали галофитов (Porkhunova, Bubnova, 2007). К настоящему времени стало известно, что для некоторых из них (*Aster tripolium*, *Alopecurus arundinaceus*, *Plantago maritima*) характерно наличие структур ВАМ-микоризы в корнях, а для *Triglochin maritimum* —

неизвестного темноокрашенного септированного эндофита. Открытыми остаются вопросы, касающиеся развития микоризной инфекции, влияния микоризованности на микобиоту ризосферы, ризопланы и внутреннего пространства корня, а также точной таксономической принадлежности обнаруженных ВАМ грибов и эндофитов. Невозможность установления точного таксономического положения выделенных изолятов — довольно обычная трудность при работе с морскими грибами. В настоящее время у нас накопилась большая коллекция неидентифицированных изолятов, в основном *Cephalosporium*-подобных или стерильных. Применение к ним молекулярно-генетических методов позволяет разрешить эту трудность. Например, исследование *Helminthosporium*-подобных изолятов с первоначально не установленным таксономическим положением показало, что они относятся к морским видам рода *Dendryphiella* Bubak & Ranojevic — *D. arenaria* Nicot и *D. salina* (Sutherl.) Pugh & Nicot, и, кроме того, морские виды занимают таксономически обособленное положение от наземных видов этого рода. Таким образом, стало очевидно, что статус и таксономическое положение морских видов рода *Dendryphiella* требует дальнейшего уточнения.

Кроме уже начатых исследований мы могли бы предложить целый ряд направлений, основанных на наших наблюдениях, полученных при реализации имеющихся проектов, но напрямую к ним не относящихся. Одним из таких направлений является исследование грибов из рода *Pharcidia* Korber, которые известны своей склонностью к симбиотической связи с микроводорослями. Во-первых, из литературы остается непонятным, насколько устойчивой является эта ассоциация. Во-вторых, из литературы и собственных наблюдений пока неясны особенности распространения видов этого рода на различных субстратах. В Белом море нам приходилось встречать два вида: *P. balani* и *P. laminariicola* Kohlm.; Е.А. Кузнецов, кроме того, указывает еще один вид — *P. pelvetiae* G.K. Sutherl., не отмеченный нами. Первый из перечисленных мы видели только на домиках *Semibalanus balanoides*, хотя из литературы известно, что он встречается также на раковинах разнообразных моллюсков. Второй встречали на стволиках *Saccharina latissima* и *Laminaria digitata*, причем интенсивность поражения этих двух видов, видимо, значительно различается. В литературе есть сведения о встречаемости этого гриба также на некоторых других ламинариевых водорослях, чего нам наблюдать не приходилось. И, в-третьих, из собственных наблюдений следуют некоторые особенности жизненного цикла данных грибов, в частности, встречаемость пикнидиальной (или спермогониальной) стадии — вопрос, который требует прояснения.

Другим перспективным направлением нам представляется исследование грибов, обитающих на ракушечных грунтах. Предварительный осмотр этого субстрата показал, что на раковинах отмерших мидий и других моллюсков из sublitorali много разнообразных грибов — как облигатных морских, так и стерильных мицелиальных колоний неизвестного пока таксономического положения, и возможно обнаружение новых для Белого моря видов. Еще одним направлением может явиться исследование грибов, ассоциированных с живыми губками. По нашим наблюдениям, тела губок нередко обильно пронизаны грибным мицелием. При этом спороношений грибов на губках нам наблюдать пока не приходилось. Отметим, что субстраты животного происхождения — как живые, так и отмершие, являются пока наименее исследованными из всех субстратов в Белом море. Таким образом, изучение видового состава грибов на животных может добавить новые виды в копилку знаний о биоразнообразии грибов Белого моря. Другим, возможно интересным, направлением является исследование грибов, ассоциированных с дрейфующей древесиной, которой очень много в Белом море. Фрагменты древесины, которые нам приходилось наблюдать, насквозь пронизаны грибными мицелиями, а на поверхности этих фрагментов встречаются плодовые тела грибов, в том числе и отличных от указанных Е.А. Кузнецовым. Присутствие мицелия в толще фрагмента древесины не всегда связано с наличием плодовых тел на его поверхности, и, таким образом, применение культуральных методов может дать весьма любопытные результаты. Другое направление — исследование грибного населения слизистых чехлов водорослей-макрофитов. Кроме мицелиальных грибов, при посевах поверхностной слизи водорослей выделяется также огромное количество дрожжей. Видимо, данное местообитание очень удобное именно для этой формы грибов. В литературе сведения о дрожжах, обитающих на водорослях, практически отсутствуют.

И еще одним очевидно перспективным направлением являются таксономические изыскания по определению видовой принадлежности неидентифицированных изолятов и уточнению их положения относительно других таксонов, в том числе — родственных, имеющих наземных представителей.

Дальнейшие исследования грибов в Белом море могут не только пополнить сведения о видовом разнообразии микобиоты, но также и помогут получить новые сведения о таксономии, экологии, распространению и физиологии отдельных групп грибов.

**Материалы научной конференции, посвященной 70-летию Беломорской биологической станции МГУ: Сборник статей.– М.: Изд. «Гриф и К», 2008.– с. 217-223.**