

В.В. МАЗИН, Л.С. ШАШКОВА

**ГРИБЫ,
РАСТЕНИЯ
И ЛЮДИ**



**МОСКВА
АГРОПРОМИЗДАТ
1986**

ББК 28.591

М13

УДК 582.28

Рецензент: профессор, доктор биологических наук
Ю. Т. Дьяков

Мазин В. В., Шашкова Л. С.

М13 Грибы, растения и люди.— М.: Агропромиздат, 1986.— 208 с., ил.

Книга раскрывает удивительный мир грибов, богатство их форм и разнообразий. На ее страницах — наши давние знакомцы, постоянные объекты «тихой охоты» в лесу — шляпочные грибы, а также менее известные — грибы микроскопические. Читатель узнает о том, какой ущерб причиняют грибы сельскому хозяйству, вызывая болезни растений и животных; ознакомится с их полезными свойствами, широко используемыми в микробиологической промышленности при производстве кормовых дрожжей, аминокислот, витаминов, ферментных препаратов, антибиотиков.

Для широкого круга читателей.

М $\frac{3802010000-066}{035(01)-86}$ 25—85

ББК 28.591

© ВО «Агропромиздат», 1986

О Т А В Т О Р О В

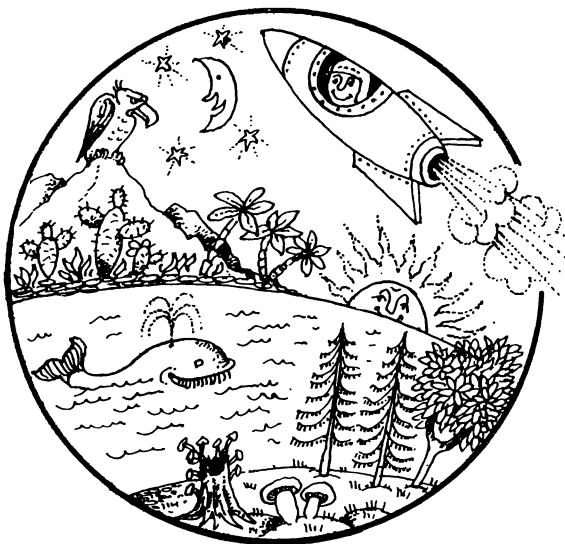
Грибы, растения и люди — многим, на первый взгляд, это сочетание слов покажется странным. Что такое грибы, мы все вроде бы знаем. Растения — это цветы и травы, деревья и кустарники. А люди... они, как известно, тесно связаны с окружающей природой. Однако книга эта не о сборе грибов, хотя говорится и об этом, — содержание ее гораздо шире. Ведь грибы — это не только всем известные подберезовики, маслята и рыжики... Например, для того чтобы размолотые в муку зерна злаков стали хлебом, а сок виноградных ягод вином, необходимо участие дрожжей — грибов, правда, микроскопических, у которых нет ни шляпки, ни ножки.

Грибы участвуют не только в создании пищевых продуктов, но и в уничтожении их при хранении, и только неустанная борьба человека обеспечивает снижение этих потерь до сравнительно невысокого уровня.

Еще примеры? Пожалуйста... . Деревья — прекрасный строительный материал. Срубленный древесиной мостят дороги, из нее строят дома, делают мебель, мастерят посуду и игрушки. А грибы «используют» ее по-своему. Кто из нас не видел трухлявых деревьев — это работа грибов-«трутовиков», способных, кстати, разрушить и уже созданные человеком сооружения.

Теперь представим другую картину. Земледелец с нетерпением ждал богатого урожая пшеницы. Радовался, когда показались всходы, налился колос. Но вдруг вместо полновесных зерен в нем появилась черная пылящая масса. Урожай, на который так рассчитывал человек, пропал: растение поразила страшная болезнь — пыльная головня пшеницы, и вызвал ее тоже гриб.

Подобные примеры далеко не единственные. Да, грибы можно назвать друзьями и помощниками человека, хотя часто они выступают и как его враги. О них, таких разных и таких интересных, о той роли, которую они играют в природе, в жизни растений и человека, и будет рассказано в предлагаемой книге.



Глава первая ТРИ КИТА ЭУКАРИОТОВ

СКОРО СКАЗКА СКАЗЫВАЕТСЯ —
ДА НЕ СКОРО ДЕЛО ДЕЛАЕТСЯ

По существующим данным, Земля и другие планеты Солнечной системы образовались из газопылевой туманности. Предполагают, что океан и атмосфера первобытной Земли образовались из твердого горячего вещества примерно 5—6 миллиардов лет назад. Когда возникла жизнь на Земле, до сих пор окончательно не установлено: считается, что это произошло примерно за 4,2 миллиарда лет до наших дней, но время от времени появляются новые гипотезы, отодвигающие это событие все дальше в глубь веков. Например, западногерманские ученые

из университета в Регенсбурге провели интересный опыт: они воссоздали природную среду, существовавшую на Земле задолго до того времени, когда, по современным представлениям, зародилась жизнь. Бактериям, обитающим в горячих ключах при 88°C , было предложено «меню» из серы, водорода и углекислого газа. И что же? Организмы на таком рационе прекрасно размножались. По мнению ученых, этот эксперимент должен помочь более точно установить «дату рождения» живой материи. Некоторые советские и зарубежные исследователи на основании геологических данных предполагают, что жизнь возникла на Земле практически одновременно с возникновением самой Земли.

Предоставим ученым право защищать свои гипотезы и попытаемся взглянуть на Землю со стороны. Космонавты утверждают, что из иллюминатора космического корабля земная суша кажется зеленым ковром. Это — результат «всюдности», как любил говорить академик В. И. Вернадский, жизни.

Биосфера Земли (то пространство нашей планеты, на котором существует жизнь) включает в себя великое множество живых организмов.

Чтобы легче разобраться в этом великом множестве проявлений жизни, было принято условное деление всего живого на царства, подцарства и даже надцарства. Но так же как на протяжении всей истории человечества неоднократно менялись границы государств, так и в представлениях ученых о царствах живых организмов происходили большие перемены. С чем это было связано? Ведь до определенного момента, а именно до середины XVII века, все казалось ясным: существуют растения, животные и человек, ими и ограничивается мир живых существ. Известный английский ученый Джон Бернал назвал XVIII век веком путешествий, коллекционирования и классификации. Именно в это время шведский нату-

ралист Карл Линней создал систему классификации минералов, животных и растений. Почти одновременно началось изучение живых представителей невидимого мира, не вошедших пока ни в какие системы классификации. Возможность подобного рода исследований появилась лишь благодаря созданию специального прибора — микроскопа.

Честь открытия миру невидимых невооруженным глазом организмов принадлежит голландцу Антони ван Левенгуку. Он родился в 1632 году в городе Делфте. В Амстердаме обучился торговому делу, затем, вернувшись домой, начал торговать мануфактурой. Все свободное время молодой человек отдавал любимому делу — изготовлению различных тонких приборов, в том числе шлифованию стекол. Вскоре Левенгук научился делать маленькие, но достаточно мощные линзы, которые назвал «микроскопиями». При помощи этих «микроскопий» он стал рассматривать буквально все, что попадалось ему под руку. Ему удалось добиться увеличения в 270 раз! Перед его глазами открылся целый мир живых существ, прежде никому не известных. Левенгук назвал их «зверьками», зарисовал их форму и в ряде случаев траекторию движения. Наблюдения Левенгука были тем зернышком, из которого выросла огромная отрасль науки — микробиология с ее многочисленными разделами (медицинской, ветеринарной, технической, почвенной и др.).

В 1665 году вышла в свет книга английского ученого Роберта Гука «Микрография или некоторые физиологические описания мелких тел, сделанные при помощи увеличительных стекол, с последующими наблюдениями и исследованиями». Рассматривая однажды под микроскопом тонкий срез древесной пробки, он увидел удивительную картину. Оказалось, что этот слой имеет ячеистое строение, напоминающее пчелиные соты. Гук назвал составные части ткани,

увиденные под микроскопом, словом «селл». В английском языке это слово означает ячейку, келью, клетку*. Гук подсчитал, что один кубический дюйм пробки содержит 1 259 712 000 таких клеточек. Так было открыто клеточное строение растительных тканей.

Результаты исследований Гука, как часто бывает в подобных случаях, вызвали интерес у специалистов, и у него появились последователи. Англичанин Н. Грю (ассистент известного физика Бойля) и итальянец М. Мальпиги специально посвятили свои исследования анатомии растений. Оба они пришли к заключению, что все растительные организмы состоят из клеток, «пузырьков», как они их называли. XVIII век стал веком создания различных типов микроскопов и проведения широких исследований анатомического строения тканей растений и животных. Было обнаружено, что и животные, и растительные организмы состоят из клеток, каждая из которых содержит в себе четкое структурное образование — ядро. В клетках растений оно видно даже при сравнительно малых увеличениях в виде круглого, резко очерченного тельца. Впервые клеточное ядро было исследовано английским ботаником Р. Броуном. В настоящее время учение о ядре клеток живых существ — кариология — обособилось в самостоятельную отрасль биологической науки.

В первой половине XIX века двое немецких ученых ботаник М. Шлейден и зоолог Т. Шванн обобщили все имеющиеся в их распоряжении данные и создали теорию, согласно которой тело любого многоклеточ-

* Современный англо-русский биологический словарь содержит около 300 различных слов — производных слова селл. В нашем языке тот же корень можно увидеть в словах целлофан, целлюлоза, целлулоид и другие.

ного организма состоит из клеток. Клеточная теория строения всех живых организмов составляет один из краеугольных камней современной биологии.

ДВА СВЕРХЦАРСТВА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Изучая клетки и ткани растений и животных, ученые не забыли о тех невидимых простым глазом существах, которых впервые в свои «микроскопии» увидел Левенгук. Выяснилось, что некоторые из них ядра не имели. К таким безъядерным организмам отнесли бактерии и сине-зеленые водоросли. Бактерии оказались очень удобными объектами для решения различных вопросов биохимической генетики. В результате проведенных экспериментов стало очевидным, что механизмы хранения и передачи генетической информации, биосинтеза белка очень близки как у организмов, имеющих ядро, так и у организмов, его не имеющих.

На основании наличия или отсутствия ограниченного мембраной ядра все живые организмы делятся на две большие систематические группы, два надцарства (сверхцарства): прокариоты — доядерные организмы и эукариоты — ядерные организмы. К прокариотам, или дробянкам, относятся бактерии и сине-зеленые водоросли. Эти организмы размножаются преимущественно (или даже исключительно) бесполо, путем деления или дробления материнской клетки.

Бактерии, способные жить только при наличии кислорода в окружающей среде, называются аэробными. На другие бактерии (их называют анаэробными) кислород действует подобно яду, подавляя их развитие. Бактерии чрезвычайно широко распространены на Земле и могут жить в самых различных условиях.

Например, в водоемах обитают бактерии, участвующие в образовании болотной или озерной железной руды. Здесь же можно обнаружить бактерии, окисляющие среду, а также массу других, попадающих в воду со стоками промышленных предприятий, богатых различными органическими веществами.

Почва также служит местом обитания огромного числа самых различных бактерий, осуществляющих разнообразные превращения органических и минеральных веществ. Число бактерий в почве варьирует в зависимости от условий влажности, температуры, кислотности, наличия питательных веществ, достигая порой десятков и сотен миллионов на 1 грамм почвы.

Бактерии обнаружены во льдах вблизи Южного Полюса и в водах горячих источников, температура которых достигает 90°C (причем в щелочных источниках они выдерживают даже температуру кипения воды 100°C), в водоемах с высоким содержанием солей (Мертвое море, Большое Соленое озеро) и в нефти на глубине более 2000 метров, а нитрифицирующие бактерии могут жить даже на голых скалах, где отсутствуют высшие растения.

Сине-зеленые водоросли, входящие наряду с бактериями в надцарство доядерных организмов,— обитатели главным образом пресных водоемов и почвы. Почвенные сине-зеленые способны усваивать атмосферный азот и обогащать им почву.

Другое надцарство живых организмов (ядерные, или эукариоты) включает в себя царство животных, растений, грибов*. Грибы выделили в отдельное цар-

* Необходимо иметь в виду, что в соответствии с различными современными системами классификации различают от двух до тринадцати царств живых организмов. Мы придерживаемся классификации, изложенной академиком А. Л. Тахтаджаном (см. «Жизнь растений», т. 1, М., Просвещение, 1974).

ство недавно. Во многих учебниках грибы и сейчас относят к низшим растениям. В XVII—XVIII столетиях науки о грибах — микологии не существовало. Ботаники занимались в основном сбором и описанием растений, но попадавшиеся им попутно грибы они описывали наряду с высшими растениями. Своеобразная форма грибов, неожиданное и массовое их появление на гниющих остатках растений, отсутствие привычных способов размножения ставили наблюдателей в тупик. Отношение многих ботаников к грибам можно характеризовать высказыванием французского ботаника XVIII века С. Вайяна, который считал грибы «проклятым племенем», изобретением дьявола, придуманным им для того, чтобы нарушить гармонию остальной природы. Недаром ученые долгое время не могли решить, к какому же царству отнести эти удивительные организмы.

Многие систематики включали грибы в царство растений, другие склонялись к тому, чтобы отнести грибы, подобно полипам, к разряду животных. Третьи выделяли их в самостоятельное царство живых организмов. Попытаемся же разобраться в причинах подобных сомнений.

Так же как и растения, грибы не заглатывают твердую пищу, а всасывают питательные вещества из субстрата; способны к неограниченному росту, ведут прикрепленный образ жизни. Однако существует ряд свойств, сближающих грибы с животными. Например, грибам свойствен гетеротрофный (за счет готового органического вещества) способ питания, тогда как растения образуют органиче-



ское вещество самостоятельно — автотрофно; многие грибы нуждаются в витаминах, оболочка их клеток (как у насекомых и других членистоногих) содержит хитин, в качестве запасного питательного вещества они накапливают гликоген (а не крахмал), и как конечный продукт обмена веществ образуют мочевины. Итак, между царствами растений, животных и грибов можно найти много общего. И тем не менее на вопрос, что же такое грибы, большинство биологов отвечает: это особое царство живых организмов.

Хорошо всем известные объекты «тихой охоты» — лесные грибы имеют многочисленную, очень разнообразную «родню».

К наиболее простым по строению «родственникам» относятся одноклеточные грибы — дрожжи. С помощью микроскопа можно измерить длину дрожжевой клетки, она равна примерно 8—10 микрометрам. Из-за способности дрожжей вызывать спиртовое брожение сахаров их используют в хлебопечении, виноделии, пивоварении, спиртовом производстве и в молочной промышленности.

Примером другого типа грибов могут служить плесневые грибы, образующие характерные налеты «плесени» на продуктах питания, фруктах, растительных остатках, коже и других предметах. Некоторые виды этих грибов вызывают различные болезни культурных растений, снижая тем самым их урожай.

Несмотря на великое разнообразие внешнего вида и физиологических функций грибов, существуют особенности строения, свойственные всем или большинству грибов. Вегетативное тело грибов представляет собой так называемую грибницу, или мицелий, состоящую из тонких нитей — гиф. Обычно грибница находится на поверхности того субстрата, на котором развивается гриб, и часто проникает внутрь его. Субстратом для грибов могут служить самые различные органические соединения: остатки растений,

продукты питания человека и животных, бумага, кожа, краски и многое другое. Обладая огромной суммарной поверхностью, гифы всасывают питательные вещества субстрата. При соответствующих условиях на грибнице появляются плодовые тела грибов. Размножаются грибы с помощью специальных образований, называемых спорами.

УЧЕНИЕ О САМОЗАРОЖДЕНИИ

По способу питания грибы делятся на две большие группы: сапротрофы — питающиеся органическими веществами отмерших организмов, и биотрофы — живущие выделениями живых организмов. К биотрофам относятся паразиты, существующие за счет другого организма (хозяина).

Еще несколько веков назад люди считали, что появление грибов — это результат сгущения испарений земли или гниющего вещества, воздействия росы или ударов молнии, одним словом — «игры» природы. Такое объяснение отражало бытующее в то время представление о самопроизвольном зарождении жизни.

Науке известны случаи, когда первоначальные представления оказывались вернее более поздних. Так произошло с учением Варрона о «контагиум вивум» — живом источнике заразы. Известный ученый и политический деятель, трибун и сподвижник великого Помпея, Марк Терренций Варрон написал более 600 книг по всем отраслям знаний. В своих работах он предполагал, что в болотистых местах вырастают мельчайшие животные, невидимые глазу, но свободно распространяющиеся в воздухе. Проникая в тело человека через рот или нос, они вызывают тяжелые болезни. Эти предположения легли в основу его учения о том, что причина всякой заразной, или

«прилипчивой», болезни кроется в живых существах. В течение веков удивительной догадке Варрона суждено было оставаться в забвении. Открытие Левенгука, впервые увидевшего и описавшего движения мельчайших живых существ, казалось, экспериментально подтверждало учение о «контагиум вивум». Однако представление о живом источнике заразы было совершенно изгнано из науки под влиянием учения о самозарождении. В течение многих веков люди считали само собой разумеющимся, что лягушки, мыши, пчелы, черви, тараканы, мухи и некоторые другие животные возникают сами по себе в гниющем мусоре, плодородной почве или приносятся с теплыми дождями или туманами. Например, Аристотель утверждал, что угри возникают при брожении тины рек, а гусеницы — при гниении растений. Вергилий считал, что рой пчел зарождается во внутренностях павшего быка. Лукреций рассказывал о происхождении листьев из речной воды, стад из луговой травы и так далее. Шло время, но представления о самозарождении почти не менялись. «Если вы хотите произвести на свет мышь, возьмите горшок с зерном, заткните его грязной рубашкой и через месяц оттуда выбежит целая стая мышей. Я это видел собственными глазами!» — писал ученый XVI века И.-Б. Гельмонт. Другой ученый предлагал свой метод «изготовления» мух: «Оставьте на солнце кусок мяса, и через некоторое время из него вылетит мушиный рой». Известный в свое время итальянский ученый У. Альдрованди в большом сочинении по естественной истории описывал происхождение уток из плодов дерева и превращение моллюсков в птиц. Многие считали доказательства ученых вполне убедительными: разводятся же от сырости мокрицы, от грязи — клопы, от пыли — блохи! Очевидно, что условия, благоприятные для жизни паразита, порождают самого паразита. Такие взгляды нашли отражение

и в сочинениях русских авторов. Дмитрий Ростовский, современник Петра I, весьма образованный для своего времени человек, писал: «В корабле Ноевом не бяху такожде та животна, якоже от земная влаги, от блата и согнтия родятся, якоже мыши, жабы, скорпии и прочая пресмыкающаяся по



земли: и черви различные, жуки же и хрустие и прущи, и яже от росы небесная зачинаются комары и мшицы и иная тем подобная; та вся потопом погибоша и паки по потопе от таковых же веществ родившася».

Долгое время существовало мнение, что бабочки, саранча, раки, улитки, угри и другие подобные им организмы порождаются гниющей материей, которая приобретает форму того или иного существа под влиянием «жизненной силы». Учение об особой жизненной силе, управляющей явлениями, происходящими в живых существах, называлось витализмом, а его приверженцы — виталистами.

Витализм и учение о самозарождении оказались удивительно живучими. Известный американский микробиолог М. Фробишер в книге, вышедшей в 1962 году, рассказывает об одной почтенной даме, своей старой знакомой, которая горько ему жаловалась, что ее обманули в магазине. Какой-то торговец продал ей шерстяное покрывало, которое превратилось в моль, полежав несколько месяцев в чулане.

Сомневаться в самозарождении живых существ три века назад значило, по мнению ученых того времени, не доверять разуму и здравому смыслу. Сомневающимся советовали поехать в Египет, где поля кишмя кишат мышами, на несчастье людей

порожденными нильским илом. Экспериментальный метод в эпоху средневековья и долгое время после нее считался недостойным настоящего ученого. Все научные вопросы решались на диспутах схоластического характера. Предаваясь игре словами и понятиями, спорящие с недоверием и даже презрением относились к экспериментированию. Проводить опыты в те времена было небезопасно, экспериментаторов подозревали в связи с нечистой силой, что грозило суровыми карами со стороны господствовавшей в то время церкви. Однако постепенно подобный метод исследования материального мира завоевал право на жизнь и авторитет среди ученых. Суть его — в активном вмешательстве в течение того или иного природного процесса, изучение этого процесса в возможно более «чистом» виде, с применением измерений, осуществляемых с помощью различных технических устройств.

Одним из первых экспериментаторов, пытавшихся опровергнуть теорию самозарождения, был итальянский врач, член Флорентийской академии наук Франческо Реди. В отличие от своих предшественников, демонстрирующих самопроизвольное зарождение личинок мух в гниющем мясе, Реди в качестве «технического устройства» использовал кусок плотной марли, которой он закрыл сверху банку с куском мяса. Мухи, привлеченные запахом мяса, не имели возможности попасть внутрь банки, и гниение мяса не сопровождалось появлением «червей» — личинок мух. Таким образом, стало очевидно, что личинки могут появиться лишь в том случае, если мухи откладывают свои яйца непосредственно на продукт. Результаты этих опытов соответствовали представлениям знаменитого английского врача Вильяма Гарвея, выраженным им в известной формуле: «Омне анимал екс ово», то есть «все животные из яйца», исключающей возможность самозарождения в мире животных.

БОРЬБА ВОКРУГ МИКРОБОВ

Но сторонники теории самозарождения не сдавали своих позиций. Существовал невидимый мир, исследования которого после открытия Левенгука успешно продолжались. Теперь основные битвы сторонников и противников теории самозарождения развертывались вокруг организмов, невидимых простым глазом. Ученые обнаружили, что если сено залить водой и оставить на несколько дней в тепле, то в сенном настое появляется несметное количество «зверьков»*. Стоит ли говорить, что два-три столетия назад это было почти неоспоримым доказательством самопроизвольного зарождения.

Как же развивались события дальше? Француз Луи Жобло прокипятил сенной настоей. Все живые существа в нем погибли. Половину настоя Жобло перелил в прокаленный сосуд и закрыл, другую половину оставил в открытом сосуде. Через несколько дней в открытом сосуде вновь возникло множество микроорганизмов, тогда как в закрытом их не было. Опыты Жобло опровергли возможность самозарождения. Но тут в борьбу вступил англиканский пастор Джон Нидхэм. Он также прокипятил мясной отвар и оставил его в крепко закупоренном сосуде, а через несколько дней под микроскопом в прокипяченном бульоне обнаружил бесчисленное количество мельчайших организмов. Сам собой напрашивался вывод: низшие организмы возникли путем самозарождения.

* Следует отметить, что сам Левенгук не считал, что его «зверьки» самозарождаются в отварах и настоях. В одном из писем к Королевскому обществу он писал: «Я полагаю, что мы уже можем быть достаточно уверены в том, что все животные, как бы малы они не были, зарождаются не в результате процессов гниения, а только размножением себе подобных».

Опыты и доказательства Нидхэма произвели сильное впечатление на современников, и теория самозарождения приобрела массу сторонников, в том числе знаменитого французского натуралиста Бюффона.

Однако вскоре неоспоримость доказательств Нидхэма подверглась сомнению. Было высказано предположение, что существуют организмы, способные переносить температуру кипения воды. Действительно, значительно позже обнаружили устойчивые к нагреванию споры бактерий, неизвестные во времена Нидхэма. Кроме того, не исключалась возможность проникновения в крепко закрытый сосуд извне мельчайших живых существ. Но предположения предположениями, а науке, ставшей уже на путь экспериментального изучения природы, были необходимы реальные факты. Такие факты представил итальянский естествоиспытатель Лаццаро Спалланцани.

Лаццаро Спалланцани — аббат и профессор естествознания в Павии — выступил с опровержением результатов Нидхэма. Он обнаружил, что если органические жидкости (например, мясной бульон) кипятить три четверти часа, а потом сосуд плотно закрыть, то живые существа не образуются. Но жизнь возникала, если в соприкосновение с жидкостью приходил воздух, не испытанный «силы огня».

В это же время сторонники теории самозарождения нашли поддержку своим взглядам в открытии современника Спалланцани — французского химика Лаувазье, который показал, что воздух неоднороден и содержит в своем составе животворный газ — кислород. Вполне вероятно, — считали они, — что чрезмерное нагревание сосудов с органическими жидкостями во время опытов Спалланцани настолько изменяет воздух в этих сосудах, что он становится неспособным поддерживать жизнь.

В начале XIX века опыты Спалланцани повторил немец Ф. Шульце. Он, как и его предшественник,

нагревал сосуд с органическими жидкостями, но воздух в этот сосуд пропускал через раствор серной кислоты. Организмы в жидкости не развивались, следовательно, в этом случае воздух, даже не подверженный действию «силы огня», не вызывал появления живых существ.

