

# Тайны микроорганизмов, рожденных в Антарктике

Ворсистые и пушистые черные, пятнистые зелено-розовые, тончайшие нитевидные белые, бархатные, но расплывшиеся, желтые – это только малая часть богатой палитры встречающихся в природе видов плесени, которых насчитывается в мире свыше 200 тысяч. Меняющиеся климатические условия на Земле, а также антропогенное воздействие способствуют появлению все новых. Для человеческого организма соседство и длительный контакт с ними обычно малопривлекательны, так как могут сказаться на здоровье. С другой стороны, тот же пенициллин был выделен из плесени и открыл эру антибиотиков. Не исключено, что в разномастных микроскопических плесневых колониях еще спрятано много полезных для человечества открытий. Младший научный сотрудник группы мониторинга биоповреждений Института микробиологии НАН Беларуси Андрей Тригубович связывает надежды на получение новых интересных результатов с изучением образцов полярной микрофлоры. В 2019 году для проведения своих исследовательских работ молодой ученый получил стипендию Президента Республики Беларусь.

## Узнаем по запаху

Запах слежавшейся тряпки, земли, сырости – так большинство людей обычно идентифицируют плесень. Младший научный сотрудник группы мониторинга биоповреждений отдела биотехнологии средств биологического контроля Института микробиологии НАН Беларуси Андрей Тригубович изучает плесневые грибы более пяти лет.

– Первоначальный очаг плесени можно и проглядеть, ведь зачастую он «маскируется»: тончайшие прозрачные паутинистые нити мицелия грибов видны лишь под определенным углом зрения или же при вспышке фотоаппарата, – отмечает ученый. – Практически незаметны светлые споры у некоторых видов грибов, например *Aspergillus versicolor*. Однако обоняние человека позволяет ему чувствовать запах плесени. Порой вдыхание мельчайших грибных спор чревато аллергической реакцией организма, первым признаком которой является чихание.

Сложнее пропустить черную плесень: визуально ее крупные очаги сразу бросаются в глаза на стыках плиток в ваннах, на сырых стенах или обоях, на потолках в местах протечек, во влажных углах комнат, в подвальных помещениях. Именно эти грибы наиболее широко известны своими аллергенными и токсическими свойствами.

Вместе с тем, как пояснил исследователь, для развития любых плесневых грибов необходимы соответствующие условия. Чтобы вырасти, они готовы использовать органику мельчайших оседающих пылинок или конденсат диффузных брызг аэратора. Повышенная влажность, недостаточная вентируемость помещений поспособствуют дальнейшему разрастанию плесневого очага, что чревато биоповреждениями материалов. Давно обжились в наших домах и квартирах и чувствуют себя исключительно комфортно микроскопические плесневые грибы. Здесь много материалов, на которых они любят селиться.

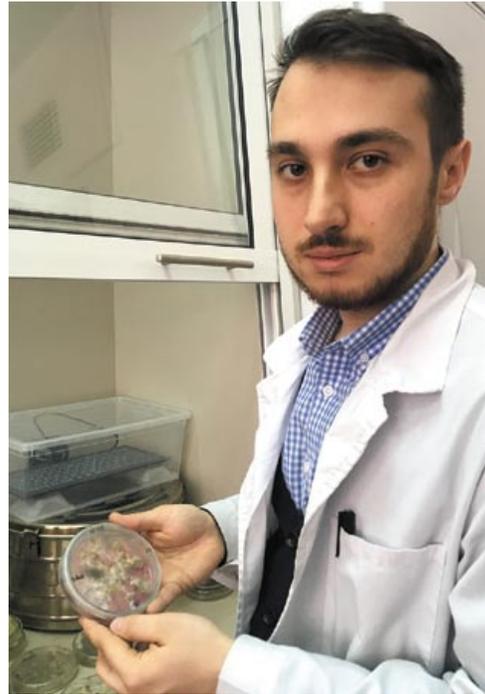
– Поскольку существует большое разнообразие микроскопических грибов, то и перечень поражаемых ими материалов очень широк, – отметил А. Тригубович. – Это могут быть различные изделия из целлюлозосодержащих компонентов: бумага, книги, картонные коробки, древесина. Минеральные материалы, которые используются в строительстве, поражаются немного меньше, в основном совершенно специфическими грибами, способными развиваться на бетоне, штукатурке, строительных смесях, содержащих в своем составе какие-то органические добавки.