Опыты Шульце несколько видоизменил его соотечественник Т. Шванн — воздух в прогретую на огне колбу проходил через металлическую трубку, раскаленную докрасна. Появление микробов также можно было предотвратить, добавляя к раствору ядовитые вещества. Эти опыты легли в основу учения об антисептике, то есть о веществах, убивающих или подавляющих рост болезнетворных микроорганизмов.

Все же рассеять сомнения сторонников теории самопроизвольного зарождения этими опытами не удалось, ведь происходящее изменение состава воздуха делало его неспособным поддерживать жизнь. Необходима была иная постановка опытов, при которой воздух, попадающий в сосуд с органическими растворами, не подвергался бы столь сильным воздействиям.

Такие опыты были поставлены во второй половине XIX века Шрёдером и фон Душем. Фильтром на этот раз служила стеклянная трубка, набитая ватой. Очищенный подобным образом воздух также не вызывал образования живых организмов. Поскольку ученые изучали гнилостные и бродильные процессы, их эксперименты свидетельствовали о том, что гниение и брожение органических настоев вызывает «нечто», какие-то частицы, задерживаемые ватой. К сожалению, опыты Шрёдера и фон Душа не всегда давали однозначные результаты, бывали случаи, когда предварительно прокипяченная жидкость начинала загнивать или бродить при соприкосновении с воздухом, прошедшим через ватный фильтр.

Научная полемика между приверженцами противоположных точек зрения к середине XIX века достигла наивысшего накала. Те и другие ученые ставили опыты, получая при этом нужные им результаты.

«НЕОПРОВЕРЖИМЫЕ» РЕЗУЛЬТАТЫ ПУШЕ

«Неопровержимые» результаты самопроизвольного зарождения получил в 1859 году французский натуралист, директор музея естественной истории в Руане, член-корреспондент Академии наук Жорж Пуше. Зная, что кислород необходим для живых организмов, он использовал лабораторный метод получения кислорода, который затем вводил в сосуд с органическим экстрактом. Опыты выглядели так. Колбу с водой продолжительное время кипятили, закрывали и опрокидывали в сосуд с ртутью. Затем под ртутью вновь открывали и вводили через ртуть кислород и немного сена, выдержанного при температуре свыше 100°C . Через несколько дней в экстракте появлялись микроскопические существа. Эти опыты дали основания Пуше опубликовать свои результаты и в категорической форме заявить о несомненной возможности самопроизвольного возникновения жизни. В докладной записке Французской академии наук он писал: «Мною найдены несомненные доказательства тому, что низшие животные и растения не попадают в жидкость извне, а самозарождаются в различных отварах и настояках». Пуше был убежден, что в его опытах не было никакого контакта воздуха с жидкостью, а, как известно, зародыши, дающие начало жизни, могли попасть в жидкость только из воздуха. Пуше считал совершенно невероятным, что микроорганизмы могут находиться в воздухе в большом количестве. Он заявлял, что если воздух действительно так насыщен микробами,

как говорят, то он должен иметь по крайней мере плотность железа.

Накал страстей сторонников и противников теории самозарождения микроорганизмов достиг своего апогея. В этой обстановке Французская академия наук приняла решение о назначении премии тому, кто точными и доказательными опытами даст исчерпывающий ответ о возможности самопроизвольного зарождения организмов в природе.

В БОРЬБУ ВКЛЮЧАЕТСЯ ЛУИ ПАСТЕР

В исследовании этой проблемы принял участие французский химик Луи Пастер. Прежде чем заняться исследованиями самозарождения, Пастер исследовал «болезни» вина и пива, которые приносили большой ущерб внешней торговле Франции. При хранении вино прокисало или прогоркало, пиво также приобретало кислый вкус. Пастеру было известно, что спиртовое брожение вызывается микроскопическими живыми организмами. Изучая причины порчи вина и пива, Пастер пришел к выводу, что «болезнь» вызывает размножение посторонних, так называемых «диких» микроорганизмов. Он доказал, что зародыши «диких» микроорганизмов начинают развиваться в жидкости, когда для этого создаются благоприятные условия. Ученый предложил простой способ «лечения» вина — тепловую обработку. В его честь этот способ назвали «пастеризацией».

Уже имеющийся опыт Пастер использовал для





решения новой проблемы. Ведь по существу вино и пиво — органические жидкости, аналогичные тем, что широко использовались другими учеными для наблюдения за самозарождением живых организмов. Пастер стал постепенно, шаг за шагом повторять опыты своих предшественников. Под

влиянием работ по исследованию сущности процессов брожения у Пастера сложилось твердое убеждение, что эти процессы — результат жизнедеятельности микроорганизмов. Навыки экспериментальной работы дали Пастеру возможность пройти за 4 года путь, на который его предшественникам потребовалось более 100 лет.

Пастер показал, что любая органическая жидкость (молоко, вино, кровь, моча, различные отвары) подвергается брожению или гниению под влиянием микроорганизмов из воздуха. Но если эти жидкости достаточно долго прогреть и в дальнейшем препятствовать попаданию зародышей микроорганизмов извне, то микробы в них не появляются. Однако противники Пастера утверждали, что продолжительное нагревание жидкостей изменяет их и делает непригодными для возникновения и поддержания жизни. Пастер изящным экспериментом опроверг это утверждение. Он длительное время кипятил жидкость в сосуде, внутренняя среда которого сообщалась с воздухом через ватный фильтр. Микроорганизмы не развивались. Тогда Пастер бросил в жидкость ватную пробку, и жидкость быстро загнила, то есть оказалась вполне пригодной для развития микроорганизмов. Таким образом, Пастер подвел итог

многолетней дискуссии о возможности самопроизвольного зарождения живых организмов. Сторонникам этого учения следовало отказаться от своих представлений и признать, что все живое — будь то микробы или высшие организмы — не зарождается само по себе, а возникает от своих предшественников, то есть «омне вивум экс виво» (все живое из живого).

РОЖДЕНИЕ НОВОЙ НАУКИ

Существовало мнение, что организмы самопроизвольно возникают не только в неживой среде (это блестяще опроверг Пастер), но и в живых организмах. Примером служили так называемые «сыпи», которые иногда без видимых причин высыпали на различных органах растений. Полагали, что паразитические грибы, образующие эти сыпи, возникают самопроизвольно. Необходимо было исследовать происхождение грибов, появляющихся на растениях, и выяснить, причиной или следствием заболевания они являются. Решением этих вопросов занялся немецкий биолог Антон де Бари. Он исследовал биологию нескольких грибов, чаще всего встречающихся на листьях или стеблях растений.

А. де Бари, получивший медицинское образование в Берлинском университете, еще в студенческие годы увлекся ботаникой. Его диссертация на степень доктора медицины по существу была ботанической, так как посвящалась исследованию полового процесса у растений. Позже де Бари стал профессором ботаники и преподавал в университетах Фрейбурга, Галле и Страсбурга. Он провел тщательное исследование пероноспорных и ржавчинных паразитических грибов, заложив своими опытами основы науки о болезнях растений — фитопатологии.

Де Бари первым использовал метод искусственного заражения растений спорами предполагаемых возбудителей болезней. Ученый прослеживал цикл развития паразита до образования нового спороношения, сравнивая свои наблюдения с наблюдениями за развитием болезни в природе. Эти методические подходы дали ему возможность выяснить, какие условия благоприятны для спороношения возбудителя, прорастания спор, а следовательно, для развития болезни. То есть в отличие от своих предшественников, больше полагавшихся на умозрительные заключения, де Бари сделал основой своих исследований лабораторный эксперимент. Именно с его помощью он доказал: грибы вызывают болезнь, а не зарождаются самопроизвольно в тканях больного растения. Результаты экспериментов де Бари были представлены на соискание премии Французской академии наук по вопросу о самопроизвольном зарождении. Исследования, удачно дополнившие работу Пастера, принесли ученому почетный отзыв академии и премию, которую он разделил с Пастером.

Таким образом, работы Пастера и де Бари подвели итог дискуссии о самопроизвольном зарождении жизни, продолжили исследования микроскопических организмов, начатые Левенгуком, послужили основой для дальнейшего развития микробиологии и фитопатологии.



Глава вторая В ЛАБОРАТОРИИ У МИКОЛОГОВ

КАК МЫ ИЗУЧАЕМ
ОКРУЖАЮЩИЙ МИР

Изучение окружающего нас мира ограничено тесным кругом доступных нам восприятий, собираемых при помощи органов чувств, этих, по выражению И. П. Павлова, «анализаторов внешнего мира». Расширить горизонт непосредственных наблюдений — издавна было одной из важнейших задач науки. Результатом такого стремления явилось открытие мира телескопического, с одной стороны, и микроскопического — с другой. Только с изобретением микроскопа перед нами открылся бесконечный мир мельчайших существ, и все успехи микробиологии, мико-



логии, да и многих других наук оказались тесно сплетены с успехами в области микроскопической техники.

Увеличительные стекла были известны с древности. Предание гласит, что император Нерон наблюдал бой гладиаторов через отшлифованный смарагд.

В средние века увеличительными стеклами пользовались почти исключительно для забавы и называли их «витра пиликариа», то есть «блошинные стекла», так как одним из обычных объектов наблюдения служили блохи. В начале XVII века, когда зарождалась микробиология, не было фабрик, изготовлявших оптические приборы, и ученым поневоле приходилось самим овладевать этим сложным мастерством, достигая иногда в этом поразительного искусства. Например, Ньютон установил законы отражения и преломления света на им же самим изготовленных зеркалах и линзах и собственноручно построил большой телескоп, по сей день хранящийся в библиотеке Лондонского королевского общества как драгоценная историческая реликвия.

Первые исследователи микроскопического мира пользовались простыми лупами различной силы увеличения, которые изготавливались из стекла, кварца и даже алмаза. Оптическая часть первых микроскопов XVII—XVIII веков была, конечно, весьма несовершенной. Штативы делали из картона, кости, рога и тому подобных материалов. Самим микроскопам давали причудливые названия, например «окулус артифишиас» — «искусственный глаз» и тому подобное.

Однако уже в конце XVII века микроскопы появились на прилавках магазинов: несколько фирм наладили их серийное производство. Покупатели были самые разные — ученые и люди, весьма далекие от науки. Для многих микроскоп служил диковинной забавой, некоторых заставлял глубоко задуматься.

В наше время микроскоп стал одним из важнейших приборов, с помощью которых ученые открывают все новые и новые тайны природы. Как был бы поражен Антони ван Левенгук, заглянув в современную лабораторию! Особенно, наверное, его поразили бы микроскопы — ведь в отличие от его луп современный световой микроскоп увеличивает в 3000 раз, а электронный микроскоп — в сотни тысяч и миллионы раз, что позволяет досконально изучить живую клетку.

Ученые, инженеры, оптики, физики, биологи разных стран, используя микроскоп в своих исследованиях, постоянно, хотя и не так быстро, как хотелось бы, улучшали его конструкцию, все более расширяя тем самым границы знаний.

В 1903 году австрийские ученые Г. Зидентопф и Р. Зигмонди нашли новый способ наблюдения объектов — так называемый метод темного поля. Идея этого метода состояла в том, что исследуемый прозрачный объект освещался косыми лучами, которые при отсутствии рассеяния в образце не попадают в объектив микроскопа. Если объект исследования содержит включения также прозрачные, но с другим показателем преломления, то прошедшие через эти включения и изменившие свое направление световые лучи попадают в объектив, и включение становится видимым. Так как большая часть световых лучей в объектив не попадает, поле зрения темное, а на его фоне видны светлые изображения микровключений.

В 1935 году голландский физик Ф. Цернике изобрел фазово-контрастный микроскоп (в 1955 году он получил за это открытие Нобелевскую премию). Преимущество этого прибора заключалось в том, что с его помощью можно было наблюдать живые клетки микроорганизмов, что далеко не всегда возможно при работе с обычным микроскопом. Чтобы хорошо рассмотреть препарат в световой микроскоп, микроорганизмы обычно фиксируют (убивают) и окрашивают; при этом существует опасность изменения структуры клетки, появления «артефактов» (искусственно вызванных процессов или образований). Поэтому очень важно наблюдать организмы в живом состоянии. Фазово-контрастный микроскоп обладает специальным приспособлением, которое изменяет длину пути световых волн, исходящих от наблюдаемого объекта, благодаря чему возникает фазовый сдвиг на одну четвертую длины волны. Это усиливает рельеф изучаемого объекта и помогает увидеть некоторые мелкие элементы структуры клеток.

Близкий родственник фазово-контрастного микроскопа — интерференционный микроскоп, изобретенный французским физиком Г. Номарским, позволяет детально изучить поверхность клеток.

В настоящее время широко используются люминесцентные микроскопы. Само явление люминесценции, в частности, его природные проявления известны с незапамятных времен: свечение некоторых минералов, полярные сияния и так далее. Начатые в конце XIX века систематические исследования люминесценции привели ученых к открытию рентгеновских лучей и радиоактивности. Люминесцентная микроскопия основана на свойстве различных объектов живой и неживой природы испускать видимый свет в одном диапазоне длин волн при их освещении световыми лучами другого диапазона

длин волн. Поскольку длина волны лучей люминесценции всегда больше, чем длина волны лучей, ее возбуждающих, освещение объекта стараются проводить ультрафиолетовым светом, в этом случае используют специальный микроскоп с ультрафиолетовой техникой. В биологии люминесцентная микроскопия — незаменимое орудие в руках ученых. В значительной степени это связано с тем, что световые лучи позволяют наблюдать за живыми объектами, и с тем, что многие ткани и органы живых объектов либо обладают собственной флуоресценцией, либо весьма успешно поддаются люминесцентному окрашиванию специальными красителями — флуорохромами.

Трудно представить себе работу цитолога, цитохимика, генетика, микробиолога без электронного микроскопа, так широко используемого в современных лабораториях. Первый электронный микроскоп сконструировали сотрудники Высшей технической школы в Берлине М. Кноль и Э. Руска в 1931 году. В 1940 году электронный микроскоп был создан в СССР А. А. Лебедевым и В. Н. Верцнером в Государственном оптическом институте в Ленинграде. Вскоре после окончания Великой Отечественной войны советская промышленность приступила к серийному выпуску этих приборов.

Роль световых лучей в электронном микроскопе играют пучки электронов. Их движением управляют электромагниты, заменяющие оптические линзы. Современный электронный микроскоп позволяет получить увеличение объекта в несколько сот тысяч раз.

Однако при таком увеличении клетки растений, грибов, бактерий оказываются слишком плотными, и лучи электронов не могут пройти через них. Получить сверхтонкие срезы клеток позволяет специальный микрохирургический прибор — ультрамикротом.

Исследователи, работающие на электронном микроскопе, добились необыкновенных успехов и превзошли, пожалуй, знаменитого Левшу, сумевшего подкопать блоху. Клетку диаметром около 15 микрометров, предварительно залитую особым быстро затвердевающим веществом аралдитом, нарезают ультрамикротомом на 750 тончайших срезов, каждый из которых не толще 0,02 микрометра!

Однако при использовании электронного микроскопа все наблюдения должны проводиться в вакууме, так как воздух представляет для электронов непреодолимое препятствие. Вакуум же приводит к немедленному обезвоживанию и гибели всех живых клеток.

Но исследователи смогли устранить и этот недостаток. Французские ученые из Института электронной микроскопии в Тулузе решили использовать более высокое напряжение для разгона потоков электронов. В обычном электронном микроскопе это напряжение составляет 100 000 вольт. Французы использовали напряжение 1 500 000 вольт, в результате чего скорость электронов приблизилась к скорости света. На пути исследователей возникло много технических трудностей: следовало оградить обслуживающий персонал от вредного воздействия рентгеновских лучей, образующихся при попадании электронов на металлические части аппарата; создать электромагнитные линзы, весящие 700 килограммов, и так далее. Кроме того, при столь высоком напряжении большую опасность представляет влажность воздуха, поэтому все сооружение пришлось поместить в металлическую сферу диаметром 24 метра. При ускорении, созданном в таком электронном микроскопе, электроны проникают не только через тончайший слой воздуха, но и через живые клетки. Конечно, продолжительное воздействие электронов повреждает клетки, а позднее и убивает

их, но тем не менее какое-то время они остаются живыми и неизменными.

С помощью всех этих приборов ученые смогли проникнуть и в клетку гриба, узнать ее строение, открыть ее тайны.

СТРОЕНИЕ ГРИБНОЙ КЛЕТКИ

Клетка гриба, как броней, одета твердой оболочкой, основу которой составляет клеточная стенка. Она содержит сахара, белки, жиры, нуклеиновые кислоты, а также хитин (подобно наружному скелету насекомых и ракообразных).^{*} В наружных частях клеточной оболочки часто можно обнаружить темные пигменты — меланины. К внутренней стороне клеточной стенки примыкает цитоплазматическая мембрана — плазмалемма. Одна из основных ее функций — поддерживать в клетке определенное осмотическое давление. Сквозь плазмалемму внутрь клетки поступают вещества, служащие источником питания, а наружу выделяются продукты химической активности клетки. Таким образом, цитоплазматическая мембрана играет роль пограничной стражи, которая пропускает внутрь клетки или выдворяет из нее определенные вещества, причем сама активно способствует этому процессу. Важнейшей структурой клетки является эндоплазматический ретикулум — система канальцев и пузырьков (цистерн). Различают два типа эндоплазматического ретикулума —

1.

^{*} С помощью электронного микроскопа интересные результаты получили чехословацкие исследователи из города Брно. Они растворяли клеточную стенку дрожжевых грибов с помощью фермента, выделяемого виноградной улиткой. Такие протопласты (то есть клетки без клеточной оболочки) — отличная модель, на которой можно наблюдать формирование клеточных стенок.

гладкий и зернистый. На поверхности последнего расположены рибосомы — основные центры синтеза белка.

В клетках грибов, как и в клетках растительных и животных организмов, обнаружены митохондрии — особые энергетические станции клеток. В них протекают процессы химического преобразования веществ, благодаря которым клетка приобретает необходимую ей энергию.

Важный жизненный центр клетки — ядро. Это — «планирующий орган», управляющий деятельностью клетки и обеспечивающий передачу наследственных свойств от одного поколения другому. Ответственность за эту операцию несут, как уже говорилось, молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), содержащиеся в ядре. У грибов встречаются одноядерные (монокарионы), двухъядерные (дикарионы) и многоядерные (мультикарионы) клетки. Ядра грибных клеток обладают интересной особенностью — они могут передвигаться из старых частей мицелия к растущим. Механизм этого движения пока еще до конца не изучен.

В клетках гриба есть свои кладовые, где хранятся запасы питательных веществ; гликоген в виде гранул содержится в цитоплазме, там же можно обнаружить капли масла и волютин (питательное вещество, состоящее из полифосфатов, а также соединений, близких к нуклеиновым кислотам).

ЧТО МОЖНО УВИДЕТЬ В ЛАБОРАТОРИИ

Читателя, случайно попавшего в лабораторию миколога или микробиолога, поразит обилие стеклянных сосудов различной формы — цилиндрических, шарообразных, плоских, больших и маленьких — для выращивания грибов, для приготовления пита-

тельных сред и различных реактивов, необходимых для изучения грибов. Многие сосуды названы по имени ученых, впервые применивших их в своей работе. Здесь можно увидеть колбы Пастера, Эрленмейера и Бунзена, матрас Ру, чашки Петри и Коха.

Мытье лабораторной посуды — это искусство, которым должен овладеть каждый ученый, проводящий лабораторный эксперимент. От чистоты посуды часто зависит судьба и успех опыта. В настоящее время промышленность облегчает работу ученых. Например, налажен выпуск стерильных чашек Петри одноразового пользования из пластмассы, упакованных в полиэтиленовые пакеты.

Сосуды с культурами грибов хранятся в специальных шкафах — термостатах, сохраняющих определенную температуру, благоприятную для роста грибов.

На полке в ряд выстроились бутылочки с красными, синими, зелеными, черными растворами — разнообразными красителями, используемыми для окраски грибов при изучении их под микроскопом. Большинство красителей, применяемых в микробиологии и микологии, принадлежит к производным анилина (анилиновые красители). Они представляют собой нейтральные соединения, построенные по типу солей, причем у одних красящее начало принадлежит основанию (основные или ядерные красители), а у других кислоте (кислые или протоплазматические красители). Комбинацией контрастных цветов основных и кислых красителей можно дифференцировать ядро и протоплазму. Кроме искусственных анилиновых красителей в микробиологии и микологии находят применение также естественные краски животного или растительного происхождения, например, кармин, добываемый из кошенили, а также гематоксилин, получаемый из кампешевого дерева.

«МЕНЮ ГРИБОВ»

Грибы очень требовательны к пище, поэтому в лаборатории хранится весьма разнообразный ассортимент питательных веществ, необходимых для приготовления питательных сред. Для нормального развития гриба нужно, чтобы среда содержала все необходимые для него элементы, причем в форме, наиболее подходящей для усвоения.

Каково же «меню» грибов? Основу их питания составляют два элемента — углерод и азот. Источниками углерода служат различные углеводы; например, сахароза, глюкоза, фруктоза, инулин, крахмал. Источники азота могут быть минеральными (азотнокислый калий, азотнокислый натрий и другие) и органическими (пептон, дрожжевой экстракт). Многие грибы предпочитают твердые питательные среды, поэтому в питательную среду вводят вещество, которое способствует превращению питательной жидкости в твердый субстрат. Впервые такое вещество применил немецкий ученый Роберт Кох, посвятивший свою жизнь исследованию всевозможных заразных болезней.

Он добавлял в горячие питательные растворы желатину, превращающую жидкость в желе. Желатина — вещество белковой природы и поэтому под воздействием микроорганизмов разлагается и разжижается. Кроме того, желатиновое желе начинает превращаться в жидкость уже при температуре 28° С. Выход из этого положения нашли совершенно случайно. Ассистент Коха В. Гессе пожаловался жене на неудачи опытов с желатиной. Она вспомнила, что на Дальнем Востоке для приготовления многих блюд использовали в качестве желатиноподобного вещества агар-агар — продукт, получаемый из некоторых видов морских водорослей. Было решено попробовать агар в качестве вещества, способствующего

шего затвердению питательных сред. И он вполне оправдал надежды ученых. Работать с ним оказалось очень удобно.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГУРМАНЫ

Одно время ученых серьезно занимала мысль подыскать питательную среду, которая имела бы универсальное значение и могла служить для питания всех микроорганизмов, в том числе и микроскопических грибов. Бесплодность этих попыток совершенно очевидна, так как жизненные потребности отдельных организмов очень разнообразны.

Жизнь огромного большинства микроорганизмов неразрывно связана с окислительными процессами, но для некоторых видов, как уже говорилось, свободный кислород является ядом. Одни организмы предпочитают щелочную реакцию среды, другие — кислую. По мере развития микробиологии и экспериментальной микологии увеличивается список сред, предлагаемых микроскопическим «гурманам», и микробиологическая кухня, по своему разнообразию и изысканности мало чем уступающая знаменитой французской, с каждым годом пополняется все новыми и новыми рецептами сред. В качестве примера можно привести черносливовую или вишневую агаризированную питательную среду для выращивания гриба Склеротиния — возбудителя болезни плодов, виноградную желатину — среду для почвенных грибов и тому подобное. Различные микроорганизмы предъявляют к пище далеко не одинаковые требования. Одни из них удовлетворяются более чем скромным питанием, другие чрезвычайно разборчивы. При этом следует отметить, что нетребовательных к пище микроорганизмов немного. Большинство из них — виды, необычайно капризные, среди них

есть много таких «лакомок», которые не могут обойтись без витаминов.

Микроорганизмы в естественных условиях потребляют, как правило, сырые продукты, содержащие необходимые для них вещества. Микробиологи и микологи, готовя пищу для микроскопических, да и не только микроскопических, грибов, обязательно подвергают ее стерилизации. Этой процедурой они уничтожают все микроорганизмы, находящиеся в питательных средах и сосудах для того, чтобы грибы, помещаемые на среду, попали на абсолютно стерильный субстрат.

МЕТОДЫ СТЕРИЛИЗАЦИИ

Для стерилизации посуды, инструментов и питательных сред в лаборатории имеются различные приспособления и приборы. Мелкие предметы — стекла, скальпели, ножницы, иглы погружают в денатурат или этиловый спирт и прожигают на пламени спиртовки. Посуду обычно стерилизуют в сушильном шкафу при 160°C в течение двух часов. Стерилизуемые предметы заворачивают при этом в бумагу, предохраняющую их от загрязнения микроорганизмами после стерилизации.

Питательные среды при стерилизации сухим жаром, как правило, изменяют свой химический состав. Поэтому для их стерилизации используется насыщенный пар, который получают в специальном приборе — автоклаве. В автоклаве создается повышенное давление водяного пара, что обеспечивает стерилизацию растворов и питательных сред. Первый автоклав был создан в Париже в 1885 году под руководством Пастера.

Однако бывают случаи, когда жидкую питательную среду такую, например, как фруктовый сок,

или среду, в состав которой входят витамины, быстро разрушающиеся под воздействием высокой температуры, нельзя стерилизовать в автоклаве. Раньше выходили из положения, используя так называемую свечу Шамберлена (цилиндр из неглазированного фарфора). Метод пользования этим устройством состоит в том, что из свечи выкачивают или в нее нагнетают воздух с помощью водоструйного насоса и пользуются разницей давления по обе стороны стенок. В настоящее время для подобных целей применяются асбестовые фильтры Зейца или бактериальные мембранные фильтры из нитроцеллюлозы с такими мелкими порами, что сквозь них бактерии и споры грибов не проникают.

«ОХОТНИКИ» ЗА МИКРОБАМИ

Приготовленные и простерилизованные одним из вышеупомянутых способов среды применяются и при выделении микроорганизмов из природных объектов. Славных микробиологов прошлого часто называли «охотниками» за микробами. Собираясь на охоту за утками или вальдшнепами, обычный охотник берет с собой ружье и собаку. У «охотника» за микробами — микробиолога — также есть свое снаряжение, а в качестве приманки он использует подходящую питательную среду.

Как известно, Луи Пастер выходил на такую «охоту» с большим запасом запаянных стеклянных сосудов (не менее 20), уже заполненных стерильной



питательной средой. Когда он отламывал запаянный кончик стеклянной трубочки, в сосуд тотчас проникал воздух. Если жидкость через некоторое время мутнела, значит в ней появились и размножились микроорганизмы, то есть «охота» прошла успешно. Например, во дворе Парижской обсерватории микроорганизмы были обнаружены во всех 20 сосудах; на улицах селенья, расположенного недалеко от родного города Пастера Арбуа, микроорганизмы были найдены лишь в восьми, в горах на высоте 850 метров над уровнем моря — только в пяти, на леднике Мер-де-Глас, лежащем на высоте 2000 метров, — только в одном из 20 сосудов.

Находящиеся в воздухе микробы можно обнаружить и другим способом. Для этого нужно приготовить несколько стерильных чашек Петри с тонким слоем агаризированной питательной среды. Впервые в таких специальных плоских стеклянных чашках с крышками, известных теперь микробиологам всего мира, стал выращивать микроорганизмы на твердых культуральных средах сотрудник знаменитого Коха Роберт Петри. Если в исследуемом месте приоткрыть на несколько минут крышки у этих чашек, а затем снова поставить их в термостат, где поддерживается температура около 30° С, то на второй или на третий день в чашках можно обнаружить мелкие, различно окрашенные колонии.

ДЛЯ ЧЕГО НУЖНЫ ЧИСТЫЕ КУЛЬТУРЫ

Все, что нас окружает, наполнено бесчисленными спорами грибов, которые принимают участие не только в биохимической жизни, но и оказывают определенное влияние на экономику нашего хозяйства. Достаточно вспомнить ущерб от грибов, разрушающих древесину железнодорожных шпал, вызы-

вающих гниение плодов и овощей, приводящих в негодность произведения искусства, бумагу, кожи и так далее. Борьба с разрушительной деятельностью грибов можно, зная биологические особенности каждого из них. А изучить их возможно лишь в том случае, если гриб имеется в чистой культуре.

Получение чистых культур — дело совсем не простое. Еще Пастер в своих «Этюдах о пиве», вышедших в 1876 году, писал, что случайная ассоциация разнообразных организмов в культурах, которые предполагаются однородными, составляет одно из главных затруднений при исследовании низших организмов. Действительно, питательные среды, годные для какого-либо организма, обыкновенно подходят и для многих других. Если посеять в питательную среду какой-нибудь гриб, то вместе с ним появятся также и другие организмы, чьи споры, находясь постоянно в воздухе, вносятся во время посева вместе со спорами исследуемого гриба.

По мере того как субстрат начинает изменяться под влиянием жизнедеятельности развившихся в нем организмов, последние постепенно исчезают, уступая место другим, для которых изменившаяся питательная среда оказывается более подходящей. Насколько сейчас эти явления понятны и обоснованы, настолько они прежде были загадочны и неожиданны. Они часто порождали в науке неверные предположения, например, о связи организмов, ничего общего между собой не имеющих. Так, достаточно серьезно утверждалось, что дрожжи превращаются в гриб энтомофтора, если их поедает муха, или в гриб мукор, если попадают в воду. Сколько было сделано ошибочных выводов относительно генетической связи плесневых грибов, дрожжей и бактерий, сколько наблюдений проведено якобы за превращениями низших растений в простейших животных! Любопытно, что многие из подобных ошибок являлись результатом неправильно

понятого и неудачно применявшегося учения о плеоморфизме грибов, заключавшегося в том, что многие грибы имеют по несколько форм размножения. Но в то время, как французский миколог Л. Тюлян, автор учения, исходил в своих выводах о связи различных форм грибов из точных и тщательных наблюдений, его увлекшиеся последователи видели, по словам де Бари, случаи плеоморфизма там, где различные формы грибов появлялись на одном и том же месте, одна около другой или одна после другой. Все, что ни выросло на засеянном месте, относилось ими к плеоморфному виду.

Для большинства физиологических работ, например для исследования вопроса, какие вещества из питательной среды берет изучаемый организм и какие вещества он выделяет в нее, необходима только чистая культура — ведь посторонние виды исключают возможность правильных выводов. Решение этой проблемы потребовало от ученых много времени и труда, прежде чем были достигнуты вполне удовлетворительные результаты.

КАК ПОЛУЧИТЬ ЧИСТУЮ КУЛЬТУРУ

Более или менее сложные методы получения чистых культур известны еще со времен Коха. При использовании исключительно жидких сред выделение микроорганизмов из их смеси возможно только путем постепенного разбавления культуры каким-либо стерилизованным раствором до тех пор, пока в каждой капле жидкости не будет содержаться более одной микробной клетки. Заражая такой каплей стерилизованную среду, получают чистую культуру микроорганизма. Этот прием впервые был использован Пастером, но в настоящее время применяется редко.

Известный немецкий миколог О. Брефельд еще в 1874 году высказал мысль о необходимости пользоваться при исследованиях развития грибов абсолютно чистым материалом. Исходной точкой наблюдений каждого изучаемого гриба должна быть, по его убеждению, одна клетка, одна спора. Тщательно разбавляя материал в стерильной воде, Брефельд сумел изолировать на предметных стеклах или во влажных камерах по одной споре, а затем непосредственно под микроскопом проследить за их развитием. Таким образом, ученый исследовал множество грибов, и его работы до сих пор служат образцами точных наблюдений. Однако способ, разработанный Брефельдом, оказался неприменимым для физиологических исследований.

Первые попытки разведения грибов в массе в чистом виде основывались на различном отношении разных групп организмов к составу и свойствам питательного субстрата. Так, Пастер, культивируя дрожжи, способные развиваться в кислой среде, прибавлял к питательной среде 1—2 процента винной кислоты для подавления роста бактерий, в кислой среде не развивающихся.

Но только с введением в микробиологическую практику гениального по своей простоте принципа плотных сред изолирование микроорганизмов и получение чистых культур было поставлено на твердую основу. Суть этого принципа заключается в том, что при достаточном удалении колоний друг от друга на плотной среде пересевом в пробирки со стерилизованной средой легко удастся получить чистые культуры.

В настоящее время самым надежным, но и самым сложным методом получения чистых культур считается метод с применением специального прибора — микроманипулятора. Механизм этого прибора настолько тонок, что позволяет совершать перемеще-

ния на тысячные доли миллиметра. Он соединен с микроскопом, в который можно наблюдать живые клетки микроорганизмов. Исследователь выбирает в видимом поле место, где находится одна единственная клетка. Поймав ее при помощи микроманипулятора, он переносит ее на приготовленную простерилизованную питательную среду. Из изолированной таким образом клетки и вырастает чистая культура.

КОЛЛЕКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Любой читатель без труда представит себе ботанический сад с цветами всех уголков земного шара, с пальмами, кактусами и орхидеями в оранжерее. Но мало кто знает, что свои «ботанические сады» есть и у микробиологов, правда выглядят они совершенно иначе: холодные помещения, где множество полок уставлено бесконечными рядами штативов, заполненных пробирками с находящимися в них колониями микроорганизмов.

В последнее время все чаще отмечается роль коллекций микробных культур в развитии как теоретических аспектов науки — микробиологии, микологии и биохимии, так и в обслуживании ими многочисленных отраслей промышленности и сельского хозяйства, не говоря уже о медицине и ветеринарии. С этим же связано и успешное решение крайне важной современной проблемы — борьбы с биологическим разрушением различных материалов: строительной древесины, хлопка, шерсти, резины, пластиков, оптического стекла, покрытий металлических изделий и прочее. К созданию таких коллекций привлечено внимание даже Международной ассоциации микробиологических обществ. В 1962 году создана особая Секция коллекционных культур, задача

которой — способствовать созданию микробных коллекций в странах, особо нуждающихся в них, при необходимости оказывать им денежную помощь и стремиться к унификации методов их работы. В нашей стране Всесоюзная коллекция микроорганизмов создана в 1958 году.

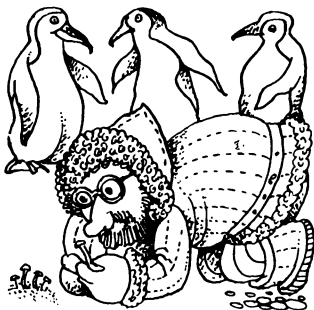
Самая большая коллекция микроскопических грибов находится в Нидерландах в городе Баарне. Там же создано Центральное Бюро чистых культур.

Однако питательные вещества в пробирках, где содержатся культуры, постоянно расходуются, а в среде накапливаются продукты жизнедеятельности организмов. Оба эти процесса неблагоприятно влияют на состояние культуры, поэтому через определенное время ее нужно пересевать на свежую питательную среду. Как правило, большинство культур пересевают 2—3 раза в год.

Чтобы избежать большой трудоемкой работы по пересеву, прибегают к консервации микроорганизмов, стараясь тем или иным способом задержать или приостановить их жизненные процессы. Наиболее простой метод консервации состоит в том, что их хранят в холодильнике при температуре около 0°С.

В ряде случаев культуры хранят под минеральным маслом. Этот метод также чрезвычайно прост и поэтому широко применяется как в больших, так и в малых коллекциях. Масло предохраняет культуру от высыхания и уменьшает доступ к ней кислорода. Но тем не менее культуры, залитые минеральным маслом, продолжают слабо расти и развиваться.

Раньше промышленными лабораториями широко



применялся метод хранения споровых форм в почве, песке, опилках или торфе. Многие виды при этом сохраняют жизнеспособность до 25 лет.

Еще один способ консервации гриба — замораживание с помощью жидкого азота или жидкого воздуха. В данном случае на жизнеспособность клеток влияют скорость охлаждения и скорость последующего оттаивания, температура хранения после замораживания и некоторые другие факторы. В природе, например, обнаруженные во льдах Антарктиды микроскопические грибы, пребывание которых в замороженном состоянии исчислялось многими веками, тем не менее сохранили жизнеспособность и возобновили свой рост, когда их поместили в благоприятные условия, на подходящую для них питательную среду.

Науке известен еще один способ консервации — лиофилизация. Вода под пониженным давлением удаляется из замороженного материала в результате превращения льда непосредственно в пар, минуя жидкое состояние. Уже более 60 лет известно, что микроорганизмы, высушенные таким образом, остаются жизнеспособными в течение очень длительного времени. Использование этого метода началось в 40-е годы в США. Первые удовлетворительные результаты были получены для нескольких видов плесневых грибов, а позднее и для многих других.

Сейчас лиофилизация широко используется в наиболее крупных коллекциях культур микроорганизмов как основной метод хранения.



Глава третья В ЛЕСУ И ДОМА

ЧТО ТАКОЕ БИОГЕОЦЕНОЗ

Все живое на Земле входит в состав сообществ, или ценозов. Сообщество растений — это фитоценоз, сообщество животных образует зооценоз. Примерами естественных сообществ могут служить степь, луг, лес, болото. Распаханное поле, засеянное пшеницей, подсолнечником или кукурузой, — искусственное сообщество, созданное человеком. Поскольку мы определили, что лес, например, является ценозом, сразу же возникает вопрос, а что это за ценоз? Очевидно, что лес можно назвать фитоценозом, так как он представляет собой сообщество растений.

Но разве кто-нибудь видел лес без животных? Если в нем нет таких крупных животных, как медведь, волк, лось, то уж наверняка живет множество грызунов, птиц, насекомых. Так, может быть, лес представляет собой фито- и зооценоз одновременно? Совершенно верно, и такое сообщество носит название биоценоза (от греческого слова «биос» — жизнь).

Исследователи обратили внимание, что существование биоценозов находится в тесной зависимости от неживой среды, или экотопа. Если лес находится на песчаной возвышенности, он может быть образован соснами — это сосновый бор. В более увлажненных местах лес состоит из ели (ельник), а в пойме реки на сильно переувлажненных участках — из ольхи.

Еще больше различаются между собой леса тропических стран: например, джунгли и леса высокогорных плато. Следовательно, состав биоценоза зависит также от среды, в которой обитают его представители. Поэтому речь теперь пойдет уже о биогеоценозе, то есть биоценозе, который соответствует природным географическим условиям (иначе такой биогеоценоз называют экосистемой).

Таким образом, в соответствии с современными представлениями ученых, лес — это природный комплекс, состоящий из древесных растений одного или многих видов, растущих близко друг от друга (образующих более или менее сомкнутый древостой), и множества других организмов разных царств вместе с почвами, подпочвами, поверхностными водами и прилежащим слоем атмосферы. Такое определение леса приведено в «Словаре терминов и понятий, связанных с охраной живой природы» Н. Ф. Реймерса и А. В. Яблокова, вышедшем в издательстве «Наука» в 1982 году.

ГДЕ РАСТУТ ГРИБЫ

Естественные леса существуют многие сотни лет. Ежегодно в наших широтах осенью в лесу происходит листопад, а в конце зимы — иглопад, в результате чего на поверхности почвы скапливается большое количество органического вещества. Этот полуразложившийся растительный опад образует лесную подстилку (вспомните толстую пружинящую подстилку из хвои в старом еловом лесу). А так как фотосинтезирующие органы лесных растений (листья и хвоя) используют большую часть лучистой энергии солнца, под пологом леса создается особый, свойственный только ему комплекс природных условий. Он характеризуется недостатком света, меньшими колебаниями температуры и влажности, обилием органических веществ, то есть условиями, благоприятными для развития различных представителей царства грибов — ведь им не нужен солнечный свет для образования органических веществ. Грибы — гетеротрофные организмы, используют готовые органические вещества растительного опада. Мицелий грибов пронизывает лесную подстилку и верхний слой почвы.

ПОЧЕМУ ПОДОСИНОВИКИ РАСТУТ ПОД ОСИНАМИ

Издавна люди примечали, что подосиновик растет там, где встречаются осины. Этот гриб не встретишь в чистом сосновом бору или ельнике. Зато масленок попадает в хвойных лесах, и напрасно искать его в осиннике или березовом лесу. Подберезовик же, как и следует из его названия, приурочен к местам, где растет береза.

Здесь мы сталкиваемся с очень интересными особенностями биологии грибов, впервые исследованными русским ботаником Ф. М. Каминским. Эти исследования были проведены с необычным растением, которое можно встретить в глубокой чаще елового леса, откуда оно и получило свое название — подъельник. В тенистых местах на почве, богатой растительным опадом и перегноем, летом поднимается из земли стекловидный желтоватый стебель. Он покрыт чешуйками вместо листьев и увенчан поникшей цветочной кистью. От подавляющего большинства высших растений подъельник отличается полным отсутствием хлорофилла. Он не способен усваивать солнечную энергию, а живет за счет органических соединений лесной подстилки, то есть сапротрофно, причем сапротрофное питание осуществляется особым образом — при участии мицелия гриба, оплетающего корни растения. Такое взаимовыгодное, или симбиотическое, сожительство называется микоризой.

Различают эктотрофную (наружную) микоризу, при которой гриб не проникает в глубь ткани растения, а образует вокруг корешков своеобразный грибной чехол, и эндотрофную (внутреннюю) с характерным расположением грибных нитей внутри тканей и клеток корня.

Эндотрофная микориза наиболее характерна для растений семейства орхидных. Семена большинства орхидей не способны прорасти без участия гриба. Именно этим объясняются неудачи при попытке их выращивания. Не только удивительная форма цветков, необычность окраски, изысканный запах, но и редкость растений привлекали внимание любителей. Цены на орхидеи были необычайно высоки. В начале нашего века за новый или оригинальный вид цветка состоятельные англичане нередко платили тысячи фунтов стерлингов. Многие

орхидеи привозили в Европу из дальних тропических стран, часто с большим риском для жизни. Высокие цены стимулировали желание выращивать орхидеи из семян, чтобы получить новые невиданные еще гибридные формы.

Решение пришло, как всегда, неожиданно при изучении не роскошной тропической орхидеи, а ее невзрачной сестры, растущей в тенистых лесах умеренной зоны, гнездовки обыкновенной, называемой по латыни Неотия нидус-авис, то есть Неотия-птичье гнездо. Такое название орхидея получила за форму своей подземной части, представляющей собой корневище, обросшее множеством переплетающихся толстых корешков. Гнездовка — микоризное растение, не имеющее хлорофилла. Было замечено, что гифы гриба оказывают влияние на прорастание мелких пылевидных семян орхидей. Они проникают в зародыш, обеспечивая его необходимым питанием. При этом образуется так называемый зародышевый клубень. Считается даже, что образование клубня — проявление заболевания, вызванного грибом и ставшего необходимым для развития проростков орхидей. Те орхидеи, у которых есть зеленые фотосинтезирующие листья, перестают нуждаться в микоризном сожительстве. А для гнездовки зависимость от гриба остается на всю жизнь. Десять, а иногда и более лет требуется растению для образования корневища, и только после этого орхидея зацветает, выбрасывая желтоватобурые цветочные стрелки с приятным медовым запахом. Кроме гнездовки, в наших лесах встречаются другие бесхлорофилло-



вые сапрофитные орхидеи — надбородник безлистный и ладьян трехнадрезный. Вот так эти невзрачные растения лесной чащи, на которые в лесу вряд ли обратишь внимание, оказали неоценимую услугу микологии в области исследований микоризы растений. Кроме орхидей, эндотрофная микориза обнаружена у большинства цветковых растений. Ее можно наблюдать у ясеня, яблони, груши, земляники, томатов, злаков. У растений семейства вересковых, грушанки — ближайшего родственника знакомого нам подъяльника, черники, клюквы и других растений образуется экто-эндотрофная микориза. Гифы микоризных грибов проникают в корень, одновременно оплетая его рыхлым чехлом.

ГРИБЫ И ДЕРЕВЬЯ

Эктотрофная микориза характерна для многих деревьев наших лесов (дуба, березы, сосны, ели и других), кустарников и трав. Этим и объясняется строгая приуроченность лесных грибов к определенным видам деревьев. Лиственничный масленок образует микоризу только с лиственницей, тогда как белый гриб можно найти и в березовом, и в сосновом, и в еловом, и в дубовом, и в буковом лесу, так как он образует микоризу со всеми этими породами деревьев.

Сожительство с грибом взаимоплезно как для гриба, так и для высшего растения. В период, когда широким фронтом проводилось создание лесозащитных полос в степной и лесостепной зонах нашей страны, было замечено, что на степных почвах, лишенных микоризных грибов, деревья росли медленнее, чаще болели. Внесение лесной почвы с микоризными грибами исправляло положение.

Роль микоризного гриба в жизнедеятельности древесных растений, особенно в суровых климати-

ческих условиях, можно проиллюстрировать исследованиями, которые провел Р. Брук, патолог из университета штата Северная Каролина (США). Он обнаружил, что различные виды елей на высочайшей точке восточного побережья Соединенных Штатов — горе Митчел — вырождаются. Вер-



шина, покрытая прежде пышной растительностью, становится все более бесплодной. В чем же причина этого явления? Оказалось, что в настоящее время рост некоторых растений по сравнению с 30—50-ми годами замедлился на 20—30 процентов из-за так называемых «кислых дождей», содержащих продукты, выбрасываемые в атмосферу различными промышленными предприятиями. Исследования, проведенные Р. Бруком, показали, что кислые соединения убивают микоризные грибы на корнях вечнозеленых деревьев, а после гибели гриба погибают и сами деревья. Опустошающее действие «кислых дождей» отмечено в промышленно развитых странах, таких как США, ФРГ, Япония, откуда они распространяются в сопредельные страны.

Для грибов сожительство с деревьями не менее необходимо.

Представим, что мы оказались в сумрачном еловом лесу. «Ель рукавом мне тропинку завесила», — писал Афанасий Фет. Приподнимем еловую лапу и внимательно рассмотрим несколько грибов, растущих под ней.

Предположим, что в наших руках оказались еловый рыжик и белый гриб. Те грибы, которые мы обычно собираем в лесу, ученые-микологи называют



плодовыми телами грибов, в отличие от мицелия — тонких грибных нитей, что пронизывают лесную подстилку и образуют микоризу на корнях деревьев. Плодовые тела рыжика и белого гриба состоят из шляпки и ножки. Вначале у молодого плодового тела шляпка плотно прижата к ножке. В таком

виде ему легче пробиться через верхний слой почвы и лесную подстилку. Сравнительно хрупкое тело гриба в своем движении к свету может преодолевать значительные препятствия. Случается, гриб приподнимает куски древесины, комья земли, камни и даже разрывает асфальтированную поверхность. А вот какие удивительные ассоциации вызывает появление плодового тела гриба у тонкого и наблюдательного писателя М. М. Пришвина, безгранично любившего русскую природу. «Соберитесь в себе до конца в лесной тишине и тогда, может быть, усмотрите, как, напрягаясь лбом своим, белым и мокрым, сыроежка поднимает над собой земляной потолок с мохом, хвоинками, веточками и ягодками брусники. Идите, вглядывайтесь, и вы непременно, глядя на гриб, вспомните, как у нас, у людей, в тяжкое время, когда гибли герои на полях, на горах, в воде и в воздухе, женщина незаметно для глаза выходила из-под земли и поднимала над собой крышу тюрьмы своей и брала жизнь в свои руки...».

После выхода гриба на поверхность ножка заканчивает свой рост, и начинает расти шляпка. У большинства грибов шляпка в большей или меньшей степени напоминает зонтик. Бывают подушковидные шляпки, как например, у белого гриба, плосковыпук-

лые (у моховика или подберезовика), с бугорком на вершине (у поплавка или опенка), яйцевидные (у чернильного гриба), колокольчатые (у бледной поганки), воронковидные (у рыжика). Форма плодовых тел может быть чрезвычайно разнообразной; она не обязательно расчленяется на шляпку и ножку. Встречаются булавовидные или коралловидные плодовые тела, у некоторых ножка расположена не в центре шляпки, а сбоку, некоторые вообще не имеют ножки, а прикрепляются к субстрату боковой частью или распростерты по его поверхности и не имеют определенной формы. Особенно интересны по форме и окраске тропические грибы. Но все-таки в большинстве случаев грибы имеют строго определенную форму плодового тела. Нижняя поверхность шляпки, которая называется гименофор, у белого и рыжика заметно различаются. Если внимательно приглядеться или воспользоваться лупой, то можно видеть, что гименофор белого гриба имеет губчатое или трубчатое строение. Эти трубочки можно легко увидеть и без лупы, если отломать край шляпки старого белого гриба (подберезовика, подосиновика, масленка). Гименофор рыжика состоит из радиально расходящихся от ножки пластинок. У сыроежек, шампиньонов, груздей и других агариковых, или пластинчатых, грибов крупные пластинки обычно видны невооруженным глазом. Таким образом, по строению гименофора плодовые тела грибов могут быть трубчатыми или пластинчатыми. Внутри трубок и на поверхности пластинок существуют микроскопические образования, называемые базидиями. Наличие базидий объединяет трубчатые, пластинчатые и некоторые другие в класс базидиальных грибов, или базидиомицетов. Различные по форме плодовые тела гименомицетов — самой большой группы базидиальных грибов (с ножкой или без ножки, со шляпкой или без шляпки) — обязательно

имеют гименофор и базидии с базидиоспорами. Большинство наших лесных грибов, за исключением трюфелей, сморчков, строчков и некоторых других,— это плодовые тела гименомицетов, которые относятся к базидиальным грибам.