Мы вряд ли задумываемся, насколько часто контактируем с плесенью. Ведь насыщенная жизнь микроскопических грибов, как и бактерий и вирусов, происходит преимущественно на микроуровне. А между тем они есть везде – в воздухе, на растениях, на обоях в городских квартирах, в поверхностных слоях пресной и морской воды... Но раем для плесневых микроорганизмов является именно почва. По разным подсчетам, в одном грамме почвы могут находиться десятки и сотни тысяч спор грибов, сотни метров и даже километры мицелия!

Считается, что современная глобализация влияет на распространение плесеней, которые могут переноситься с продуктами питания, произведенными в разных регионах мира, а также воздушным и автомобильным транспортом. По мнению исследователей, климатические изменения окружающей среды на земном шаре, такие как потепление и увеличение влажности, тоже способствуют развитию данных микроорганизмов.

Надо ли бояться такой тесной совместной эволюции микроскопических плесневых грибов и человека?

– Разумеется, неприятности возможны, – отмечает А. Тригубович. – Однако подавляющее большинство потенциально опасных плесеней, попав в организм здорового человека, не находят подходящих для себя условий, не выдерживает защитных реакций и, как результат, инфекция не развивается.



◀ А. Тригубович с культурой микроскопического гриба из Антарктиды

В отдельных случаях и плесень на продуктах питания может выступать провокатором серьезных пищевых отравлений, так как образует токсические вещества. По некоторым данным, особо опасны для человека афлатоксины, которые производит микроскопический гриб зелено-желтого цвета *Aspergillus flavus*. Он может расти, особенно в теплых условиях, на самых разных продуктах: джемах, сушеной рыбе, арахисе, бобовых и масличных культурах, зернах какао, кофе. Причиной отравления людей и животных может быть также заражение плесневыми грибами сельскохозяйственных продуктов.

Однако человек умело использует и полезные свойства плесени. Многие микроскопические грибы применяются в пищевой и других отраслях промышленности для получения ряда ферментов, органических кислот, витаминов. Специально выведенные уникальные штаммы всегда в цене, многие из них вообще держатся производителями в секрете. Люди извлекают выгоду даже из черной плесени. Этот гриб – *Aspergillus niger* – начиная с 1930-х годов применяются в пищевой и фармацевтической

промышленности как основной продуцент для производства лимонной кислоты. Вспомним и о том, что с помощью гриба-продуцента *Penicillium notatum* (*Penicillium chrysogenum*) еще в середине XX века был получен первый антибиотик – пенициллин. Его использование в медицине спасло жизнь миллионам людей. Сегодня к важнейшим препаратам на основе грибов добавились соединения под условным названием «статины». Их считают главной группой лекарств для снижения содержания холестерина в крови человека.

– Главное, что микроорганизмы, в том числе и плесневые грибы, в природе делают великое дело – способствуют круговороту веществ, разлагая различные природные и синтетические материалы, – подчеркнул А. Тригубович. – Грибы возвращают отдельные составляющие углеродных соединений в почву, чтобы растения вновь могли их использовать для построения своей биомассы. В рацион плесневых грибов входят органические вещества отмерших организмов, растительные остатки, гниющие корни и трава, опавшие ветки и листья, мертвые насекомые и т. д. Фактически плесневые грибы постоянно совершают гигантскую работу по разложению и минерализации разнообразных органических соединений, что имеет глобальное значение в масштабах биосферы – они замыкают круговорот углерода в природе.

### В лабораторных условиях

Оказывается, вырастить колонию микроскопических грибов в стерильной чашке Петри не так просто. Для каждого экземпляра необходимо создать свою оптимальную среду, подобрать температурный режим, водное обеспечение, питание, включая солевой состав и микроэлементы. Следует учитывать и особые предпочтения – фосфор, магний, азот, глюкоза, сахароза и т. д.

Как рассказал А. Тригубович, пробы плесени могут отбираться различными способами, в том числе и стерильными ватными палочками. В зависимости от

того, какой объект изучается, это могут быть соскобы с поверхности, водные смывы и пр. Затем исследователи должны вырастить и проанализировать пробы: сравнить с помощью микроскопии или даже подключить молекулярно-генетические методы, чтобы узнать, что это за гриб, с какими свойствами и как они проявляются.

– Например, нами проводился такой эксперимент: моделировались различные условия доступности воды и оценивалось, как это влияет на развитие плесневых грибов, – рассказал исследователь. – Было выявлено, что низкая доступность воды приводит к развитию преимущественно аспергиллов, а при ее увеличении появляются пенициллы. Для грибов рода *Stachybotrys* – одного из представителей черной плесени – важен высокий, до 60–80, процент влажности, только тогда они чувствуют себя комфортно. Кстати, что касается среды обитания, все эти микроскопические грибы, можно сказать, местные, широко распространенные в условиях Беларуси.

Плесневым грибам в природе отведена также важнейшая роль и в освоении новых территорий. По словам А. Тригубовича, они обладают высоким потенциалом выживания в различных, нередко экстремальных, условиях существования: в присутствии малых количеств органических веществ и влаги, при воздействии ионизирующего радиоактивного и ультрафиолетового излучения. Микроскопические грибы сохраняют жизнеспособность и в условиях вечной мерзлоты. О чем свидетельствуют, в частности, полученные во время белорусских антарктических экспедиций образцы материалов, с которыми молодой ученый теперь проводит эксперименты.

Первоначально белорусских ученых из Института микробиологии в целом интересовало, есть ли плесень в Антарктиде. Но когда во время 7-й Белорусской антарктической экспедиции микробиологом Владиславом Мяминым были обнаружены очаги плесневых поражений



на различных материалах – брошенных старых деревянных ящиках, остатках текстильных изделий и даже на камнях, стало понятно, что микроскопические грибы способны выживать и в этих суровых условиях. Как же тогда бороться с живучей микрофлорой, которую не пугает даже вечная мерзлота? Как обеспечить безопасную эксплуатацию жилых модулей Белорусской антарктической станции, инфраструктура которой сейчас активно развивается?

Надо ли говорить, что ранняя диагностика потенциально опасных для здоровья вредоносных микроорганизмов очень важна для полярников. И задача ученых – предложить свою помощь в обеспечении безопасности. Ведь в условиях Антарктики забрать заболевшего человека для амбулаторного лечения крайне сложно: тут понадобится как минимум вертолет или корабль. Поэтому обоснованные научные рекомендации о возможностях совместного сосуществования человека и микроорганизмов принесли бы реальную пользу.

Из каждой экспедиции белорусские полярники, работающие на самом холодном континенте уже одиннадцатый сезон, привозят все новые материалы для дальнейших исследований. Собранный коллекция, а это более 100 культур микроорганизмов, выросших в суро-

вых условиях Антарктики, хранится в лабораторных условиях в Институте микробиологии НАН Беларуси. Научно-исследовательскую работу по изучению образцов полярной микрофлоры А. Тригубович ведет уже три года. Для продолжения изучения свойств уникальных микроорганизмов аспиранту, младшему научному сотруднику группы мониторинга биоповреждений отдела биотехнологии средств биологического контроля Института микробиологии Андрею Тригубовичу в этом году назначена стипендия Президента Республики Беларусь.

Ученый планирует, что в дальнейшем исследование полярной микрофлоры станет основой его кандидатской диссертации. Изучение свойств антарктических штаммов микромицетов в сравнении с распространенными в Беларуси позволяет дополнить общую картину жизни микроорганизмов. Оказалось, особо стойкие экземпляры микроскопических грибов из Антарктики можно использовать в условиях нашего умеренно континентального климата. Есть и другие интересные результаты. Среди полярных экземпляров А. Тригубовичем обнаружены темноокрашенные микромицеты, которые устойчивы к воздействию жесткого ультрафиолетового излучения.

◀▲ Артефакты, колонизированные плесневыми грибами, обнаруженные на территории антарктического оазиса «Гора Вечерняя»

## Заполярный сосед

Среди образцов полярной микрофлоры в числе наиболее перспективных в плане исследования молодой ученый выделяет микромицеты рода *Phoma*. Он рассказал, что это относительно редко встречающиеся экземпляры плесневых грибов. Найдены они на одном из старых деревянных ящиков, который пролежал под открытым небом в Антарктиде около 20 лет. Тем не менее грибам удалось вырасти в полярных условиях и образовать колонии. Экспериментальным путем в лабораторных условиях Андрей Тригубович намерен выяснить, на что еще способен данный гриб, особенно в смысле биоповреждений. Изучение дроворазрушающих грибов представляется особо актуальным еще и потому, что древесина – достаточно распространенный в строительстве материал. Полярникам тоже важно знать свойства такого, пусть и микроскопического, однако способного сосуществовать с ними в полярных широтах «соседа».