Базидия имеет на своей вершине четыре базидиоспоры, каждая из которых содержит по одному ядру. Базидиоспоры морфологически совершенно одинаковы, но различаются физиологически. По существу, половину базидиоспор можно было бы назвать мужскими, а другую — женскими спорами, или наоборот; поскольку видимых признаков того или другого пола нет, их называют (+) или (—) базидиоспорами. Они прорастают соответственно (+) или (—) одноядерным мицелием. У некоторых базидиальных грибов различаются все четыре базидиоспоры, образуется так называемый тетраполярный мицелий в отличие от описанного выше биополярного. Но и в этом случае сливается мицелий разных половых знаков. В результате в одной клетке оказывается два генетически различных ядра. Возникает двуядерная (дикариотическая) клетка, которая дает начало дикариотическому мицелию. Такой мицелий живет значительно дольше, чем одноядерный, и только на нем образуются плодовые тела грибов.

Для микоризных грибов помимо дикариотического мицелия необходимо присутствие древесного растения, в противном случае плодовые тела не образуются. Какие именно вещества (факторы), способствующие образованию плодовых тел, получает гриб из корней древесных растений, пока не известно.

Можно предположить, что молекулы, синтезированные под воздействием живительной энергии Солнца в листьях где-то на огромной высоте над землей, возвращаются в корни с нисходящим током метаболитов и, продвигаясь по все более мелким корешкам, встречаются, наконец, с гифами гриба.

Полученный стимул пробуждает к активной деятельности всю неисчислимую массу мицелия гриба, пронизывающую лесную подстилку. Ток метаболитов гриба (а возможно и метаболитов, поступивших из растения) начинает усиленно притекать к определенным мицелиальным узлам, где, интенсивно разрастаясь, буквально на глазах возникают плодовые тела грибов. В лесу появляется так называемый слой грибов. Все вышеописанные процессы протекают одновременно на значительной территории. Безусловно, появлению грибов благоприятствуют теплые дожди, но одних дождей недостаточно (вспомните, сколько раз после летних дождей, отправляясь в лес в надежде на выросшие «как после дождя» грибы, приходилось возвращаться домой с пустой корзиной). Что же побуждает мицелий к активной деятельности? Ответа на этот вопрос у микологов пока еще нет.

Споры шляпочных грибов очень мелкие. Их размеры исчисляются в микронах. Для того чтобы разглядеть особенности строения поверхности спор, необходимо увеличение оптического микроскопа в несколько сотен и даже тысяч раз. Обычно споры имеют овальную, продолговатую, веретеновидную или круглую форму, могут быть гладкими или снабжены различными выростами, шипиками и тому подобными придатками. Форма, размеры, окраска спор — признаки, которыми руководствуются микологи для определения грибов в сомнительных случаях. Микроскопические размеры спор и ничтожная масса каждой из них способствуют тому, что они разлетаются от легчайшего дуновения ветерка на значительные расстояния. Вот, оказывается, для чего гриб прилагает все усилия, чтобы повыше поднять свою шляпку над поверхностью земли.

Но если отдельную спору можно увидеть только под микроскопом, то масса спор (а каждое плодо-

вое тело гриба образует их неисчислимое количество) различима невооруженным глазом. И вы, читатель, наверняка, видели их. Вспомните, что гименофор шампиньона, бледно-розовый в молодом возрасте, со временем становится темным, коричневато-фиолетовым — именно споры придают ему такую темную окраску. Белая поверхность гименофора белого гриба под старость желтеет также от окраски спор гриба. Еще заметнее образование спор у так называемого чернильного гриба, растущего на сильно унавоженной, богатой перегноем почве. Его шляпка, вначале яйцевидная, серовато-коричневая с красноватым оттенком в центре, с возрастом приобретает форму широкого колокольчика, а белые пластинки гименофора совершенно чернеют. Немного позже шляпка гриба превращается в жидкую черную массу, и на ножке остаются, как будто облитые чернилами, остатки шляпки (отсюда и название гриба). Родовое название чернильного гриба Копринус происходит от греческого слова, обозначающего навоз. С помощью клея — гуммиарабика, растворенного в воде, из спор копринусов делали копринусовые чернила. Их использовали для ретуширования фотографий, письма и рисования. Черные базидиоспоры копринусов оказались очень удобным объектом для изучения прорастания. Было обнаружено, что внешне одинаковые базидиоспоры образуют разнокачественный мицелий, способный сливаться лишь с мицелием противоположного знака.

Споры других грибов, окрашенные не столь ярко, можно увидеть следующим образом. Надо взять шляпку зрелого гриба, удалить ножку, сохранив от нее только короткий пенек. Положить шляпку на лист белой или черной бумаги так, чтобы поверхность гименофора не касалась ее поверхности. Прележав таким образом ночь, шляпка утром оставит на бумаге рисунок, точно повторяющий расположе-

ние пластинок или трубочек. Светлые споры хорошо видны на темной бумаге, темные — на светлой. Рисунок можно закрепить лаком, надолго сохранив этот своеобразный «автограф».

Итак, читатель, мы познакомились с некоторыми особенностями биологии шляпочных грибов наших лесов. Нам кажется, нет смысла останавливаться детально на описании внешнего вида и кулинарных качеств грибов, отличий съедобных от несъедобных и ядовитых. Таким описаниям посвящена довольно большая литература. Интересующимся можно рекомендовать, например, книгу проф. Л. А. Лебедевой «Грибы» (М.-Л., Госторгиздат, 1937), или вышедшую недавно книгу Л. В. Гарибовой «В царстве грибов» (М., Лесная промышленность, 1981 г.), а также фундаментальный труд «Грибы» из шеститомного издания «Жизнь растений» (М., Просвещение, 1976). В этой «грибной энциклопедии», вышедшей под редакцией члена-корреспондента АН СССР В. М. Горленко, любознательный читатель найдет исчерпывающую информацию о самых различных представителях мира грибов. О сборе грибов и их гастрономических достоинствах увлеченно и со знанием дела рассказывает писатель В. А. Солоухин («По грибы», М., Реклама, 1976). Много писали о грибах различные научно-популярные журналы. Цель же нашей книги — рассказать широкому читателю о неизвестных или малоизвестных сторонах жизни и деятельности представителей царства грибов.

ГРИБЫ, РАСТУЩИЕ НА ДЕРЕВЬЯХ

1:

Сборщики грибов, вооружившись палочкой, как правило, обследуют поверхность почвы: приподнимают низко опустившиеся ветви деревьев, заглядывают

под опавшие листья, а некоторые даже рождаются в лесной подстилке, нанося этим большой ущерб мицелию, и, следовательно, будущему урожаю грибов. Такие грибки, как правило, не обращают внимания на необычные шляпки без ножки, прилепившиеся боком к стволу поваленного дерева. Подобные шляпки также можно увидеть на стволах и ветвях стоящих деревьев. Это трутовики — грибы, питающиеся древесиной. Они селятся на различных частях живых и срубленных деревьев, кустарников, древесной поросли, на лесоматериалах и даже строениях и изделиях из дерева.

Если отделить шляпку от дерева, то можно убедиться, что это знакомое нам плодовое тело гриба, но без ножки. Плодовые тела трутовиков могут иметь копытообразную форму. Издали такой гриб выглядит как горб на гладкой поверхности ствола. Кстати, этимологический словарь русского языка поясняет, что слово гриб имеет общий корень со словом горб. Но свое название «трутовик» гриб получил за то, что его ткань использовали как трут при добывании огня.

В лиственных лесах на стволах березы, осины, бука, ольхи, а иногда и на ясене, липе, дубе, иве и некоторых других породах можно встретить напоминающие копыта лошади плоские снизу и конические сверху плодовые тела различных оттенков серого цвета. Этот гриб называется **настоящим трутовиком**. Шляпка его прикрепляется к стволу дерева лишь своей верхней частью, поэтому плодовые тела легко отламываются. Нижняя поверхность плодового тела представляет собой губчатый слой гименофора. Видимо, по этой причине гриб в 1753 году отнесли, как и белый, к роду Болетус. В трубках гриба находятся базидии, на которых образуются базидиоспоры. Но в отличие от плодового тела белого гриба гименофор трутовика значительно тверже. На попе-

речном срезе видно, что трубочки располагаются рядами. Дело в том, что плодовые тела многих трутовиков многолетние (до 25 лет). Каждый год закладывается новый слой гименофора. Причем ось трубочек, составляющих гименофор, располагается строго отвесно. Ничтожное отклонение трубочки от вертикали закрывает базидиоспорам выход наружу, тем самым затрудняется или прекращается основная функция плодового тела трутовиков — распространение их базидиоспор.

Ткань шляпки гриба рыжеватая, плотная, напоминающая замшу или плотный войлок. Кусочки ткани трутовика, называемой в медицине Фунгус хирургорум, что значит хирургический гриб, использовали как кровоостанавливающее средство.

ТРУТОВИКИ — ВРЕДИТЕЛИ ЛЕСА

Заражение деревьев трутовиковыми грибами происходит через морозобойные трещины, ожоги, повреждения насекомыми. Воротами инфекции могут быть части старых отмерших ветвей, оставшиеся на дереве, или обломанные сучья. Вот почему, собирая в лесу грибы или просто гуляя, необходимо воздерживаться от безрассудного травмирования деревьев. Нельзя бросать в стволы деревьев ножи, топоры, отмечать дорогу, делая затесы коры или обрубая сучья.

Заражение трутовиками вызывает гниль древесины. Пораженная древесина приобретает буроватый цвет с многочисленными белыми и желтыми полосами. На продольном срезе рисунок древесины напоминает рисунок мрамора, отсюда и название гнили — мраморная. Эта древесина, не потерявшая еще своей прочности, применяется иногда как декоративная.

Через несколько лет после заражения дерева начинают образовываться плодовые тела. К этому моменту древесина становится очень легкой, расслаивается по годичным слоям на тонкие пластинки. Первое плодовое тело обычно образуется на месте первоначального заражения. На дереве это место легко найти по наиболее старому, обычно более темному плодovому телу гриба. Подгнившее изнутри дерево может наклониться, тогда новый гимениальный слой гриба образуется с учетом этого наклона строго параллельно земной поверхности. Если ствол дерева упадет и положение гимениального слоя резко изменится, то дальнейший рост гриба прекратится, и он зарастет слоем бесплодной ткани. Новый гимениальный слой и новая шляпка гриба располагаются в этом случае перпендикулярно старой. Многие, наверное, замечали, что проросток растения, например редиса, расположенный горизонтально, искривляется: стебель — кверху, а корешок — книзу. Такое изменение ориентации растения в пространстве называется тропизмом. В данном случае искривление корня к земле называется положительным геотропизмом (от греческого гео — земля). Отклонения стебля говорят об отрицательном геотропизме. Но ориентация растений происходит не по отношению к поверхности почвы. Вспомните деревья, растущие на склоне оврага. Геотропизм — это реакция растений на действие силы тяжести (гравитации). Поэтому вместо термина геотропизм стали применять термин гравитропизм. В настоящее время считается, что гравитропическая реакция является результатом действия в определенных клетках растения тяжелых частиц — статолитов. Роль их выполняют крупные крахмальные зерна. Но они образуются лишь в растениях, у животных и грибов в качестве запасного углевода образуется гликоген. Кроме того, в проявлении гравитропической реакции у растений важную роль играют фитогормо-

ны, тогда как гифы грибов обычно к ним не чувствительны. Как же осуществляется гравитропическая реакция клеток грибов? К сожалению, этот интересный вопрос еще ждет своего решения.

По расположению плодового тела можно установить, образовалось оно на стоящем дереве или уже на срубленном или упавшем. По числу слоев гименофора можно судить о возрасте плодового тела. Необходимо, однако, иметь в виду, что иногда при смене благоприятных и неблагоприятных условий в течение лета может образоваться несколько слоев трубочек.

На стволах хвойных и лиственных пород часто можно встретить плодовые тела трутового гриба, окрашенные в желтовато-оранжевый или красновато-охристый цвет. Со временем шляпки этих трутовиков темнеют до черно-бурых. Выросшая на хвойных деревьях шляпка становится смолистой, со слабым блеском. А так как нарастающий ежегодно новый гименофор обычно сверху ярко окрашен, по краю гриба образуется оранжево-красная кайма. Это — **окаймленные** или **красно-окаймленные трутовики**; очень часто они привлекают внимание любителей разных лесных диковинок. Однако этот изящный гриб довольно опасный вредитель. Хотя чаще всего он встречается на сухостое, ветровале и буреломе хвойных и лиственных пород, но может через механические повреждения заражать и живые деревья, особенно ослабленные. Мицелий гриба способен долго сохраняться в высохшем стволе дерева и вновь оживать и разрушать древесину, если он попадет в условия повышенной влажности на лесном складе или даже в хозяйственных и жилых постройках.

Кто из нас не видел в лесу старые деревья, изуродованные зияющими провалами. Дупла в старых дубах, ивах, каштанах и липах — результат деятельности **серно-желтого трутовика**. Этот гриб, как и дру-

гие трутовики, проникает в растение через обломанные сучья, морозобоины, ожоги. Пораженная им древесина уменьшается в объеме и распадается на призматические куски, ее механическая прочность снижается настолько, что она легко растирается в порошок пальцами. Трутовик может поражать также черешню, грецкий орех, грушу, вишню, съедобный каштан, белую акацию, тополь, бук, березу, ясень, гледичию, эвкалипт, то есть деревья, растущие в парках и садах. Разрушение древесины трутовиком очень часто приводит к суховершинности, а затем полному усыханию деревьев. Сильные порывы ветра нередко завершают пагубное дело, начатое грибом. Этот вид трутового гриба получил свое название за оранжевый или серно-желтый цвет плодовых тел, обычно появляющихся в середине лета. В отличие от уже знакомых нам трутовиков, плодовые тела серно-желтого однолетние, плоские или лапчатые. Молодая ткань плодового тела гриба мягкая, сочная и мясистая с приятным грибным запахом. Общая масса плодовых тел, выросших на одном старом дереве, может достигать 10 и более килограммов. Молодая мякоть гриба съедобна, хотя и несколько жестковата, ее можно тушить и жарить, как обычные лесные грибы.

Плодовые тела серно-желтого трутовика охотно заселяют различные насекомые, с их помощью к концу лета плодовые тела разрушаются и исчезают полностью. Но они больше и не нужны, поскольку выполнили свое предназначение и распространили огромное количество спор, а те, в свою очередь, попав на поврежденные участки стволов, начали неумолимую разрушительную деятельность.

Серно-желтый трутовик — типичный представитель древоразрушающих грибов, вызывающих деструктивную гниль древесины. Ткани древесных растений, где паразитируют многие трутовики,

состоят из клеток, целлюлозные оболочки которых пропитаны беополимером — лигнином. Лигнин придает древесине прочность и способность противостоять многим микроорганизмам. Среди дроворазрушающих грибов есть такие, которые разлагают преимущественно целлюлозу, сохраняя в этом случае лигниновый компонент древесины. Он — хрупкий, темно-коричневой окраски с многочисленными трещинами и внешне напоминает обуглившуюся древесину.

Другие грибы — вредители леса — разлагают преимущественно лигнин. При поражении такими грибами древесина становится ямчатой, слоистой, волокнистой, с белыми выцветами неразложившейся целлюлозы клеточных стенок. В случае такого коррозионного разрушения древесина значительно дольше сохраняет механическую прочность, но в конце концов становится мочалистой, трухлявой, гигроскопичной. Примером гнили коррозионного типа может служить древесина, пораженная возбудителем **корневой губки**. Возможно, кое-кому из читателей попадались иногда участки какого-то странного, «пьяного», соснового или елового леса. Стволы наклонены в разные стороны, много усыхающих и ослабленных деревьев с изреженной и укороченной хвоей, желваками смолы под корой. Если рассмотреть внимательно вывороченные ветром деревья, то можно заметить пеструю волокнистую гниль центральной части корня. Гнилой участок окаймлен слоем древесины лилового цвета. Плодовые тела гриба, паразитирующего эти растения, имеют необычную форму. Напрасно мы будем искать копытообразные многолетние плодовые тела настоящих трутовиков или яркие однолетние, как у серно-желтого. Плодовые тела корневой губки многолетние, но распростерты по крупным корням или нижней части ствола и напоминают желтовато-коричневую или различных оттенков



шоколадного цвета корку. Молодой гименофор белый, с возрастом он желтеет. Очевидно, что споры из таких плодовых тел с трудом могут распространяться ветром. Они разносятся насекомыми, а также мышами и другими позвоночными животными. Особенностью возбудителя корневой губки является

его способность распространяться грибницей при соприкосновении здоровых и зараженных корней. Корневая губка особенно сильно свирепствует в чистых сосновых, еловых и лиственничных лесах. Гриб поражает и другие породы хвойных, например кедр, а также целый ряд видов лиственных деревьев (дуб, клен, вяз, ясень, ольху, березу, рябину) и даже вереск.

Участки ствола, пораженные той или иной гнилью, чаще всего используются на дрова. Здесь следует отметить, что теплотворная способность гнилой древесины деструктивного типа будет выше, чем коррозионного. Однако удельная теплотворная способность у гнилой древесины обоих типов будет меньше, чем у здоровой, из-за значительного уменьшения удельного веса.

В лесах на территории европейской части нашей страны насчитывается несколько сотен различных видов и разновидностей трутовиков. Особенность всех этих грибов — в их способности разлагать органические вещества, образуемые лесной растительностью, на производные целлюлозы и лигнина. Обычно здоровые, нормально вегетирующие древесные растения не поражаются трутовиками. Но эти грибы способны вести жизнь и на мертвых растительных остатках, то есть сапрофитно. При этом обра-

зуются плодовые тела, и великое множество спор разносится по воздуху и оседает на различных частях растений, если на коре дерева есть повреждения, то возникает возможность заражения. Повреждать кору и ветви могут лесные животные, а также сильные ветры, мороз, молния. Существует целый ряд грибов-трутовиков, наносящих вред преимущественно растущим деревьям. В их числе **сосновая губка**, поражающая центральную часть ствола сосны, лиственницы или кедра. Поначалу зараженные деревья по внешнему виду, приросту и плодоношению ничем не отличаются от незараженных. Сердцевинная гниль разрастается постепенно и по сучкам выходит к поверхности ствола — образуются плодовые тела. Болезнь может продолжаться довольно долго. Находили плодовые тела этого гриба, достигших 50-летнего возраста. Сосновая губка широко распространена в хвойных лесах и вызывает большие потери деловой древесины. Такой же урон древесине лиственницы и кедра наносит **лиственничная губка**, которая во многих отношениях напоминает сосновую губку. В отличие от копытообразных тел других трутовиков многолетние плодовые тела сосновой и лиственничной губок обычно имеют продолговато-цилиндрическую складчатую форму. Плодовое тело лиственничной губки может весить 3 килограмма и более, достигая в поперечнике 70 сантиметров. По мере старения плодового тела содержание смол в нем увеличивается от 30 до 70 процентов. В лиственничной губке впервые обнаружена агарциновая кислота (от латинского агарикус альбус — фар-



мацевтического названия плодовых тел этого гриба). Из листовничной губки получают препараты, используемые в медицине в качестве слабительного и кровоостанавливающего средств, а также против изнурительных потов у туберкулезных больных. Лекарственные свойства губки были известны в Греции и Риме в глубокой древности. Отвар ткани гриба употреблялся в этих странах как слабительное.

В Якутии до революции плодовые тела листовничной губки применяли вместо мыла. Есть сведения, что губка шла на изготовление пива. Некоторую пользу приносят и другие трутовики, чьи плодовые тела люди используют с той или иной целью. Так, например, широкое применение получила чага — бесформенные крупные шероховатые наросты, часто появляющиеся на стволах березы. Снаружи ткань нароста черная, иногда блестящая, очень твердая. Внутри — буро-коричневая, более мягкая с тонкими беловато-желтыми прожилками. Гриб вызывает на березе белую сердцевинную гниль, подобную той, которая возникает у деревьев, пораженных ложным трутовиком. По этой причине долгое время считали, что чага — это бесплодная форма ложного трутовика. Настоящие же плодовые тела гриба, вызывающего образования чаги, очень часто остаются незамеченными. Они распростерты под корой и достигают больших размеров: 3—4 метров в длину и 30—50 сантиметров в ширину. Кора отпадает прежде всего над плодовым телом. Происходит это потому, что гриб образует так называемые «упорные» пластинки. Вначале они очень тонкие и имеют вид белой кожистой мицелиальной пленки. Она утолщается по мере роста гриба и приподнимается над уровнем трубочек гименофора примерно на сантиметр. Тонкие, кожисто-мясистые с трубчатым гименофором плодовые тела обычно появляются после отмирания дерева. Они довольно быстро подсыхают, становятся лом-

кими и разрушаются. Возбудитель чаги — **трутовик косотрубчатый** (трубочки гименофора располагаются наклонно под углом 20—30° по отношению к стволу). Чагу можно встретить на ольхе, клене, рябине и некоторых других деревьях, но только березовая обладает лечебными свойствами. Собирают наросты, образующиеся на живых стволах березы. Настоем чаги лечат различные желудочно-кишечные заболевания. Из ткани чаги фармацевтическая промышленность производит полугустой экстракт бефунгин. К экстракту добавляют 1 процент хлорида или 1,5 процента сульфата кобальта и применяют эту коричневую тягучую массу горького вкуса, как симптоматическое средство, улучшающее в ряде случаев самочувствие больных с различными опухолями.

Помимо использования в медицине плодовые тела некоторых трутовиков и пораженная ими древесина используются в декоративных целях. На начальных этапах заселения некоторые трутовики выделяют в древесину, не нарушая ее механической прочности, различные пигменты, окрашивающие или обесцвечивающие ее. Образуются цветные пятна, полосы, разводы, муаровые рисунки, которые в технике носят название «рамаже». Например, ореховая древесина из Кахетии и Гурии, отличающаяся почти черными узорчатыми разводами по присущей ей собственной серо-коричневой окраске с текстурой сердцевинных лучей и годовых колец, используется для разнообразных столярных изделий и в строительстве для отделки и украшений. Ценится древесина ясеня из низменных мест западной Грузии с муаровыми разводами коричневого цвета. «Мраморность» древесины у бука и клена вызывает знакомый нам настоящий трутовик. Древесина клена в начальной стадии поражения одним из трутовиков используется для изготовления струнных музыкальных инструментов: балалаек, гитар и пр.

Пораженная трутовиком древесина дуба может применяться в токарном деле. После шлифовки и полировки она выглядит очень эффектно. Древесина сирени с Кавказа под влиянием грибов приобретает твердость кости и белый цвет, на котором позже появляются ярко-фиолетовые разводы. К тому же она отличается очень приятным запахом. Пораженная древесина крушины приобретает красивые палевые оттенки, а затем мраморный рисунок на красном фоне древесины ядра. В Англии такая древесина называется «ситцевой» и используется для изготовления дорожных шкатулок. Тщательно подбирая древесину, можно добиться очень эффектных рисунков и расцветок в различных поделках и изделиях. Применяют древесину даже с начальными признаками разрушения, употребляя ее только для декоративных отделок и не подвергая механической нагрузке. Упомянем еще о том, что древесина хвойных, пораженная гнилью коррозийного типа на последних стадиях разложения, становится легкой пористой и, как теплоизоляционный материал, успешно может заменять пробку.

В ЛЕС ЗА ОПЯТАМИ

С корзинками и рюкзаками потянулись горожане в лес. Прошел слух, что появились опенки. Растут они в изобилии, не ломки (их можно перевозить в рюкзаке), редко бывают червивы. Хороши эти грибы в жареном виде, маринованные, вареные, а также сушеные. Однако немногие грибники, наверное, знают, что массовое появление опенка — верный признак заболевания леса. Опенки — очень агрессивный паразит, поражающий свыше 200 видов древесных растений. В условиях средней полосы сильнее всего страдают от него ель, береза и осина. Плодовые тела гриба однолетние, плоско-округлые, с централь-

ной ножкой, цветом от желтовато-бурого до коричневого. На шляпке опенка расположены более темные по цвету чешуйки. Есть они и на ножке. Пластинчатый гименофор в молодом возрасте белый и покрыт белой пленкой. По мере роста шляпки пленка рвется и повисает на ножке под шляпкой в виде кольца. Под старость белые пластинки гименофора гриба слегка буреют.

Кроме настоящего осеннего опенка, на пнях встречаются плодовые тела других грибов, многие из которых вредны для здоровья людей. Чаше других с опенком путают серный ложный опенок, огневку и некоторые другие грибы. От настоящего опенка «самозванцы» отличаются более яркой окраской шляпки. Она может быть желто-сернистого, красноватого или кирпично-красного цвета. Пластинки гименофора желтые, зеленоватые, фиолетово-коричневые. Несъедобные опенки, как правило, имеют неприятный запах. Таким образом, встретив в лесу где-нибудь на пне или стволе дерева семейку грибов, не спешите полжтить ее в корзинку. Прежде внимательно посмотрите на грибы: если желтовато-бурые шляпки гриба покрыты более темными чешуйками, если пластинки гименофора белого цвета, если на ножке под шляпкой есть кольцо, а сама шляпка, будучи сорванной, имеет приятный грибной запах, перед вами настоящий осенний опенок! Правда бывает, что пластинки у большинства состарившихся грибов буреют, но в семье опенков почти всегда есть и более молодые с белыми пластинками. Если же их все-таки нет, то обратите внимание



на цвет спор. Для этого вовсе не обязательно иметь с собой микроскоп — споры опенка видны и без него. Обратите внимание, споровый порошок заметен на шляпках, расположенных под крупными старыми шляпками. Белый цвет порошка — еще одно подтверждение, что вы имеете дело с настоящим опенком. У несъедобных опенков споровый порошок имеет зеленовато-бурую или коричнево-фиолетовую окраску. Теперь можно брать нож и смело срезать эти грибы. Осенний опенок относят к второсортным пластинчатым грибам без млечного сока. Но некоторые любители предпочитают его многим другим грибам.