– Большая часть этих микроорганизмов преимущественно селится на остатках материалов, созданных человеком: это фрагменты древесины, бумаги, ткани, – рассказал ученый. – Наши полярники какое-то время располагались на российской станции возле горы Вечерняя, и на этой территории сохранились остатки человеческой деятельности. Для микробиологов особый интерес представляют буквально вмерзшие в лед, брошенные деревянные ящики именно с очагами плесневого поражения в виде каких-то налетов, потемнений, пятен. Очевидно, что данные микроколонии в течение многих лет каким-то образом выживают даже при супернизких температурах. Найдены также остатки тканей со следами живых микроорганизмов и биоповреждения материала.

Как отметил А. Тригубович, значительный материал для исследования был собран его научным руководителем кандидатом биологических наук Вячеславом Мяминым во время 7-й Белорусской антарктической экспедиции. На данный

► Культивирование разнообразных плесневых грибов из представителей полярной микрофлоры на питательных средах при изучении их свойств



момент это уникальные экземпляры – более 20 образцов.

– Из таких объектов как раз и были выделены микромицеты агенты биоповреждений, – поясняет ученый. – Экспериментальным путем нами уже выяснены некоторые особенности данных микроскопических грибов: у них есть ферментативная активность, они хорошо продуцируют полисахариды и ряд пигментов, преимущественно меланины.

В дальнейшем на основе изученных свойств полярных микромицетов ученые смогут разработать методические рекомендации для борьбы с биоповреждениями, вызванными развитием микроорганизмов, и в белорусских, и также в антарктических условиях. К слову, в нашей стране тоже есть объекты, где постоянно искусственным образом поддерживаются низкие температуры. На тех же ледовых аренах могут жить микроскопические грибы, для которых холод – самая благоприятная среда обитания. В этом плане интересны грибы рода *Cladosporium*. Сегодня А. Тригубович как раз отработывает методы по моделированию процессов биоповреждений с использованием штаммов, агрессивных в условиях низких температур.

– Мы заражаем микроспорами грибов поверхность, скажем, лакокрасочных изделий или бумаги, и наблюдаем, как они существуют в таких условиях, как развивается плесневый очаг, – пояснил ученый. – Выясняем, какими биоцидными средствами лучше действовать, чтобы бороться с плесенью более эффективно. Такие мониторинг и микодиагностика позволяют также определить, есть ли какие-то предпосылки для развития плесени.

Как рассказал ученый, параллельно с данными экспериментами по изучению микроскопических грибов был выделен ряд бактериальных культур, которые исследователи проверили на возможность использования их в качестве агентов биологического контроля. Иначе говоря, являются ли они продуцентами каких-либо антимикробных веществ, проявляющих антагонистическую активность, что позволяет эффективно бороться с фи-

топатогенами, грибами и бактериями. В частности, исследователей интересовало, как можно использовать антимикробные свойства бактерий, которые хорошо развиваются при низких температурах, чтобы предотвратить развитие фитопатогенов при закладке на хранение сельскохозяйственных культур, где будет поддерживаться постоянный низкотемпературный режим.

По словам президентского стипендиата, в настоящее время на основе антарктических бактерий разрабатывается препарат для защиты капусты белокочанной от возбудителя серой гнили – гриба *Botrytis cinerea*. Эти грибные микроорганизмы настолько активны, что готовы использовать для роста и развития любые повреждения: побитые или поцарапанные листья, место среза капусты и т. д. Однако ученым удалось выделить из полярных образцов бактерию – продуцент антимикробных веществ, которая в перспективе может стать основой для создания биологического препарата. В лабораторных условиях она показала хорошие результаты. Положительный эффект заключается в том, что бактерия ингибирует развитие фитопатогенов, и это позволит не только лучше сохранять сельскохозяйственные культуры на длительный срок, но и оздоравливать семена и рассаду. Теперь исследования продолжатся, что называется, в полевых условиях: бактериальные технологии экспериментально апробируют на белокочанной капусте.

Как видим, исследовательская работа молодого ученого нацелена на то, чтобы, изучив различные свойства полярной микрофлоры, их физиологические и биохимические качества, обнаружить вещества, которые потенциально могут использоваться для новых микробиологических технологий. Благодаря изучению антарктических микроорганизмов можно научиться защищать от плесневых грибов живые и неживые объекты в условиях низких температур. А также – открыть новую страницу в познании биоразнообразия микромира.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ ▮