КАК ОПЕНОК ВРЕДИТ ДЕРЕВЬЯМ

После теплого дождичка споры опенка легко прорастают. Особенно быстро это происходит на поверхности свежих пней. Грибница распространяется под корой и начинает разрушать древесину. Скопление грибницы образует пленку и довольно толстые темные шнуры — ризоморфы. В почве ризоморфы имеют цилиндрическую форму, давление коры делает их плоскими. От зараженного пня ризоморфы продвигаются по корням, а от них по слою лесной подстилки могут распространиться на несколько десятков метров до встречи с корнями живых деревьев. Через поврежденные или отмершие участки коры ризоморфы попадают в живые ткани, убивая их с помощью токсинов. В этом случае мицелий продвигается по корням к корневой шейке. Обычно опенок не поднимается высоко по стволу. Но гниль, повреждающая нижнюю часть ствола, сильно снижает его механическую прочность. Под порывами ветра пораженные опенком деревья падают. Поражая хвойные и лиственные деревья различного возраста, гриб образует очаги. Хвоя или листья угнетенного растения стано-

вятся бледно-зелеными, уменьшается годовой прирост. Неблагоприятные погодные условия (засуха, сильные морозы), ослабляя деревья, способствуют распространению опенка. В зависимости от внешних условий, состояния, возраста и породы дерева болезнь может погубить растение в течение 1—3 лет или примет хроническую форму и будет точить его значительно дольше.

Густые молодые и старые древостои поражаются сильнее, чем более редкие среднего возраста. Особенно же сильно страдают так называемые чистые леса, то есть леса, состоящие из одной какой-нибудь древесной породы.

В хвойных лесах очаги поражения опенком служат местами массового размножения опасных насекомых, которых называют стволовыми вредителями. Заселяя ослабленные деревья, различные короеды, лубоеды, заболонники, усачи, златки размножаются под корой и ускоряют гибель деревьев. Трутовики, поражающие ослабленные и мертвые деревья, довершают гибель леса. Сам опенок многие годы может сохраняться в мертвой древесине пней, корней, ветровале и буреломе. Часто случается, что после вырубki поврежденных опенком лесных насаждений эти площади отводят под сельскохозяйственные угодья. Плодовый сад, разбитый на участке бывшего леса, может очень сильно страдать от опенка, который поражает молодые и старые плодовые деревья, а также плантации крыжовника и земляники, вызывая у них корневую гниль.

КАК БОРОТЬСЯ С ОПЕНКОМ

Итак, подсчитано, что опенок может поражать свыше 200 видов различных, чаще всего древесных, растений. Фитопатологи совместно с лесоводами



разработали целый комплекс мероприятий по борьбе с ущербом, причиняемым этим грибом. Они направлены на повышение устойчивости лесных насаждений и на создание неблагоприятных условий, задерживающих развитие гриба. К мероприятиям первой группы можно отнести рубки ухода, устраняющие чрезмерное загущение молодых насаждений,

санитарные рубки, направленные на удаление больных и ослабленных деревьев.

В садах и парках проводят лечение больных деревьев. Повышению устойчивости лесных пород и одновременно созданию неблагоприятных условий для гриба способствует известкование почвы, внесение в почву сернокислого железа (железного купорося).

Просушка почвы, усиление ее аэрации, а в городских парках и садах дренаж также неблагоприятны и ведут к гибели гриба, который очень чувствителен к недостатку воды. Кроме того, для борьбы с опенком выкорчевывают пни, удаляют с них кору, выжигают или обрабатывают антисептиками. Определенную пользу приносит массовый регулярный сбор плодовых тел, так как при этом из леса удаляется огромное количество спор гриба. В садах, парках и других городских насаждениях применяют обрезку больных корней или их кольцевания.

Все перечисленные мероприятия по борьбе с опенком, проводят в зависимости от ценности насаждений, условий их произрастания, а также экономических и технических возможностей лесозащитных организаций.

ГРИБЫ — РАЗРУШИТЕЛИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Но вернемся, читатель, в оставленный нами ненадолго лес, где коварный опенок разрушил древесину корня какого-нибудь лесного великана. Сильный порыв ветра, и вот уже дерево с вывороченными корнями лежит на земле — это ветровал. Грибы, вызывающие стволовые гнили, являются причиной бурелома — когда стволы сломаны ветром достаточно высоко над землей. Буреломное или ветровальное дерево вскоре погибает, и из живого организма, способного более или менее успешно сопротивляться воздействию гриба, превращается в мертвую древесину, которая в ряде случаев может продолжать разрушаться тем же грибом, что привел дерево к гибели, но чаще всего заселяется грибами других групп. Во-первых, это деревоокрашивающие грибы, вызывающие появление синевы (так называемой кофейной темнины), зеленой, желтой, карминово-розовой, кровяно-красной окраски древесины. Во-вторых, это грибы, способные разрушать деревянные постройки.

Заселение мертвой древесины теми или иными грибами определяется главным образом степенью влажности, причем разрушители мертвого леса довольствуются значительно меньшей влажностью, чем прочие грибы.

Грибы, питающиеся содержимым клеток, называют субстратдеструкторами. Они вызывают медленный и неполный распад древесины. Для таких грибов благоприятные условия создаются под корой неокоренных лесоматериалов или буреломных и ветровальных деревьев. Поэтому удаление коры — одно из самых необходимых условий сохранения срубленной древесины.

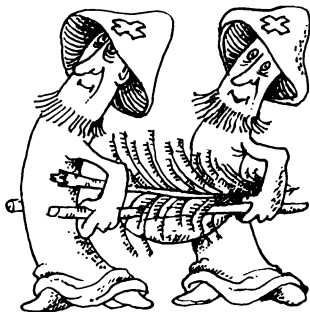
Деструктивные грибы обладают мощной системой ферментов. Воздействие таких грибов приводит

к полному разрушению заготовленной древесины и сооружений из нее. Развитие субдеструкторов создает благоприятные условия для деструктивных грибов. Вот отчего так быстро разрушаются деревянные постройки, особенно если они находятся в условиях повышенной влажности, а строили их наспех из лесоматериалов с небрежно снятой корой, трещинами и задирами древесины. Иначе их называют складскими или штабельными. Представители этой группы — столбовой, или заборный, гриб, шпальный гриб и другие. Они заражают мертвую древесину в лесу, лесоматериалы на складах, иногда очень быстро разрушают заборы, мосты, сараи, навесы, поселяются на чердаках, в погребах и шахтах на деревянных опорах и обшивках.

КАКАЯ ПОЛЬЗА ОТ ГРИБОВ, РАЗРУШАЮЩИХ МЕРТВУЮ ДРЕВЕСИНУ

Если не учитывать вредное действие этих дереворазрушающих грибов на лесных складах, в самом лесу они, несомненно, приносят пользу. Они разрушают мертвую древесину и быстро переводят накопленную в ней огромную массу органического вещества в органические вещества лесной подстилки и почвы. Только после этого питательные вещества становятся доступными для других растений леса. Санитарная роль дереворазрушающих грибов очень велика. Представьте себе на минуту, что представлял бы собой лес, если бы прекратилась титаническая деятельность грибов. Деревья, достигнув предела своего возраста, умирают. Одни из них продолжают стоять, отнимая место у молодых. Другие падают под порывами ветра, ломая молодую поросль, и лежат, загораживая дороги и тропинки. Все кругом засыпано сухими листьями и хвоей, которые не разла-

гаются — ведь нет грибов! Через какое-то время такой лес может превратиться в жуткое нагромождение лесных «мертвецов». Достаточно было бы удара молнии, или случайной искры, чтобы это «кладбище» вспыхнуло и, охваченное огнем, исчезло с лица земли. Таким образом, лес в том виде, в каком мы



его знаем, очевидно, не может существовать без грибов. В нормальном лесу постоянно идет неустанная работа грибов по разложению органической массы. Количество их и видовой состав сбалансированы с видовым составом высших растений. Равновесие нарушается лишь под влиянием экстремальных условий внешней среды — морозных зим, засух, пожаров и тому подобных. Грибы быстро поражают ослабленные деревья, проникая в них через морозобойные трещины, сухобочины, сломанные сучья и другие повреждения. Но для того, чтобы лес оставался здоровым, для обеспечения его максимальной продуктивности, необходимо вмешательство человека, который своей разумной деятельностью обеспечивает нужное соотношение различных организмов в лесу: удаление или расселение животных, сохранение или изменение видового состава лесных пород и так далее.

ВРАГИ НАШЕГО ЖИЛИЩА

В давние годы на Руси каменные дома были редкостью. Основная масса жилых домов строилась из дерева. При набегах завоевателей пожары уни-

что жали деревянные города почти полностью (вспомним знаменитый пожар Москвы 1812 года), но они, как Феникс из пепла, очень быстро возрождались. Это не удивительно, ведь вокруг русских городов всегда было много лесов. Из дерева строили мосты, деревом устилали мостовые. Раскопки показали, что в древнем Новгороде регулярно через несколько лет настилали новую мостовую, погребая прежнюю в глубине культурного слоя. И даже в каменных строениях дерево использовалось очень широко. Деревянными были балки перекрытий, стропила, чердак, а иногда и кровля дома, не говоря уже о полях, перегородах, дверях и оконных рамах. В наше время бетон, металл и пластические материалы постепенно вытесняют дерево, но и сейчас в сельской местности предпочтение отдается в основном деревянным домам. По объему и разнообразию использования с древесиной не может сравниться никакой другой материал.

Но у деревянных конструкций есть враги не менее опасные, чем огонь, — это грибы и влага. При влажности меньше 18 процентов сухая древесина устойчива к дереворазрушающим грибам, поэтому основное условие сохранения древесины — защита ее от увлажнения. В помещениях при 29—31 проценте влажности возможно развитие так называемых домовых грибов. Их температурный оптимум находится в пределах 20—27° С, то есть тех температур, которые бывают в отапливаемых помещениях. Наиболее благоприятны для развития домовых грибов условия постоянного равномерного увлажнения (течи водопроводных и канализационных труб). При оптимальных температуре и влажности домовые грибы могут полностью разрушить деревянные конструкции в течение нескольких месяцев. Особенно опасны домовые грибы для деревянных конструкций производственных помещений, связанных с постоянным увлажнением и повышенным температурным режимом: цехов

окраски и отделки тканей, прачечных и некоторых других.

Знакомство с домовыми грибами мы начнем с **настоящего домового гриба**. Это один из наиболее активных разрушителей древесины зданий и сооружений. Температурный оптимум для развития гриба около 20°C, поэтому наибольший вред гриб причиняет в отапливаемых помещениях. Сведения об этом грибе встречаются в трудах ботаников XVIII века. Но массовое распространение настоящего домового гриба было отмечено во второй половине XIX века, когда он стал общественным бедствием в городах многих стран, в том числе Германии, Швеции, Франции, Бельгии. В конце XIX века профессор Нуссбаум писал, что опустошения, причиняемые домовым грибом в Германии, принимают все бóльшие размеры, а убытки от него исчисляются миллионами марок. В этот период в Германии, Бельгии, Франции и Швейцарии были отданы правительственные распоряжения об обязательном применении против домовых грибов ядовитых веществ — сулемы и медного купороса. Во многих странах Европы создавали комиссии по изучению домовых грибов и выработке мер борьбы с ними. Исследователи обнаружили, что гриб погибает при температуре 40—45°C — следовательно, бороться с ним можно, прогревая здания до 40°C. Однако такая мера приводила к порче мебели, обоев, окраски стен, а гриб при этом прекрасно сохранялся во внутренних частях дерева, температура которых из-за плохой теплопроводности древесины была значительно ниже 40°C.

Ученые заметили «склонность» настоящего домового гриба к деревянным конструкциям первого этажа и подполья: балкам, половицам, доскам обшивки и так далее, эту особенность связали с влажностью древесины. Действительно, оказалось, что при влажности свыше 22 процентов на поверхности поражен-

ной древесины образуется пышная белая грибница с характерными пятнами белого и розового цвета. Эти подушковидные пятна, представляющие собой скопления мицелия, выделяют капли жидкости, за что гриб получил латинское название Серпуля лякриманс, то есть Серпуля слезящаяся. Как известно, пожирая свою жертву, крокодилы льют слезы — отсюда выражение «крокодиловы слезы», означающее притворные слезы, лицемерную скорбь. «Слезы» настоящего домового гриба, жадно «пожирающего» древесину, сродни крокодиловым слезам, причем гриб настолько «прожорлив», что при благоприятных условиях может за 6—10 месяцев полностью разрушить крупную деревянную конструкцию.

Для образования пушистого мицелия благоприятен влажный застойный воздух. При движении воздуха он быстро подсыхает и гибнет. Таким образом, конструктивные особенности зданий, обеспечивающие вентиляцию помещений, — важное условие защиты сооружений от настоящего, а также других домовых грибов.

Со временем пушистые скопления грибницы превращаются в плотные серые шляпки с шелковистым блеском. Появляются также другие формы мицелия: ветвистые шнуры или тяжи, напоминающие толстый шпагат.

Мицелиальные шнуры настоящего домового гриба распространяются по древесине на большие расстояния. Считается, что гриб может перебрасывать питательные вещества из более влажной древесины подвальных этажей в сухую древесину верхних этажей, способствуя тем самым быстрому



распространению настоящего домового гриба и быстрому разрушению деревянных конструкций.

Обычно мицелий гриба и его плодовые тела образуются с нижней стороны половиц и на скрытых от глаз деревянных частях. О возможном поселении домовых грибов можно узнать по прогибанию половиц, растрескиванию и вспучиванию штукатурки потолка и стен. Невнимание к этим симптомам грозит обвалом потолков, междуэтажных перекрытий и стен. Настоящий домовый гриб вызывает гниль древесины деструктивного типа. Образуются продольные и поперечные трещины, древесина приобретает бурую и темно-бурю окраску и настолько теряет механическую прочность, что ее легко растереть пальцами в порошок.

Настоящий домовый гриб вызывает быстрое разрушение древесины хвойных и лиственных пород, оказывая особое предпочтение сосне и ели. Противостоит ему лишь древесина дуба и каштана, что объясняется присутствием танина — соединения фенольной природы, подавляющего рост гриба.

На настоящий домовый гриб очень похож **белый домовый гриб**. Его мицелий белого цвета, ватообразный. Распростертые плодовые тела образует редко, чаще распространяется с помощью мицелия и довольно толстых шнуров. Для развития требует более высокой температуры и влажности, чем настоящий домовый гриб. «Меню» белого домового гриба составляет главным образом древесина хвойных пород, которая под его влиянием быстро превращается в порошок.

К семье домовых грибов относится и **пленчатый домовый гриб**. Он образует тонкий, как паутина, желтоватый мицелий и многочисленные тонкие, веерообразно разветвленные шнуры черно-бурого цвета. Распростертые плодовые тела в виде коричневых с белыми краями пленок образуются довольно редко.

Он поражает древесину хвойных и лиственных пород, кроме дуба и белой акации. Его можно встретить на различных деревянных сооружениях — столбах, изгородях, на древесине в складах и т. д. Попадая в отапливаемые жилые помещения, при достаточной влажности этот гриб может в течение нескольких месяцев распространиться внутри деревянных перекрытий, вызывая их разрушение и неожиданные обвалы.

Список разрушителей древесины следует дополнить еще одним представителем домовых грибов — **пластинчатым домовым грибом**. Плодовое тело гриба с пластинчатым гименофором прикреплено к древесине верхней стороной шляпки. Светло- или грязно-желтые шляпки этого гриба иногда со слабо выраженной, торчащей ножкой встречаются на древесине только в условиях очень высокой влажности — в погребах, подвалах, колодцах. Хорошо знакомы с пластинчатым грибом шахтеры — часто его можно увидеть на деревянных, особенно сосновых, сооружениях в шахтах. За это он и получил свое второе название — шахтный гриб. Пораженная им древесина становится зеленовато-желтой из-за многочисленных тонких паутинистых нитей мицелия. Позднее древесина буреет и распадается.

С ВРАГАМИ НАДО БОРОТЬСЯ

Итак, мы познакомились с основными широко распространенными и наиболее вредоносными из дереворазрушающих грибов. В настоящее время известно около 70 видов таких грибов. Особенности биологии всех дереворазрушающих грибов свидетельствуют о том, что основное условие, предотвращающее развитие грибов в деревянных сооружениях, это их защита от переувлажнения. Необходимо пом-

нить, что благоприятные условия для развития грибов возникают при влажности древесины более 18 процентов. Таким образом, чтобы избежать заражения, следует: использовать при строительстве сухие выдержанные лесоматериалы, обеспечить вентиляцию, просушку и изоляцию сооружений от избыточного увлажнения, вести регулярный надзор за состоянием деревянных конструкций, а в случае необходимости проконсультироваться у специалиста-миколога, фитопатолога или опытного строителя, помня, что намного легче бороться с повреждением древесины в начальной стадии, чем тогда, когда процесс разрушения зашел слишком далеко. В каждом конкретном случае специалист уточнит видовую принадлежность разрушителя древесины и посоветует, что необходимо предпринять для ее защиты: какие элементы конструкций следует удалить и сжечь, какие заменить новыми, как и какими антисептиками обработать древесину и какие меры предосторожности соблюдать при этом.

УДИВИТЕЛЬНЫЙ СИМБИОЗ

Гуляя в лесу, любознательный читатель, конечно, заметит, что поверхность ствола деревьев служит пристанищем для большой группы очень своеобразных организмов. Они образуют на бурой поверхности коры сосны светло-серые или серовато-зеленые порошковатые налеты — лишай (сразу же уточним, что слово «лишай» применительно к этим организмам — устаревшее. В настоящее время их называют лишайниками).

Лишайники представляют собой симбиотический организм. Как уже говорилось, симбиозом называют взаимовыгодное сожительство. Так вот, в теле лишайника сожительство гриб, или, как его назы-

вают, микобионт, представляющий собой гетеротрофный, то есть нуждающийся в готовых органических веществах организм, и зеленая или сине-зеленая водоросль, или фикобионт, организм автотрофный, то есть способный к самостоятельному синтезу органических соединений за счет неорганических веществ и энергии солнца. В обиходе водорослями называют зеленые растения, которые растут в воде, в частности в аквариуме. Но это грубейшая ботаническая ошибка. Валиснерии, эхинодорусы, элодеи, криптокарины, такие привычные в аквариумах, — это высшие цветковые растения, приспособившиеся к жизни в водной среде. Настоящие водоросли ботаники относят к низшим растениям. Они живут в воде, не образуют семян, а размножаются или с помощью подвижных спор (зооспор), или путем слияния двух половых клеток, дающих начало новому организму. Водоросли бывают одноклеточными и многоклеточными. Как уже упоминалось, водоросли — автотрофные организмы, они с помощью пигментов поглощают энергию солнечного света, используя ее для биосинтеза органических веществ. Бурное размножение водорослей можно видеть летом, когда вода в стоячих водоемах приобретает зеленый цвет — «цветет». В зависимости от преобладающего пигмента различают красные, зеленые, сине-зеленые, бурые и другие водоросли.

Итак, фикобионтами лишайников способны быть зеленые и сине-зеленые водоросли. Как микобионт, так и фикобионт лишайника может размножаться самостоятельно в лабораторных условиях на специальных питательных средах. Только в том случае, когда гифы гриба встречают клетку водоросли, образуется то, что мы видим на поверхности коры ствола дерева, — вегетативное тело лишайника, которое называется слоевищем или талломом.

Долгое время лишайники считались самостоятельной группой живых организмов. И лишь во вто-

рой половине XIX века уже известный нам ученый А. де Бари высказал мысль о двойственной природе лишайников. Кстати, именно ему принадлежит создание термина «симбиоз». Большой вклад в изучение биологии лишайников внес известный немецкий ботаник С. Швенденер. С его именем обычно связывают утверждение представлений о природе лишайников, как комплексных организмов. Нашим соотечественникам А. С. Фаминцыну, основоположнику физиологии растений в России, и его ученику О. В. Бараницкому удалось выделить водоросль и культивировать ее отдельно от лишайника. Зеленые водоросли в культуре образовывали зооспоры так же, как и свободно живущие одноклеточные водоросли, этого обычно не наблюдается в организме лишайника.

КАК РАЗМНОЖАЮТСЯ ЛИШАЙНИКИ

Слоевище лишайника составляют гифы гриба, точнее ложная ткань, «сотканная» ими. Большинство микобионтов лишайников — сумчатые грибы, получившие свое название за то, что споры у них образуются внутри специфических одноклеточных структур, которые называют сумками, или асками (на языке микологов сумчатые грибы называются аскомицеты). Однако аскоспоры дают начало только мицелию микобионта. Лишайники же размножаются кусочками слоевища. Большинство лишайников образуют и специализированные органы вегетативного размножения — соредии, представляющие собой одну или несколько клеток водоросли, плотно оплетенных гифами гриба. Соредии в огромном количестве появляются на поверхности слоевища в виде порошащего налета, разносятся ветром на большие расстояния и, осев на различных предметах (камнях, коре живых деревьев, мертвой древесине, почве



и т. п.), при подходящих температуре и влажности прорастают и дают начало новым лишайникам.

У некоторых лишайников образуются другие органы размножения — изидии. Это мельчайшие выросты коры лишайника, содержащие внутри и фикобионт, и микобионт.

Изидии легко обламываются, разносятся дождем и ветром и при благоприятных условиях дают начало новому слоевищу.

Слоевище лишайника может иметь тонкую гладкую или зернистую порошокатую корочку, очень плотно сросшуюся с субстратом. Такие лишайники так и называются **корковые, или накипные**. Отделить накипной лишайник от субстрата очень нелегко. Обычно его собирают вместе с кусочком коры или древесины, на которой он растет.

На севере Крымского полуострова есть удивительное место — мыс Казантип. Он имеет форму круга, и только на юге соединен с сушей узким перешейком. Геологи считают, что мыс образовался при медленном поднятии морского дна и представляет собой кольцевой риф. Изрезанная береговая линия Казантипа отличается удивительной живописностью. Между отрогами кольцевого рифа образовались небольшие, очень уютные бухточки. Отвесные обрывы, фантастические нагромождения скал, огромные глыбы известняка покрыты разнообразными, главным образом накипными лишайниками. Оранжево-красные, черные, серые, серо-зеленые пятна лишайников почти полностью скрывают естественную окраску камня и придают скалам сказочный, удивительный вид. Порой они напоминают каменных чу-

довищ, покрытых яркой пестрой чешуей. Лишайники хорошо разрастаются на прибрежных скалах, обильно увлажненного дождями, туманами и морскими брызгами слабосоленого Азовского моря, особенно в период знаменитого неистового норд-веста.

Листоватые лишайники имеют вид мелких чешуек, розеточек, изрезанных пластинок разнообразной формы и величины. Свое название лишайники получили за сходство с листьями растений, словно прилепившихся к поверхности субстрата. Крепятся они обычно при помощи пучка грибных гиф и легко отделяются. Накипные и листоватые лишайники широко распространены в горных местностях, например на Южном Урале, в Карпатах, на Кавказе.

Еще более сложно организованы **кустистые** лишайники, имеющие вид небольшого кустика или веточки, приросших к субстрату с помощью особой ножки (гомфы). Особенно живописно они выглядят, когда свисают вниз, образуя на ветках деревьев косматые «бороды». Кустистые лишайники обладают удивительной способностью поглощать влагу из воздуха. В горах Северного Кавказа, в лесах вблизи Валдайского озера свисающие космы лишайника Уснеи создают впечатление неприступности и мрачной угрюмости. На Алтае Уснею называют «маральим сеном», потому что зимой и весной до появления свежего корма этот лишайник служит основной пищей маралов. Поедают лишайники лоси, косули, кабарги, а также белки и мелкие грызуны.

ГДЕ РАСТУТ ЛИШАЙНИКИ

Для лишайников питательная ценность субстрата, на котором они селятся, обычно не имеет особого значения. Но они очень чувствительны к условиям влажности, освещения и температуры. Проиллюстри-

ровать подобное утверждение можно следующим примером: на восьмигранной мраморной колонне, стоявшей более двух веков близ замка Амбраз в Тироле, было обнаружено свыше дюжины различных видов лишайников, расположенных по граням колонны крайне неравномерно. Одни из них встречались лишь на самой теплой, южной стороне, другие на северной, третьи росли только в верхней части южной грани колонны, четвертые на южной, но внизу, вблизи поверхности земли и так далее.

Известный советский лишайнолог (ученый, изучающий лишайники) Х. Х. Трасс приводит следующий перечень субстратов, на которых могут расти лишайники: каменные породы (известняки, граниты, гнейсы, кварцы), кора деревьев, хвоя, листья вечнозеленых растений, мхи, гниющие древесные и растительные остатки. Их обнаруживают также на стекле, костях, коже, тряпках и другом мусоре. Такая нетребовательность к субстрату, по-видимому, объясняется тем, что фикобионты лишайников могут усваивать свободный азот воздуха. Кроме того, известный советский физиолог растений П. А. Генкель в 1936 году обнаружил в слоевищах лишайников азотобактер — бактерию, связывающую атмосферный азот. Позже, в 1973 году П. А. Генкель и Т. Т. Плотникова из слоевищ лишайника выделили, кроме азотобактера, микроорганизм из рода Бейеринкия — еще один свободноживущий фиксатор азота. Генкель считает, что лишайники обладают способностью связывать атмосферный азот или за счет сине-зеленого фикобионта, или фиксирующих азот бактерий. Этот вопрос окончательно пока не решен, так как не ясно, являются ли азотфиксирующие бактерии постоянными компонентами лишайников.

Так или иначе, но биологические особенности лишайников позволяют им заселять поверхности, непригодные для роста других растений (каменные

осыпи, песчаные грунты и т. д.). Обычно накипные лишайники появляются на таких поверхностях вслед за бактериями, микроскопическими водорослями и грибами. В течение десятков лет в результате отмирания их слоевищ происходит накопление органических веществ, то есть появляются условия для существования листоватых, а иногда и кустистых лишайников. Затем еще через многие десятки лет лишайниковый покров отмирает, уступая место наиболее неприхотливым высшим растениям. Так происходит постепенное освоение растениями «безжизненных» пространств, возникших в результате оползней, землетрясений, таяния ледников.

ЧТО ТАКОЕ «ОЛЕНИЙ МОХ»

Растут лишайники очень медленно, поэтому неременным условием образования значительного по размеру слоевища должна быть длительная неподвижность субстрата. Лишайники могут расти на почве, причем предпочитают наиболее бедные песчаные или торфянистые, непригодные для их конкурентов — цветковых растений. На песчаной почве сосновых лесов часто образуется плотный покров из серовато-белых лишайников. Такие леса обычно называют боры-беломошники, совершая при этом еще одну грубую ботаническую ошибку, так как лишайники к моху никакого отношения не имеют.

На обширных пространствах тундры и лесотундры растет так называемый «олений мох» — ягель. Это на самом деле комплекс видов лишайника из рода Кладония, которым питаются в основном северные олени. Кроме оленей, ягель могут есть свиньи, овцы, коровы. Питательная ценность лишайников, поедаемых северными оленями, заключается в высоком содержании углеводов, накапливающихся в слое-



вицах главным образом в форме лишайника — лишайникового полисахарида, аналогичного крахмалу высших растений. Содержание лишайника может достигать 40—50 процентов в сухом веществе лишайника. В желудочно-кишечном тракте северных оленей из полисахарида лишайника образуется глю-

коза, которая и усваивается организмом животного. Интересно отметить, что пищеварительные соки северного оленя не переваривают лишайник, так же как и не перерабатывает его организм человека. Это под силу лишь многочисленным бактериям, обитающим в кишечнике оленя. Считается, что только благодаря ягелю и северному оленю возможна жизнь населения негостеприимных приполярных районов. По существу же жизнедеятельность всей цепочки живых организмов Севера обусловлена наличием... определенного вида бактерий, способных разлагать лишайник, в желудке северного оленя.

НЕБОЛЬШОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ В ОБЛАСТЬ ЭКОЛОГИИ

Лишайники очень чутко реагируют на загрязнение воздуха. Давно было замечено, что видовой состав лишайников наиболее богат и разнообразен в естественных биогеоценозах. В городских условиях лишайники встречаются редко, некоторые из них никогда не попадаются в городских садах и парках. Дальнейшие наблюдения показали, что видовое разнообразие лишайников в различных районах больших городов неодинаково. Впервые это было отмечено в

столице Швеции Стокгольме. Индустриальные районы города представляли собой «лишайниковую пустыню», причем количество лишайников возрастало от центра города к его окраинам. Есть данные, что «лишайниковая пустыня» города Мюнхена увеличилась с 8 квадратных километров в 1901 году до 58 квадратных километров в 1957 году. Число видов лишайников и занимаемая ими поверхность находятся в обратной зависимости от уровня загрязнения воздуха.

Выше шла речь о трех группах лишайников: накипных, листоватых и кустистых. Так вот, первыми от загрязнения воздуха погибают кустистые, затем листоватые и в последнюю очередь накипные лишайники.

На этой особенности лишайников основана так называемая лихеноиндикация — наблюдение за развитием лишайников для характеристики загрязнения воздуха. Наиболее сильное отрицательное действие на лишайники оказывает находящаяся в воздухе двуокись серы. Это соединение действует на лишайники значительно сильнее, чем вещества, содержащие фтор или тяжелые металлы (свинец, ртуть, медь, висмут и др.). Так, под влиянием 10 миллиграммов двуокиси серы в одном кубометре воздуха через 6 дней у лишайников распадается 30—48 процентов зеленого пигмента — хлорофилла, а у кукурузы всего лишь 6 процентов. Х. Х. Трасс писал, что, наблюдая лишайники, можно с достаточной точностью установить, насколько сильно загрязнен воздух двуокисью серы. Если ее количество превышает 0,3 миллиграмма на кубический метр воздуха, то лишайники не растут, образуется «лишайниковая пустыня». При содержании двуокиси серы от 0,05 до 0,2 миллиграмма на кубическом метре на стволах деревьев можно встретить накипные слоевища леканоры, листоватые ксантории или фисции, лежащие или приподнятые

кустики анаптихии. Если же кубический метр воздуха содержит меньше 0,05 миллиграмма двуокиси серы, то можно найти листоватые слоевища пармелии, свисающие — алектории и некоторые другие.

ИСЛАНДСКИЙ «МОХ»

Кроме оленьего «мха» — ягеля — известен и до сих пор широко используется в медицине еще один «мох» — исландский — или Цетрария исландская. Этот лишайник часто встречается на сухих горных лугах, в тундре, в сосновых лесах, иногда полностью покрывая поверхность совершенно бесплодной почвы. Около двухсот лет назад кустистые коричневатых тонов слоевища этого лишайника применялись исландцами как лекарственное средство, отсюда Цетрария и получила свое видовое название — исландская. Врачи давали его истощенным тяжелыми болезнями людям как регулирующее деятельность желудочно-кишечного тракта питательное средство.

Имеются сведения и о благотворном влиянии Цетрарии исландской на ход заболевания дыхательных путей. Из высушенных слоевищ готовят отвар, который пьют при поносах, атонии желудка и отсутствии аппетита. Подобные назначения основаны на свойстве лишайника действовать обволакивающе на слизистые оболочки, например при расстройстве кишечника. Студенистую массу образуют углеводы, извлекаемые при кипячении. Половину из них составляет лишенин — уже знакомый нам лишайниковый крахмал. Кроме того, лишайник содержит 2—3 процента горькой на вкус цетраровой кислоты, фумаровую и некоторые другие органические кислоты, сахар, а также 1—2 процента разнообразных минеральных солей.

По сравнению с грибами и высшими растениями лишайники проявляют поразительную устойчивость как к низким, так и к высоким температурам. В полярных районах они не страдают от температуры -50°C и ниже, а в горных районах на известняковых утесах переносят жару в $58-60^{\circ}\text{C}$. До $+70^{\circ}\text{C}$ выдерживает пустынный лишайник Аспицилия съедобная. Этот лишайник не прикрепляется к субстрату, и его слоевища в виде небольших комочков легко переносятся ветром. Их так и называют — «кочующие» лишайники. С Аспицилией связана существующая легенда о «манне небесной».

Скопления Аспицилии съедобной встречаются в степных и пустынных местностях Азии, Северной Африки. Ураганы и сильные ветры переносят иногда лишайник на далекие расстояния, и он выпадает в виде дождя, покрывая местами почву довольно толстым слоем. Слоевище Аспицилии имеет округлую неправильную форму буровато-коричневого цвета снаружи и белого внутри. Аспицилию съедобную употребляли в пищу народы Азии еще в глубокой древности. Так что, библейская манна и есть, по-видимому, не что иное, как этот лишайник.

В Японии на скалах встречается лишайник из рода Умбиликария. Он имеет листоватое слоевище иногда до 20 сантиметров в диаметре, крепящееся к поверхности камня с помощью центральной ножки. Такие слоевища легко отделяются от субстрата. Японцы употребляют Умбиликарию съедобную как деликатес.



ЛИШАЙНИКИ — ИСТОЧНИК ПОЛЕЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

«Блуждающие», или «кочующие», лишайники есть и среди рода Пармелия. Этот лишайник использовался в народной медицине для лечения ожогов и ран.

Вообще биохимическое изучение лишайников, начатое в начале XX века, обнаружило в их слоевищах целый ряд соединений, свойственных исключительно лишайникам. Интересно, что многие вещества он образует как единый организм, то есть они не продуцируются ни грибом, ни водорослью отдельно.

В середине XX века в ряде европейских стран, Японии и Соединенных Штатах Америки были проведены исследования антимикробных свойств лишайниковых кислот. Обычно в лишайниках находят производные фенолкарбоновых кислот, например орселлиновую кислоту, а также депсиды (леканоровая и усниновая кислоты) — вещества, состоящие из двух молекул фенольных соединений подобных орселлиновой кислоте. Многие депсиды обладают высокой антибиотической активностью — способностью соединений подавлять жизнедеятельность других организмов, например бактерий. Вещества, подавляющие рост болезнетворных бактерий, имеют большое значение для медицины. Высокую антибиотическую активность обнаружила усниновая кислота. В нашей стране исследования антибиотических свойств лишайников проводились в Ленинграде в Ботаническом институте Академии наук СССР. От сокращенного названия института получил свое название препарат «Бинан», представляющий собой натриевую соль усниновой кислоты. Первоначально усниновую кислоту выделили из лишайника рода *Уснея*, затем было обнаружено, что эту кислоту содержат и некоторые дру-

гие лишайники. Источником получения уснината натрия служат, главным образом, слоевища лишайников рода Рамалина. Это вещество представляет собой бледно-желтый блестящий кристаллический порошок. Препарат активен против золотистого стафилококка, различных стрептококков, пневмококков, анаэробных микроорганизмов и туберкулезной палочки. Фармацевтическая промышленность выпускает уснинат натрия в форме порошка, раствора в этиловом спирте, касторовом или пихтовом масле. Применяют препарат для лечения ран, ожогов и трещин кожи. Пораженную поверхность припудривают порошком уснината натрия или смесью его со стрептоцидом или норсульфазолом. Растворами обильно смачивают марлевые повязки, которые накладывают на раны.

К тому же семейству Усневых относится также род Эверния. Лишайники этого рода имеют кустистое слоевище и очень часто встречаются на коре лиственных деревьев. Эвернию сливовую неправильно называют «дубовый мох». Верхняя сторона мягкого таллома этого лишайника сероватая или зеленоватая, снизу светлее, часто розового оттенка. Во Франции Эверния сливовая часто растет на стволах и ветвях старых дубов. Экстракты из нее используют в парфюмерии, чтобы придать стойкость духам, мылу, пудре, саше — небольшим подушечкам, наполненным ароматическими веществами, которыми перекалывают белье. Спиртовые экстракты из слоевищ Эвернии содержат целый набор ароматических веществ. Кроме того, некоторые вещества этого экс-



тракта обладают способностью хорошо фиксировать запахи. Используют экстракт Эвернии при изготовлении духов «Бахчисарайский фонтан», «Кристалл», «Кармен», «Подарочные», «Чайка», «Восток», «Кремль», «Маска» и одеколонов «Шипр», «Новый», «Свежее сено» и других.

Итак, читатель, мы завершили наше краткое знакомство с удивительными организмами — лишайниками, и на этом заканчиваем нашу экскурсию в лес.

... Существование фитопатологической службы в нашей стране связано с организацией фитопатологической лаборатории при Главном ботаническом саду в Петербурге. В 1901 году лаборатория была преобразована в Центральную фитопатологическую станцию. Ее задача состояла в том, чтобы определять болезни растений по присылаемым образцам и давать рекомендации по борьбе с ними. Станция издавала «Листок для борьбы с болезнями и повреждениями культурных растений» под редакцией руководителя станции, одного из крупнейших отечественных микологов и фитопатологов Артура Артуровича Ячевского. В 1907 году Ячевский организовал Бюро по микологии и фитопатологии, которое просуществовало до 1922 года, а затем вместе с крупнейшим микологическим гербарием и библиотекой вошло в организованный тогда в системе Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ) Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР). Этот институт до сих пор является координирующим центром работ по защите растений в нашей стране. В поле зрения института болезни хлебных злаков: пшеницы, ржи, ячменя, овса и так далее. Давайте и мы, читатель, отправимся на хлебное поле и посмотрим, какие грибы поселяются на хлебных злаках.

ЧТО ТАКОЕ РЖАВЧИНА

Рассмотрим внимательно больное растение пшеницы. На листьях, стеблях, листовых влагалищах, на остях, чешуйках колоса, а иногда даже на выступающих наружу частях зерна можно увидеть мелкие красно-бурые подушечки. Долгое время, вплоть до начала XIX века, ученые считали, что

эти подушечки представляют собой переродившиеся ткани растения, то есть «сыпи». В медицинской науке сыпью называют множество мелких гнойничков (пустул), появившихся, «высыпавших» на поверхности кожи. Пустулами были названы и подушечки на листьях злаков. Их форма может быть самой разнообразной: продолговатой, округлой, длинной, часто сливающейся, пылящей.

Было установлено, что ржавые пустулы принадлежат так называемым ржавчинным грибам. Эти грибы очень распространены и поражают широкий круг растений, но самый большой вред они причиняют хлебным злакам.

Известный английский миколог и ботаник Х. Г. Петерсон отнес ржавчинный гриб, обнаруженный на пшенице и имеющий одноклеточные бурые споры, к роду Уредо с видовым названием линейарис, что значит полосчатый. Кроме того, на пшенице в конце лета были обнаружены черные пустулы, содержащие двухклеточные споры. Этот гриб отнесли к роду Пукциния, а полное его название Пукциния граминис, то есть Пукциния злаковая.

ПОЧЕМУ ВОКРУГ ПШЕНИЧНОГО ПОЛЯ НЕЛЬЗЯ САЖАТЬ БАРБАРИС

Среди практиков сельского хозяйства издавна бытовало мнение, что появление ржавчины на злаках каким-то образом зависит от соседства с барбарисовыми кустами, из которых часто создавали живые изгороди. В некоторых странах, например в США, еще в XVIII веке был издан строгий закон об уничтожении барбариса на полях. Если же кто-нибудь предоставит на своих полях убежище барбарису, гласил закон, то сосед вправе уничтожить посадки и предъявить иск о возмещении затраченного на это труда.

В Дании борьба за барбарис шла между сельским учителем Н. П. Шоллером — пропагандистом пользы барбариса и пастором Гейбергом, считавшим, что цветочная пыльца барбариса вызывает ржавчину злаков. Шоллер, желая реабилитировать милый его сердцу кустарник, решил выяснить, влияет ли соседство барбариса на появление ржавчины. Он не знал, что ржавчинный гриб на барбарисе ученые мужи относили к роду Эцидиум, а грибы, вызывающие ржавчину злаков, к представителям родов Уредо и Пукциния. У него не было специального образования, его не останавливали общепринятые представления и барьеры академических традиций. Внешне ржавчина на барбарисе была похожа на ржавчину пшеницы, и Шоллер, недолго раздумывая, заразил ею пшеницу. Никто из «серьезных» ученых до этого еще не додумывался. Вероятно, и сам Шоллер надеялся получить отрицательный ответ — ведь он рассчитывал опровергнуть уважаемого пастора Гейберга и снять обвинение с любимой культуры. Но заражение произошло, и учитель опубликовал результаты. Из его опытов следовало, что представитель рода Эцидиум берберидис превратился в представителя рода Уредо линейарис. Официальная наука, конечно же, не могла допустить подобного святотатства. Профессор ботаники университета в Копенгагене Горнеман подверг сокрушительной критике взгляды сельского учителя. Превращение барбарисовой ржавчины в злаковую, по мнению Горнемана, было так же парадоксально, как, к примеру, родящий фиги чертополох. Но Шоллер не сдавался и продолжал доказывать свою правоту. В конце концов созданная Королевским обществом комиссия вынуждена была объявить, что ржавчина обуславливается отчасти облаками, чья влага осаждается на стеблях растений, отчасти почвенными условиями и временем посева.

Опровергая в свое время идею о самопроизвольном зарождении грибов в тканях растения, А. де Бари исследовал ржавчину фасоли. Он проследил полный цикл развития ржавчинного гриба на фасоли и обнаружил пять последовательно сменяющих друг друга форм спороношения ржавчинного гриба, то есть то, что приписывалось раньше разным грибам, оказалось формами спороношения одного и того же патогена. Пикноспоры образовывались в пикнидах, затем возникали эцидиоспоры в специальных вместилищах — эцидиях, летом образовывались бурые одноклеточные уредоспоры, осенью — двуклеточные черные телейтоспоры, прорастающие с образованием базидиоспор, которые заражали растение, давая начало всей последовательности спороношений гриба.

С ржавчиной злаков все обстояло гораздо сложнее. На растениях пшеницы образовывались уредоспоры, которые прорастали и заражали новые растения. Осенью на тех же растениях появлялись телейтоспоры, затем базидиоспоры, никакого влияния на растение пшеницы не оказывающие. Тогда де Бари осуществил «еретическую» идею: попытался заразить базидиоспорами ржавчины пшеницы листья барбариса. Но так ли уж еретична была эта мысль? Ведь де Бари получил медицинское образование и хорошо знал, что некоторые паразитические организмы (например, свиной солитер) проходят определенные стадии развития на различных хозяевах. Мы можем только предполагать, так или иначе рассуждал де Бари, но заражение удалось, и на листьях барбариса появились оранжевые эцидии. Эцидиоспоры из них успешно заражали пшеницу, хотя при этом на их листьях образовывались совершенно не похожие на них летние уредоспоры, способные многократно в течение лета заражать злаки.

Таким образом, А. де Бари удалось впервые показать, что возбудитель ржавчины может парази-

ровать на растениях-хозяевах различного систематического положения. Для завершения полного цикла развития грибу необходимы как злаки (основной хозяин), так и барбарис (промежуточный хозяин). Так, впервые в ботанической науке в 1864—1865 годах было открыто явление разнохозяйственности паразитических грибов.

Другим ржавчинником, развивающимся на различных растениях-хозяевах и исследованным де Бари, был возбудитель ржавчины ели. Эцидиальное спороношение этого гриба развивается на ели, а уредо- и телейтоспороношение — на листьях рододендрона в Альпах, а в Северной Германии, где не растет рододендрон,— на листьях багульника. Позже в нашей стране В. Г. Траншель, один из крупнейших специалистов по ржавчинным грибам, разработал свой метод предугадывания разнохозяйственности ржавчинников на основании морфологических признаков спор этих грибов («правило Траншеля»). Например, на основе анализа особенностей строения телейтоспор ржавчины терновника, ученый высказал предположение, что промежуточным хозяином патогена может служить ветреница. Его предвидение подтвердилось экспериментально. Этот гриб вместе с другими близкими видами был выделен в особый род, который в честь В. Г. Траншеля получил название Траншелля.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РЖАВЧИННОГО ГРИБА

В исследованиях де Бари, касающихся ржавчинных грибов, было одно слабое место: он так и не выяснил роль пикнидий и пикноспор. Справедливости ради следует сказать, что де Бари высказал предположение об участии пикноспор в половом процессе ржавчинного гриба, не получившее в то время экспе-

риментального подтверждения. Как же обстоит дело в действительности?

Телейтоспоры возбудителя ржавчины после зимовки на солоmine хлебного злака весной прорастают, причем из каждой клетки двуклеточной телейтоспоры может вырастать одна базидия. После ряда последовательных делений на базидии образуются четыре одноядерные базидиоспоры. Они отделяются от базидии, разносятся ветром и, попадая на листья барбариса, прорастают и проникают в его ткань. Мицелий развивается в пространстве между клетками растения. Через некоторое время на верхней стороне листа образуются пикниды, имеющие более или менее выраженную кувшинообразную форму. Образованные переплетениями мицелия ржавчинного гриба стенки этого «кувшинчика» погружены в ткань листа. Над его поверхностью слегка приподнимается «горлышко кувшинчика», из которого торчит пучок красных упругих нитей мицелия, называемых перифизами. **Внутри** пикниды образуются многочисленные мелкие одноядерные пикноспоры. Они выдавливаются наружу вместе с капелькой нектара, имеющего сладковатый запах. Легче всего обнаружить запах у ржавчины бодяка полевого, многолетнего растения семейства сложноцветных, в чьих тканях зимует мицелий гриба. Весной листья бодяка густо покрываются пикнидами, издающими приятный запах, сходный с запахом фиалок.

Нектар, выделяемый пикнидами ржавчинников, привлекает насекомых: они перелетают с пикниды на пикниду и переносят пикноспоры гриба. Пикно-



споры разнокачественны, их ядра обозначают знаком (+) или (-). Гифы (+) и (-) одноядерного мицелия сливаются, возникает новый мицелий, имеющий два ядра. Из него-то на противоположной стороне листа барбариса и развивается эцидий. Эцидиоспоры разносятся ветром, попадают на листья злаков, заражают их, в результате чего образуются летние споры (уредоспоры) ржавчины злаков.

Но загадки ржавчинников интересны не только сами по себе. Интерес к ним объясняется тем ущербом, который они причиняют основным продовольственным культурам — хлебным злакам. Насчитывается более 4 тысяч видов ржавчинных грибов, паразитирующих как на диких, так и на культурных растениях. Многие ржавчинники — разнохозяйственные паразиты, то есть развиваются в разных стадиях на разных растениях. Мицелий одних ржавчинников может поражать однолетние органы и погибать вместе с ними осенью. У других мицелий сохраняется в течение нескольких лет в зимующих частях растения.

Например, в корневищах молочаев зимует эцидиальный мицелий гриба из рода Уромицес. Отрастающие побеги молочая, пораженные грибом, изменяются настолько, что могут быть ошибочно приняты за самостоятельный вид растения. Уредо- и телейто-стадии ржавчинника проходят на растениях гороха, образуя на стеблях, листьях и плодах ржавые уредопустулы.

Другой пример — телейтостадия возбудителя ржавчины груши, в течение многих лет развивающаяся на можжевельнике. Мицелий проникает в древесину и вызывает опухоль пораженной части ствола или ветви. Из-под коры выступают темно-бурые образования, называемые телейтоложой гриба. После дождя они набухают, ослизняются, покрываясь массой телейтоспор, которые тут же прорастают, отчего

телейтолога приобретает оранжевый налет. Образующиеся базидиоспоры распространяются с помощью ветра.

Если они попадут на листья груши, то произойдет заражение. На нижней поверхности листьев или на плодах появляются округлые мелкие зеленовато-желтые пятна, затем они разрастаются, увеличиваются, приобретают яркую окраску. Во второй половине лета болезнь вызывает массовое опадение листьев, что очень сильно ослабляет растение. Таким образом, в отличие от ржавчины гороха, где культурному растению вредит уредо- и телейтостадия ржавчинного гриба, а эцидиальная стадия наблюдается на молочае, при ржавчине груши вредоносна эцидиальная стадия, уредостадия отсутствует вовсе, а телейтоспоры образуются на хвойном растении — можжевельнике.

Возбудители ржавчины могут причинять серьезный ущерб растениям подсолнечника, сахарной свекле. На растениях льна также встречается ржавчина, существенно снижающая качество волокна. Возбудители ржавчины подсолнечника, сахарной свеклы и льна относятся к разным родам, но их объединяет общее свойство — они весь свой жизненный цикл проходят на одном растении-хозяине: весной на молодых растениях появляются эцидии, летом уредоспоры, а осенью телейтоспоры гриба. Подвержены ржавчине роза, малина, смородина, гвоздика, яблоня, слива и так далее. Здесь интересно отметить строгую приуроченность ржавчинников к определенным растениям-хозяевам. Например, грибы рода Фрагмидиум и Гимноспорангиум паразитируют только на растениях семейства розоцветных. Если находят лист или фрагмент листа неизвестного растения со следами спороношения этих грибов, то можно с уверенностью утверждать, что лист принадлежит растению семейства розоцветных.

Но все-таки наибольший вред причиняют возбудители ржавчины пшеницы, ржи, овса, ячменя. Против ржавчины этих культур практически не существует эффективного способа борьбы, за исключением посева устойчивых к ржавчине сортов зерновых культур. Считается, что ежегодные потери урожая пшеницы от ржавчины составляют примерно 10 процентов мирового производства зерна. Это средняя величина, но иногда ущерб может достигать и более значительных величин. Например, бывали случаи, когда пшеница с пораженных ржавчиной полей даже не убиралась.

Но ржавчинные грибы влияют не только на количественную сторону урожая, они ухудшают его качество. Из зерна пораженных колосьев сокращается выход муки, уменьшается количество белка в клейковине зерна, подавляется его всхожесть. Отрицательное действие ржавчинников и других фитопатологических грибов снижает и без того низкую продуктивность растений в природных условиях. Подсчитано, что одному человеку в течение года требуется примерно 200 килограммов зерна пшеницы. Чтобы получить это количество, необходима площадь в 1000 квадратных метров при среднем урожае 20 центнеров с гектара. Какова же потенциальная продуктивность пшеницы? Ответ на такой вопрос земледельцы получили ... из космоса. Академик Л. В. Киренский последние годы жизни посвятил исследованиям искусственных экологических систем. Развитие идей К. Э. Циолковского и В. И. Вернадского о космической функции жизни предполагало выход земной жизни за пределы биосферы. Все осуществленные до настоящего времени полеты человека за пределы Земли были выходом лишь в механическом, но не в биологическом смысле, поскольку

жизнь и деятельность космонавтов поддерживали запасами продовольствия, взятыми с земли. «Жизнь как самоподдерживающийся, самовоспроизводящийся процесс,— писал Л. В. Киренский,— еще никогда не выходила за пределы земной биосферы». Таким образом, для длительных путешествий в космическом пространстве человек должен прихватить с собой часть биосферы Земли — то есть создать замкнутую биолого-техническую систему.

Изучение такой системы, регенерирующей среду, и обеспечивающей будущих звездоплывателей продуктами питания за счет потребления извне лишь энергии, показало, что при интенсивных процессах фотосинтеза для обеспечения пищевых потребностей человека достаточно 10 квадратных метров земной поверхности. Выходит, что существующую продуктивность злаков можно повысить в 100 раз! Однако результаты лабораторных исследований, при которых исключена возможность заражения растений болезнетворными микроорганизмами, практически невозможно получить в реальных земных условиях.

Использование высокопродуктивных сортов и создание для них наиболее благоприятных условий не предохраняет растения от различных патогенных микробов и вредных насекомых. В реальных земных условиях невозможно освободиться ото всех нахлебников, желающих воспользоваться плодами труда земледельца. В этой связи проблема устойчивости растений приобретает первостепенное значение. Ведь как бы высокопродуктивен ни был сорт сельскохозяйственной культуры, если он не устойчив к возбудителям болезней и вредителям, его достоинства теряют практический смысл, так как прибавка урожая попадет на «стол» этим прожорливым нахлебникам.

В настоящее время вредители «съедают» от 20 до 25 процентов урожая культурных растений, то есть

урожай каждого пятого или даже четвертого гектара земли, обработанной и ухоженной человеком.

Наибольшую опасность для злаков представляют эпифитотии. В этом случае потери урожая могут быть еще более существенными. Возбудители ржавчины чрезвычайно плодовиты. В специальной литературе приводятся следующие данные: число спор, образующихся на одном акре (4047 квадратных метров), слабо пораженной ржавчиной пшеницы, выражается единицей с тринадцатью нулями! Эта астрономическая цифра значительно повышается при благоприятных условиях на высоковосприимчивых сортах пшеницы. При уборке урожая на таких полях машины, люди и почва становятся буквально красными от бесчисленных спор гриба, поднимающихся в воздух.

Для изучения распространения спор ржавчинных грибов используют липкие стеклянные пластинки, которые крепят на флюгере или даже на самолете. Таким образом, установлено, что ежегодно в июле, за 1—2 недели до появления ржавчины, в воздухе появляются жизнеспособные уредоспоры. Иногда наблюдается быстрое увеличение числа спор, названное «споровым ливнем». Анализ полученных результатов свидетельствует, что споры переносятся за многие сотни километров от зараженных ржавчиной растений пшеницы. Вместе с дождем «споровый ливень» может выпадать на огромных территориях, превышающих порой полмиллиона квадратных километров, то есть не исключено и межконтинентальное распространение спор возбудителей болезней.

Вопрос о распространении ржавчинников на значительные расстояния имеет большое значение, так как, несмотря на фантастическую продуктивность, уредоспоры возбудителей ржавчины злаков сравнительно быстро теряют жизнеспособность. Возникновение первичных очагов ржавчины зависит от способности патогена к перезимовке. Как уже говори-

лось, он может сохраняться в зимнее время в виде телеитоспор на растительных остатках. В последнем случае необходим промежуточный хозяин, на листьях которого протекает эцидиальная стадия развития гриба. В случае стеблевой или черной ржавчины пшеницы таким хозяином служит барбарис. Но наибольший ущерб причиняет уредостадия гриба. Давая в летний период несколько генераций, гриб может быстро распространяться на восприимчивых сортах и вызывать значительное снижение урожая хлебных злаков.

Возбудитель ржавчины относится к группе облигатных паразитов — организмов, способных жить и размножаться только в живых тканях растения-хозяина. И если многочисленные уредоспоры гриба погибают в зимний период, то мицелий может сохраняться в листьях озимых культур. Весной появляются уредопустулы и происходит быстрое нарастание численности патогена.

Со времен А. де Бари началось бурное развитие микологии и фитопатологии. Ученые выделяли различных возбудителей, изучали их рост на искусственных питательных средах, давали морфологическое описание грибов. Но некоторые из них упорно не «желали» расти на искусственных питательных средах. Они росли и размножались лишь на живых растениях-хозяевах. Так была выделена довольно обширная группа грибов, принадлежащих к различным систематическим группам (ржавчинные, мучнисторосяные, пероноспорные и другие) и получивших название облигатных или обязательных, паразитов.



Что же означает само слово «паразит»? Слово паразит пришло к нам издалека и окружным путем. Оно было заимствовано в XIX веке из французского языка, куда попало из латинского. В латынь же слово перешло из греческого, где имело значение сотрапезник, нахлебник, блюдолиз и применялось по отношению к людям.

МОЖНО ЛИ ВЫРАСТИТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ ОТДЕЛЬНО ОТ РАСТЕНИЯ

Широкое распространение и высокая вредоносность ржавчины на самых различных культурных растениях заставляли исследователей применять все новые и новые приемы для изучения причин паразитизма ржавчинных грибов. Ученые исследовали физиолого-биохимические процессы зараженного растения и полученные результаты сравнивали с аналогичными показателями незараженного. Выяснилось, что у больного растения усиливается дыхание, увеличивается испарение воды, или транспирация, происходит распад зеленого пигмента хлорофилла, что, однако, не прояснило существенно характера взаимоотношений, складывающихся между двумя такими различными организмами.

Были сделаны попытки исследовать самого возбудителя ржавчины пшеницы. Работа проводилась на покоящихся и проросших в капле воды уредоспорах патогена. Оказалось, что желто-бурый, ржавый цвет уредоспор зависит от каротиноидов — растворимых в жирах пигментов, имеющих желтый или оранжевый цвет. Каротиноиды широко распространены в растительном мире. Их присутствие придает красную окраску плодам томатов и перца, кожере плодов цитрусовых, пыльникам и пыльце многих лилий, корню моркови. Есть каротиноиды и во всех

частях зеленых растений, но там их присутствие маскируется зеленым пигментом — хлорофиллом.

Уредоспоры содержат нормальное количество свободных и связанных аминокислот, жирных и органических кислот, небольшое количество сахаров (глюкозы, фруктозы, маннозы и рибозы), а также специфический грибной сахар трегалозу. Подробно был изучен дыхательный газообмен у прорастающих уредоспор возбудителя ржавчины пшеницы. На основании этих экспериментов было сделано предположение, что энергию прорастающие уредоспоры получают в основном за счет окисления запасных жироподобных веществ; содержание жирных кислот быстро уменьшалось в течение первых 6—12 часов после начала прорастания уредоспор. Убыль жиров была в 4 раза более интенсивной, чем убыль белков. Споры содержали основные окислительно-восстановительные ферменты, активирующиеся при прорастании и участвующие в процессе дыхания.

Большое количество исследований, посвященных изучению биохимии и физиологии уредоспор, практически исчерпало возможности такого подхода к изучению ржавчинных грибов. Однако каких-либо существенных отличий облигатно паразитирующих ржавчинников от других грибов обнаружено не было.

Новые данные можно было получить, только попытавшись вырастить эти грибы отдельно от растения.

В книге «Курс низших растений», вышедшей в 1937 году, крупнейший советский миколог профессор Л. И. Курсанов писал, что все ржавчинные грибы являются паразитами и притом облигатными, то есть такими, которые вполне утратили способность к сапрофитному существованию; и как в природе, так и в искусственной обстановке могут развиваться только паразитно на соответственном растении. Такая категоричность требовалась от Л. И. Курсанова, как

педагога, автора учебного пособия. Но как исследователь, отдавший много лет изучению биологии ржавчинников, Лев Иванович не мог окончательно согласиться с этим утверждением. Очевидно, поэтому в сноске, набранной мелким шрифтом, он писал, что в условиях чистой культуры возможность удачного выращивания облигатных паразитов не исключена.

В нашей стране первая удачная попытка культивировать возбудителя ржавчины на искусственной питательной среде была сделана в лаборатории известного советского патофизиолога растений К. Т. Сухорукова. В результате исследований, проведенных совместно с А. И. Гречушниковым, им удалось до 12 дней поддерживать возбудителя ржавчины в культуре. В силу ряда причин эти интересные исследования продолжены не были.

Настоящего успеха при культивировании ржавчинных грибов добились австралийские исследователи Ф. Вильямс, К. Скотт и Дж. Кул. Австралия имеет хорошо развитое зерновое хозяйство, и ржавчина пшеницы причиняет ему большой ущерб. Первоначально австралийцы рассмотрели три возможных пути получения культуры стеблевой ржавчины пшеницы. Во-первых, предполагалось сформировать каллусную ткань восприимчивой к ржавчине пшеницы и заразить ее спорами ржавчинного гриба. В этом случае исследователи рассчитывали получить свободные колонии патогена, вышедшего из ткани каллуса на поверхность питательной среды. Во-вторых, очевидно, имея в виду гипотезу о лабильных (нестойких) промежуточных продуктах, необходимых для питания облигатного паразита, ученые рассчитывали на то, что эти продукты можно накопить в питательной среде, культивируя на ней зараженные ржавчиной листья пшеницы. В-третьих, не исключалась и такая «крамольная» мысль, что на удачно подобранной питательной среде все-таки можно

вырастить возбудителя ржавчины непосредственно из спор.

Ученым требовалось преодолеть большую методическую трудность — получить уредоспоры ржавчинного гриба в асептических условиях свободными от посторонних микроорганизмов. Это было необходимо для того, чтобы заразить каллусную ткань, так как возбудитель ржавчины не образует диффузного мицелия, и для того, чтобы заразить отрезки листьев пшеницы, которые предполагалось культивировать на питательной среде. Ведь посторонние микроорганизмы, обитающие на шиповатой поверхности довольно крупных уредоспор возбудителя ржавчины, могли самостоятельно жить и расти на питательных средах и полностью исказить результаты эксперимента. Трудность была преодолена с помощью следующего приема: предварительно зараженные ржавчиной листья обеззараживали с поверхности и помещали на специальную питательную среду, содержащую кокосовое молоко. Затем, не дожидаясь образования каллусной ткани пшеницы, сразу же высевали уредоспоры, полученные в условиях асептики, на различные питательные среды. Споры проросли, образовали ростковую трубку, которая затем разветвилась и превратилась в мицелий возбудителя болезни. Учение опубликовали полученные результаты в декабрьском номере журнала «Файтопатолоджи» за 1966 год. Через два года культура ржавчины пшеницы была получена в США, затем в Канаде и в Советском Союзе. Позже в эту работу включились исследователи многих стран. В результате в культуре на питательной среде было выращено около 20 видов возбудителей ржавчины различных растений, в том числе возбудители ржавчины ржи, подсолнечника, гвоздики, льна, тополя и многих других растений. Таким образом, разработка метода, доступного многим исследователям, позво-

лила преодолеть преубеждение о невозможности в принципе вырастить эти грибы на мертвом субстрате.

В проблеме культивирования ржавчинников до сих пор остается много нерешенного: например, трудно точно предсказать, колония какого морфологического типа образуется после посева уредоспор на питательную среду, так как пока неизвестно, от чего это зависит. Исследователи не обнаружили каких-либо существенных особенностей, отличающих ржавчинные грибы, как облигатные паразиты, от других фитопатогенных грибов; так же как и большинство других грибов, возбудитель ржавчины растет на питательных средах, содержащих низкомолекулярные соединения, и этих соединений обычно достаточно для вегетативного роста и спороношения гриба. Единственным существенным отличием возбудителей ржавчины от прочих фитопатогенных грибов — облигатных паразитов — можно считать медленный вегетативный рост и неспособность конкурировать с другими грибами и бактериями, колонии которых во всех случаях подавляют рост колоний ржавчинников. Поэтому, культивируя ржавчинный гриб на искусственной питательной среде, необходимо тщательно соблюдать правила асептики и охранять колонии от посторонних микроорганизмов. Если же вспомнить, что в природе уредоспоры ржавчинников разносятся воздушными потоками на огромные расстояния, то невольно приходит на память строка из «Фауста»: «Природному вселенная тесна, искусственному ж замкнутость нужна». Возможно, что, спасаясь от конкуренции со стороны разнообразных микроорганизмов, возбудитель ржавчины вынужден был «спрятаться» в ткани растения, перейдя таким образом к паразитизму и став возбудителем болезни растения. Ведь, как считает крупнейший советский миколог М. В. Горленко, паразитами растений стали грибы, питавшиеся до этого сапротрофно.

Австралийский фитопатолог Ф. Вильямс писал, что культивирование ржавчинных грибов пока переживает младенческий период, и культура ржавчины все еще не перестала быть новинкой. Сейчас трудно предсказать, как скоро и какие конкретно практические результаты будут получены в лабораториях ученых. Ясно лишь одно: микологи научились делать то, что еще совсем недавно считалось принципиально невозможным. Конечная цель изучения возбудителей — научиться бороться и предотвращать возникновение болезней. Лишь очень недалёковидные специалисты надеялись, что стоит только получить возбудителя ржавчины в культуре, как проблема тотчас же будет решена. Разочарование их вполне естественно. Исследователи получили новый, обладающий большими возможностями инструмент, позволяющий получить массу новых сведений по биологии ржавчинников, но впереди у них большая и кропотливая работа. Когда и в какой лаборатории будут получены результаты, которые позволят найти слабое звено в цепи взаимоотношений паразита и растения-хозяина и, воздействуя на него, предотвратить или снизить до экономически неощутимых размеров ущерб, причиняемый ржавчиной культурным растениям, неизвестно, но тем не менее ученые считают, что разработка метода культивирования ржавчинных грибов на искусственных питательных средах — одно из основных достижений мировой микологической науки за двадцатипятилетний период с 1947 по 1972 год.

†

ЧТО ТАКОЕ ГОЛОВНЯ

Вернемся из лаборатории опять к хлебному полю. Рассматривая растения в начале цветения, можно увидеть, что у некоторых из них уже в момент выхода

колоса из трубки под нежной прозрачной оболочкой проглядывает что-то черное. После выметывания колоса оболочка, покрывающая его, легко разрывается, и огромная масса мелких черных спор разносится ветром. Колоса фактически нет, он весь как бы заполнен огромным количеством так называемых хламидоспор, или телиоспор гриба Устиляго. Цвет колосьев совершенно черный, ости укороченные, деформированные, напоминающие обуглившиеся головешки. Сходство усиливается, когда при самом легком порыве ветра «головешки» начинают «дымить». Очевидно, по внешнему сходству болезнь и получила свое название — головня. В отличие от других видов, с которыми мы познакомимся позже, эта головня называется пыльной. Иногда колосья поражены не полностью, но не тронутая болезнью часть колоса обычно не содержит зерна (так называемая пустоколосица). Болезнь очень вредоносна, после полного разлета спор от колоса остается только стержень, то есть пораженные растения практически не дают урожая.

КАК РАЗМНОЖАЕТСЯ ГОЛОВНЯ

Как мы уже знаем, споры грибов служат для распространения образовавшего их организма. Спороношение головневого гриба совпадает с массовым цветением злака — хозяина этого возбудителя. На рыльце пестика ветер приносит оливково-бурые, покрытые щетинками споры возбудителя головни. Они прорастают, внедряются в ткань рыльца, достигают завязи и проникают в зародыш. Зерно при этом образуется, но мицелий головни может сохраняться в любой его части, за исключением корешка. Внешне зараженное зерно ничем не отличается от незараженного, и паразита можно обнаружить только под

микроскопом. Гриб в зерне сохраняет жизнеспособность в течение нескольких лет. Когда зерно попадает в почву, набухает и начинает прорастать, пробуждается и мицелий гриба. Коварный патоген незаметно переходит в проросток, распространяется по стеблю, но пока ничем не проявляет себя — зараженные растения обычно не отстают даже в росте. В период формирования колоса мицелий гриба сильно разрастается, утолщается и распадается на огромную массу хламидоспор, разносимых ветром. Бороться с таким грибом очень трудно. Наиболее успешный метод, применяемый в настоящее время,— термическая обработка зерна. Правильно подобранная температура и время ее воздействия не отражаются на жизнеспособности зародыша, но убивают мицелий гриба.

НА КЛЕВЕРНОМ ПОЛЕ

Сходным образом жизни отличается другой гриб, казалось бы, очень далекий от возбудителя головни. Болезнь, вызываемая этим грибом, поражает другую ценную кормовую культуру — клевер. Впервые она была описана А. С. Бондарцевым в 1914 году. Так же как пыльную головню, ее легче всего обнаружить в период цветения растения-хозяина: пораженные цветки (болезнь поражает именно их) отличаются от незараженных измененной окраской. Кроме того, на тычинках цветка заметен легкий серый налет, в котором под микроскопом можно различить конидиеносцы и конидии гриба *Ботритис антофила*. Конидии гриба, занесенные на рыльце цветка, прорастают, мицелий по столбику попадает в завязь и проникает в формирующееся семя. В отличие от хламидоспор пыльной головни, разносимых, как и пыльца злаков, ветром, конидии возбудителя цветочной плесени

распространяются насекомыми — опылителями клевера.

Содержащие мицелий семена клевера по внешнему виду ничем не отличаются от здоровых. Не проявляет себя заражение ни после прорастания семян, ни на взрослых растениях, хотя грибница возбудителя к этому времени обычно пронизывает уже все органы растения. Так продолжается до цветения клевера. Гриб проникает в пыльники, развивается между пыльцой, а на поверхности тычинок образуется конидиальное спороношение. Пыльца, образовавшаяся в пораженных пыльниках, не прорастает, что значительно снижает урожай семян этой ценной кормовой культуры.

ГОЛОВНЯ, КОТОРАЯ ПАХНЕТ СЕЛЕДКОЙ, И ДРУГИЕ

Пришла пора уборки урожая, золотится хлебная нива... Но, если приглядеться, не все растения «тяжелым спелым колосом склоняются к земле». Некоторые из них стоят прямо, раздвинув ости и растопырив чешуйки колосков. Зерна такого колоса отличаются от обычных. Они легковесны, имеют округлую форму (потому-то и оттопыривают чешуйки), у них нет ложбинки, характерной для зерна пшеницы, и цвет их серовато-бурый, тоже отличается от цвета нормального зерна.

При легком надавливании зерно лопается, и оказывается, что это было вовсе не зерно. От него сохранилась лишь внешняя оболочка, с темной оливково-бурой массой внутри. Твердая головня — еще одна болезнь, поражающая злаки. Темная мажущаяся масса спор. (Этот вид головни называют также мокрой) издаст запах, напоминающий запах селедочного рассола. Он вызван присутствием триметил-амина — газообразного вещества, образующегося,

по-видимому, в результате распада азотсодержащих соединений растений пшеницы. За столь специфичный запах болезнь получила третье название — воючая головня. При уборке урожая, и особенно при обмолоте, споры мешочки патогена разрываются, происходит заражение здоровых семян, на поверхности которых гриб и зимует.



Весной хламидоспоры гриба прорастают и проникают в проростки пшеницы. Грибница распространяется диффузно в листья и стебель, не изменяя при этом внешнего вида растения. Попадая в формирующийся колос, возбудитель твердой головни интенсивно разрастается и образует хламидоспоры внутри оболочки зерна. Ущерб урожаю гриб причиняет не только тем, что вместо зерна образуются споры гриба, но и тем, что зараженные всходы весной гибнут.

Кроме пыльной и твердой головни на хлебных и кормовых злаках встречается ряд других заболеваний, вызываемых головневыми грибами. Кукурузе, например, существенный вред причиняет пузырчатая головня. Патоген обуславливает образование пузыреобразных, различной величины опухолей на всех надземных частях растения. Содержимое этих опухолей, или галлов, белое вначале, позднее темнеет от образующихся в большом количестве спор гриба. Взрослым растениям кукурузы галлы значительного вреда не причиняют. Однако молодые растения при заражении обычно погибают, не успев дать урожая. Урожай значительно снижается также в том случае, если галлы образуются не на листьях, а на початках.

СПОРЫНЯ

Многие злаки, как культурные, так и дикорастущие, страдают еще от одной болезни, известной с давних пор под названием спорыньи. В отличие от головни и ржавчины, относящихся к базидиальным грибам, возбудитель спорыньи — сумчатый гриб. Особенно подвержена заболеванию рожь. Проходя вдоль межи ржаного поля, уже готового к уборке, можно заметить странные черные «зерна», торчащие из колоса и значительно превосходящие по размеру обычные. Гриб не образует диффузного мицелия, а заражает непосредственно цветок ржи. Аскоспора гриба прорастает, мицелий усиленно разрастается, завязь покрывается многочисленными короткими конидиеносцами, отчленяющими конидии. Одновременно с этим происходит выделение медвяной росы — липкой сладкой жидкости, привлекающей насекомых. Они-то и разносят конидии на незараженные цветки. Ко времени созревания зерна в пораженной завязи образуется плотная роговидная грибная ткань, которая называется склероцием. В народе склероции спорыньи называют рожки или зубы. Оболочка зерна при образовании склероциев не сохраняется, а внешний слой склероция состоит из плотно переплетенных гиф гриба, окрашенных в темно-фиолетовый цвет. Рожки спорыньи часто опадают до уборки урожая и сохраняются в почве до следующей весны. Весной из каждого склероция вырастает до 30 красноватых росточков, увенчанных красной или красно-бурой головкой, где образуются сумкоспоры — возбудители спорыньи. Спор образуется так много, что одной головки было бы достаточно для заражения целого поля ржи. Созрев, споры с силой выбрасываются из сумок и, подхваченные ветром, переносятся на значительные расстояния.

Спорынья снижает урожай не только за счет

зерен, замещенных грибом, но и за счет стерильности большого количества зерен в зараженном колосе. Однако вредоносность спорыньи этим не исчерпывается. Мука, полученная из зерна с примесью спорыньи, вызывает болезнь, называемую в народе «злые корчи». Отравление спорыньей сопровождается расстройством желудочно-кишечного тракта, омертвением и гангреной конечностей. Корм, содержащий склероции спорыньи, способен отравить все виды сельскохозяйственных животных и птиц.

На Кавказе и в ряде других южных районов нашей страны распространена пальчатая трава, называемая также двурядная гречка, или сухумка. На этом растении паразитирует грибок, близкий возбудителю спорыньи, который также образует токсичные склероции. Скармливание травы со склероциями гриба вызывает у всех видов сельскохозяйственных животных заболевание — клавицепстоксикоз. У коров и лошадей уже через несколько часов отравление проявляется в потере координации движений, угнетенном состоянии, шаткой, спотыкающейся походке. При сильном отравлении животные погибают.

Однако спорынья не только вызывает отравления и болезни, она может и лечить. Химическое и фармакологическое изучение спорыньи ведется уже около 100 лет, она входит во все современные фармакопеи мира. В рожках спорыньи обнаружено большое количество алкалоидов. Наиболее важными считаются алкалоиды группы эрготамина и эрготоксина. Основу алкалоидов составляет лизергиновая кислота, из которой путем многоступенчатого синтеза получают много терапевтически ценных соединений. Препараты, содержащие алкалоиды спорыньи, могут использоваться только по предписанию врача. Они применяются в акушерско-гинекологической практике, для лечения различных воспалительных процессов и психических заболеваний.

Для удовлетворения повышенного спроса на препараты спорыньи уже не достаточно рожков, собираемых с естественно зараженных растений ржи. Впервые искусственное разведение спорыньи было начато в 1940 году в Швейцарии. В настоящее время ее разводят во многих странах Европы как сельскохозяйственную культуру. В ряде случаев используется промышленное культивирование гриба в ферментерах. При погруженном культивировании образуются клетки мицелия, морфологически сходные с клетками склероциев. На качественный состав и количество алкалоидов, синтезируемых грибом на искусственных питательных средах, существенное влияние оказывает состав этих сред.

Итак, на сегодняшний день польза от медицинских препаратов, получаемых из склероциев гриба, намного превосходит приносимый ущерб.

ЧЕМ БОЛЕЕТ ПОДСОЛНЕЧНИК

С 30—40-х годов прошлого столетия широкое распространение в нашей стране получил подсолнечник. Это очень урожайная культура, популярная в народе как источник превосходного масла и как лакомство. Считается, что культивировать подсолнечник в России для получения масла начал в 1841 году крестьянин Бокарев. На тучных почвах южных губерний России (Воронежской, Саратовской и других областей) эта культура приносила большие доходы, и под нее отводили все новые и новые площади. Русские купцы хвастливо заявляли, что могут залить подсолнечным маслом Черное море. Но в 1866 году прошел слух, что подсолнечник не всюду растет одинаково хорошо. В 1874 году подобные сведения поступили из Германии, в 1887 году из Австрии, а в 1912—1913 годах болезнь добралась до Японии

и Китая. Впоследствии выяснилось, что возбудитель болезни был завезен в новые районы возделывания подсолнечника из Америки.

Заболевание подсолнечника начинает проявляться поздно, во второй половине лета. На нижних, расположенных ближе к почве листьях образуются ржаво-бурые пятна. Количество их быстро увеличивается, они распространяются вверх на все более молодые листья. Затем пятна в изобилии покрывают стебель и соцветия. Если заражение произошло рано, то соцветие остается недоразвитым. К концу лета большие плантации подсолнечника, сильно пораженного болезнью, представляли собой жалкое зрелище: засохшие, скрученные листья безжизненно висят на стебле — растения как будто пострадали от мороза, сильной засухи или обожжены огнем. Первым исследователем, обратившим внимание на то, что на больных листьях есть пустулы микроскопического грибка, был московский ботаник С. И. Карельщиков. Позже воронежский помещик А. Михайлов опубликовал несколько заметок в «Земледельческой газете», в которых утверждал, что болезнь подсолнечника происходит от микроскопического грибка. Исследованиями болезни подсолнечника заинтересовался крупнейший миколог того времени М. С. Воронин. Прежде всего он идентифицировал грибок, вызывающий болезнь, — им оказался грибок из рода Пукциния. Затем установил, что все стадии жизненного цикла возбудителя наблюдаются на одном и том же растении, то есть возбудитель ржавчины (а болезнь оказалась именно ржавчиной) подсолнечника — однохозяйственный паразит. Ученый обратил внимание на ряд чрезвычайно важных обстоятельств: во-первых, развитие ржавчины начинается с прорастания зимующих на растительных остатках телейтоспор; во-вторых, телейтоспоры позапрошлого года сбора теряют способность к прорастанию; в-третьих, раз-

личные сорта подсолнечника обладают разной степенью устойчивости к болезни. Справедливости ради следует отметить, что сам Воронин таких различий не наблюдал, эти сведения переданы ему учителем и другом А. де Бари, о котором уже неоднократно упоминалось в книге. Исследования, проведенные М. С. Ворониным, предлагали земледельцу два пути, по которым должна идти борьба с ржавчиной: тщательно убирать и сжигать растительные остатки и высевать подсолнечник на том же поле не ранее, чем через два года, а также использовать устойчивые сорта подсолнечника. Но история исследования болезни позволяет сделать и другой, не менее важный вывод: внимательно относиться к наблюдениям земледельцев, так как, не всегда обладая достаточными знаниями, они тем не менее склонны примечать явления природы и сопоставлять их с видами на урожай.

Число возбудителей болезней полевых культур из царства грибов очень велико. Они поражают зерновые, крупяные, зернобобовые, масличные, прядильные, технические растения и кормовые травы. В этой главе рассказано лишь о некоторых из них, представляющих, как нам кажется, наибольший интерес для любознательного читателя.



Глава пятая
О ГРИБАХ
КАК ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ
СИЛА ТРАДИЦИИ

Употребление грибов в пищу чаще всего бывает связано с традициями, а не с их питательной ценностью. Очень часто в одних областях те или иные грибы объявляют «поганками», их не собирают и не употребляют в пищу, а в других эти же грибы — деликатесный лакомый продукт. Например, в Якутии по берегам реки Лены в смешанных лесах из березы, сосны и лиственницы встречается множество маслят, подберезовиков, подосиновиков, моховиков и других съедобных и вкусных грибов. Коренные жители Бурятской автономной республики признают только



рыжики, которые варят или жарят. Все прочие грибы, в том числе и белые, они относят к числу поганок и в пищу не употребляют. В средней полосе России есть местности, где охотно собирают и солят валуи, тогда как подавляющее большинство сборщиков относятся к ним с пренебрежением.

У нас в стране, например, существует твердое предубеждение против чернильных грибов, навозников, приболотников, поплавок, дождевиков, булавниц и ежевиков. А ведь многие из этих грибов за границей давно получили гастрономическое «признание». Даже шампиньоны и сморчки жители многих деревень считают непригодными для сбора и использования.

КАКИЕ ВЕЩЕСТВА СОДЕРЖАТСЯ В ГРИБАХ

Многие считают, что основная составляющая часть грибов — это вода. Да, воды много, однако ничуть не больше, чем, например, в свекле или турнепсе. Вода в плодовом теле белого гриба составляет 88 процентов, почти столько же воды в подосиновике (87 процентов) и в подберезовике (90 процентов). Наименьшее содержание воды — в дождевике 84,9 процента. Это почти столько же, сколько в свекле (84 процента), и меньше, чем в турнепсе (89,5 процента). Грибы в зависимости от вида по своим пищевым свойствам могут приравняться к фруктам, к овощам, картофелю и хорошо выпеченному хлебу. Кстати, у индейцев — аборигенов Северной Америки известен гриб, который так и называется —

индейский хлеб. Вес этого гриба — 30 фунтов (12 килограммов).

Грибы богаты такими очень ценными для организма человека веществами, как калий, фосфор, сера. Есть в них и витамины: тиамин (V_1), рибофлавин (V_2), пиридоксин (V_6), биотин (Н), стеролы (витамины группы D), никотиновая кислота (РР), пантотеновая кислота. В одной из глав мы уже говорили, что у грибов много биохимических особенностей, сближающих их с животными. Так, биохимические анализы показали, что в плодовых телах грибов, как и в теле животных, содержится полисахарид — гликоген, но не содержится крахмала, аналогичного растительному. Многие грибы, особенно мясистые трубчатые (белый, подберезовик, масленок), содержат сахара. Например, шляпка и ножка белого гриба сладковаты на вкус, что обусловлено присутствием глюкозы или виноградного сахара, который содержится в зеленых частях многих растений, фруктах, ягодах, меде. Кроме того, грибы содержат трегалозу. Так как этот сахар характерен главным образом для грибов, он получил название грибного сахара.

Подобно многим плодам и овощам (моркови, луку, оливкам, ананасам) грибы имеют в своем составе и волютин — соединение, близкое по строению к сахарам. Распределение сахаров в плодовом теле гриба неравномерно: больше всего их в толстых ножках и верхней части шляпки, и очень мало в гимениальном слое — видимо, они быстро расходуются в процессе образования спор гриба. Также неравномерно и распределение жиров в теле гриба. Общее их содержание составляет от 1 до 6 процентов. В белом грибе, например, жиры распределяются следующим образом: в ножке — 4,4 процента, в шляпке — 6,2, верхней части шляпки — 5,8, в гимениальном слое — 7,9 процента. Содержание жиров

увеличивается с возрастом грибов, но не следует делать вывода, что в питательном отношении наиболее ценны старые плодовые тела. Употребляя в пищу слишком старые грибы, человек рискует отравиться. В перестоявших грибах уже начинаются процессы распада. Под влиянием гнилостных бактерий образуется целый ряд высокоактивных, чаще всего токсичных для человека соединений, и, в частности, птомаины (от греческого слова *птома* — труп), то есть трупные яды. К птомаинам относятся кадаверин, путресцин и другие продукты распада белковых соединений. Подобные же вещества образуются в несвежих мясе или рыбе. Птомаины даже в небольших количествах могут вызвать отравление с тяжелыми расстройствами пищеварения, нервной системы, одышкой, упадком сердечной деятельности и даже смертельным исходом. Поэтому следует употреблять в пищу только свежесобранные грибы, сравнительно молодые, еще не прекратившие рост. Собранные грибы необходимо сразу же, не откладывая на другой день, перебрать и переработать.

Неравномерно распределены в грибах и белковые вещества: ножка белого гриба содержит 31 процент белка в пересчете на сухой вес, а шляпка 44 процента, причем наибольшее количество белка сосредоточено в гимении. Подобная закономерность характерна для многих трубчатых грибов. Поэтому в переработку у них чаще всего идут шляпки, и ценятся они дороже. У пластинчатых грибов разница в содержании питательных веществ между шляпкой и ножкой меньше, а у груздей углеводов в ножке содержится даже больше, чем в шляпке. Но в целом, как общая закономерность, шляпка всегда питательнее, чем ножка.

Обнаружены в грибах различные органические кислоты: муравьиная, пальмитиновая и другие. В млечном соке грибов рода *Лактариус* содержится

лактарная кислота. Она придает острый пикантный привкус рыжикам, груздям, волнушкам.

Интересно сравнить по питательной ценности грибы с другими продуктами питания. Показателем питательной ценности продуктов обычно служит количество усваиваемых белков, жиров, углеводов в 100 граммах продукта, а также его калорийность. По количеству белков (33), жиров (14), углеводов (26) и, следовательно, калорийности (224) белые сушеные грибы значительно превосходят все основные овощи: зеленый горошек и бобы, морковь, свеклу, картофель, репу, капусту цветную, кольраби, белокочанную свежую и квашеную, огурцы свежие и соленые, щавель, шпинат, корни сельдерея и петрушки, чеснок, лук — репчатый и порей, помидоры, салат, брюкву, спаржу.

Для сравнения скажем, что из перечисленных овощей самым калорийным считается картофель (65). Таким образом, белые сушеные грибы превосходят картофель по калорийности почти в 3,5 раза, белые маринованные — в 2 раза, соленые грузди и рыжики — в 3 раза. Но калорийность картофеля обусловлена в основном высоким содержанием углеводов (крахмала) почти при полном отсутствии белков и жиров. В грибах же помимо углеводов значительную долю составляют белки и жиры. По содержанию белка грибы могут «поспорить» с таким высокобелковыми продуктами, как говядина, телятина, ветчина, мясо курицы, сыр швейцарский. Сушеные и маринованные белые, соленые рыжики, сушеные черные грибы по содержанию белковых веществ превосходят все перечисленные выше продукты, а более высокая калорийность этих продуктов по сравнению с грибами обусловлена лишь высоким содержанием жиров. Что же касается мясного и грибного бульонов, то последний, имея равное количество белков с мясным, зна-

чительно превосходит его по содержанию жиров и особенно углеводов. Общая калорийность грибного бульона в 7 раз выше мясного!

Калорийность белых и черных сушеных грибов приблизительно равна калорийности белого пшеничного и черного ржаного хлеба соответственно. Различные крупы, мука, лапша и макароны превосходят грибы по калорийности, главным образом за счет более высокого содержания в них углеводов.

Итак, есть все основания сделать вывод, что грибы — это высокобелковый, высококалорийный продукт, способный по своим кулинарным качествам и калорийности успешно конкурировать с различными мясными и молочными продуктами. Необходимо, однако, заметить, что оболочки клеток грибов содержат углеводный полимер хитин, который почти не переваривается в желудочно-кишечном тракте человека. Кроме того, хитиновая оболочка затрудняет доступ пищеварительных ферментов к белкам и углеводам цитоплазмы грибных клеток. Поэтому, чем сильнее измельчены грибы, тем больше полезных веществ из них экстрагируется, тем лучше они усваиваются организмом. Диетологи относят грибы к трудноперевариваемым продуктам и не рекомендуют их людям, страдающим болезнями желудочно-кишечного тракта.

ГРИБЫ — ИСТОЧНИКИ БЕЛКА

Как известно, основу питания людей составляют белки, жиры и углеводы. Особенно важны белки, так как при их распаде в организме человека образуются аминокислоты, необходимые для постоянно идущих процессов регенерации органов взрослых и совершенно незаменимые для растущего организма

детей. Из 20 аминокислот, образующих белки организма человека, лишь 12 могут синтезироваться самим организмом. Остальные должны поступать с пищей. Это так называемые «незаменимые» аминокислоты, среди которых лизин, метионин, триптофан представляют особую ценность. Отсутствие в пище хотя бы одной из «незаменимых» аминокислот приводит к нарушениям обмена веществ и, следовательно, к заболеванию. Ежедневная норма белка для взрослых — 1 грамм, а для детей — 2—3 грамма на килограмм веса тела. По рекомендации специалистов в области питания ежедневная норма приема белка составляет примерно 100 граммов, причем не менее трети этой нормы — белки животного происхождения (мясо и изделия из него, сыр, творог, молоко и другие продукты).

Но животные, белки которых служат источником «незаменимых» аминокислот для человека, также не синтезируют их сами, а получают с пищей. Поэтому для интенсификации животноводства практикуется подкормка животных недостающими в кормах аминокислотами. В настоящее время основную массу аминокислот в качестве кормовых добавок для нужд животноводства получают в нашей стране за счет микробиологического синтеза. В СССР действуют около десяти заводов по производству кормовых дрожжей, белково-витаминных концентратов и очищенных аминокислот, например лизина. Таким образом, грибы используются, во-первых, как продуценты кормовых биопрепаратов, во-вторых, как источники пищевого белка. Но если для получения кормовых дрожжей и незаменимых аминокислот работают мощные предприятия микробиологической промышленности, то относительно использования грибов как пищевых продуктов мы находимся лишь в самом начале пути, в основном на стадии собирательства дикорастущих грибов.

СКОЛЬКО ГРИБОВ МОЖНО СОБРАТЬ В ЛЕСУ

За исключением некоторых стран, где занимаются промышленным разведением грибов в пищевых целях, в большинстве других используют главным образом дикорастущие грибы. Причина этого, по-видимому, в том, что в непо потревоженных деятельностью человека лесах урожаи грибов бывают очень велики. В зависимости от количества съедобных видов, типа леса и его географического местоположения зафиксированы урожаи в 50, 100 и даже 1000 килограммов грибов с гектара леса. Как же удалось подсчитать количество грибов в лесу? Для этого в различных типах лесов закладывают так называемые пробные площадки, на которых учитывают все появляющиеся плодовые тела грибов. Учет проводится один или несколько раз за сезон в зависимости от цели наблюдения, при этом получают количество грибов, характерное для определенного типа леса. Умножая эту величину на всю площадь, занимаемую тем или иным типом леса, рассчитывают, сколько грибов можно собрать со всей площади, например, ельника-зеленомошника. Данные за ряд лет показывают зависимость урожая грибов от погодных условий, его максимальные и минимальные значения и так далее.

Но, к сожалению, приходится признать, что площади основных грибных угодий сокращаются с каждым годом.

Как ни странно это может показаться на первый взгляд, но между человеком и лесом идет постоянное противоборство. Началось оно практически одновременно с возникновением земледелия. Людям были необходимы участки земли, свободные от посторонней растительности, так как обрабатывать плотную дернину лугов и долин примитивными орудиями

очень трудно, лес поджигали и использовали освободившийся участок для выращивания полезных человеку растений. Образующаяся зола служила удобрением и слегка подщелачивала кислые лесные почвы.

Но со временем хороший урожай на таких участках снижался, участок приходилось оставлять и выжигать новый. Такая система земледелия называлась подсечно-огневой. Большую часть лесов на территории, прилегающей к Средиземному морю, первобытные земледельцы уничтожили уже к V веку до нашей эры. Та же участь постигла леса Западной Европы, особенно тех ее районов, где расположены теперешние Франция, Англия и Шотландия. В романе «Айвенго» Вальтер Скотт описывает дремучие труднопроходимые леса, которые существовали на территории средневековой Англии и Шотландии. К сожалению, к началу XX века там сохранилось всего лишь 5 процентов лесных массивов. Во Франции, Испании, Бельгии, Голландии, Греции и Италии эта цифра колебалась от 8 до 20 процентов, в Германии леса составляли около 30 процентов, а в Швеции и Финляндии более 50 процентов. Стремительное уничтожение лесных богатств России началось значительно позже, чем в большинстве стран Западной Европы. И хотя к началу XX века на территории лесостепи европейской части России сохранилась лишь половина имевшихся там лесов, зато оставались еще леса Севера европейской части, а также бескрайние лесные массивы Сибири.

Исчезновение лесов в Западной Европе не снизило спроса на грибы у населения стран этого района. А так как спрос обычно рождает предложение — грибы начали разводить в культуре. Отменный вкус, неприхотливость, обильное плодоношение — вот основные качества, которые были

причиной широкого разведения шампиньонов (кстати, немногим известно, что слово шампиньон по-французски означает вообще любой гриб).

ГРИБЫ НА ГРЯДКАХ

Древние греки и римляне умели искусственно выращивать шампиньоны. Позднее через Италию сведения о культивировании шампиньонов попали во Францию. Бурного расцвета выращивание шампиньонов достигло в блистательную эпоху Людовика XIV. Развитие культуры шампиньонов особенно близ Парижа продолжалось в XVIII и XIX веках. Из Франции культура этих грибов проникла в Швецию, Англию, Бельгию, Голландию, Данию, Германию, а затем и в США. Несмотря на обилие дикорастущих грибов в XVIII веке начали разводить шампиньоны и в России.

Вначале для разведения грибов использовали грибницу, собранную в природе. Куски пронизанного мицелием субстрата подсушивали и переносили в навозные грядки. В конце XIX века в Институте Пастера в Париже была получена в стерильных условиях чистая культура шампиньонов. В России искусственным разведением и распространением шампиньонов занималось огородное заведение Ефима Андреевича Грачева в Петербурге. В настоящее время шампиньонные хозяйства организованы в пригородах Москвы, Ленинграда и некоторых других городов, откуда грибы попадают на прилавки овощных магазинов.

КАК ВЫРАСТИТЬ ШАМПИНЬОНЫ

Для разведения шампиньонов пригодны любые помещения с высокой влажностью воздуха и температурой в пределах 12—14°C. Это могут быть пар-

ники, теплицы (обычно пространство под стеллажами), подвалы, даже старые бочки. В качестве субстрата наилучшим считается сухой, малосоломистый конский навоз. Очень важным условием успешного разведения шампиньонов является подготовка навоза. Вот как описан этот процесс Л. А. Лебедевой. На ровном месте в огородах навоз раскладывают правильными четырехугольными кучами, причем каждый слой поливают водой и плотно утрамбовывают или утаптывают. Когда куча достигнет примерно метровой высоты, ее оставляют в покое недели на две до появления на поверхности беловатого грибного налета, сходного с плесенью. После этого кучу вновь поливают, перелопачивают и оставляют лежать еще недели две, пока она сильно не разогреется. Когда процесс горения в ней почти закончится, навоз делается легким, а температура его понизится приблизительно до 22°, — можно приступать к закладке грядок в теплицах, подвалах или каких-либо других помещениях, предназначенных для разведения шампиньонов. Материалом для посева шампиньонов служит грибница вместе с перегоревшим навозом, взятая из старых шампиньонных грядок. Она представляет собой небольшие рыхлые кирпичики, насыщенные пропитанные мицелием этого гриба. Заготовленная надлежащим образом и высушенная грибница не теряет своей жизнеспособности в течение нескольких лет. Грибницу шампиньонов не закладывают сразу на свежеприготовленные грядки, а дают им первоначально осесть и выстояться в течение 2—3 дней, пока температура внутри грядок не снизится до 20°. Для посева шампиньонов на грядках делают ямки 4×5 сантиметров на расстоянии около 20 сантиметров одна от другой, в которые помещают кусочки шампиньонных кирпичиков величиною с грецкий орех. Сверху грядку заделывают

тонким слоем того же перегоревшего навоза и прикрывают соломой. При благоприятных условиях развития, приблизительно через 10 дней, верхняя поверхность грядки должна сплошь покрыться белым налетом прижившейся грибницы шампиньонов. Сверху грядку накладывают слой хорошей садовой земли толщиной 4 сантиметра, который прикрывают слоем соломы. В случае, если грядки излишне сухи, их опрыскивают водой. При избытке развившейся сырости меняют солому, чтобы она впитала в себя излишнюю влагу. С этой же целью теплицу с шампиньонами необходимо проветривать.

Недель через 5—6 после посева на грядках появляются первые шампиньоны. Их собирают через день или два очень молодыми, еще с розовыми пластинками с нижней стороны шляпок, так как старые шампиньоны теряют вкус и свойственный им аромат. Урожай в среднем бывает не менее 4—5 килограммов с каждого квадратного метра грядки, но при хороших условиях может достигать и 15 килограммов. В современных шампиньонных хозяйствах грибы выращивают в многоярусных помещениях, увеличивая таким образом урожай во много раз.

МОЖНО ЛИ ВЫРАСТИТЬ ЛЕСНЫЕ ГРИБЫ

По существующим сведениям, на грядках в саду, на огороде или на лесных полянах можно выращивать сморчки. Оказалось, что для их развития требуется лишь лесной перегной. Материалом для посева служат споры гриба, полученные при разбалтывании грибных шляпок в воде. Урожай можно получить на следующий после посева год.

Оказались удачными попытки культивировать

гриб, называющийся вешенка. В пищу употребляется мягкая и мясистая в молодом возрасте шляпка этого гриба. В природе вешенка растет до поздней осени на пнях и лиственных деревьях — дубе, вязе, иве, липе. Культивируют ее на коре, опилках, соломе, кукурузных стеблях или на древесных чурбаках. Разводят вешенку в Европе и Америке. Ведутся работы в этом направлении и в нашей стране. Так, корреспондент «Правды» из Минска сообщал в одном из своих очерков, что ученые Белорусского технологического института под руководством профессора Н. И. Федорова создали технологию получения мицелия в лабораторных условиях и высадки его на специально приготовленные отрубки деревьев. При соблюдении благоприятных условий среды вешенка дает богатый урожай — более 100 килограммов с одного кубометра древесины. Подобные же опыты были проведены в этом институте с летним опенком. Его урожай — около 150 килограммов с кубометра субстрата.



Таким образом, грибы перестают быть неотъемлемой частью леса. Их можно с успехом выращивать в городских условиях. По сведениям, приведенным в книге известного советского миколога доктора биологических наук Л. В. Гарибовой, в настоящее время в промышленных масштабах освоено выращивание восьми видов грибов, первое место среди которых занимает шампиньон. Мировое производство грибов значительно выросло за последние годы и в 1982 году достигло миллиона тонн. Проблема разведения грибов по-прежнему остается

актуальной, поскольку решает задачу увеличения белковой пищи для людей, охраны дикорастущих грибов и утилизации некоторых промышленных и бытовых отходов, которые можно использовать как субстрат для выращивания грибов. Перспективны для культивирования в искусственных условиях, по мнению Л. В. Гарибовой, грибы-зонтики, луговые опенки, степной белый гриб и другие сапротрофные виды.

Однако наиболее заманчивым делом остается по-прежнему выращивание грибов, симбиотически связанных с древесными растениями. Опыты по искусственному разведению белых грибов, рыжиков и подберезовиков успешно проводились в нашей стране до революции, но позднее секрет оказался утерянным. После Великой Октябрьской социалистической революции Сектор грибов Всесоюзного института растениеводства проводил подобные исследования, но методических указаний для промышленного выращивания этих ценных грибов разработано не было. До сих пор из микоризных грибов удается разводить только черный трюфель — наиболее ценный по вкусовым и питательным качествам гриб.

Черный французский, или перигорский трюфель, со второй половины XVIII столетия культивируют в южной Франции. Виноградари провинции Перигор поняли, что им гораздо выгоднее выращивать трюфели, чем виноград. Для получения культуры этого ценного гриба почву весной вспахивают на глубину 20—25 сантиметров и тщательно боронуют. Собранные под дубами, где росли трюфели, желуди сажают в ямку и присыпают сверху землей, взятой из-под тех же трюфельных дубов. Таким образом, в почву вносят споры и мицелий гриба, который вступал в симбиотические отношения с корнями дуба, образуя микоризу. Ради культуры трюфеля

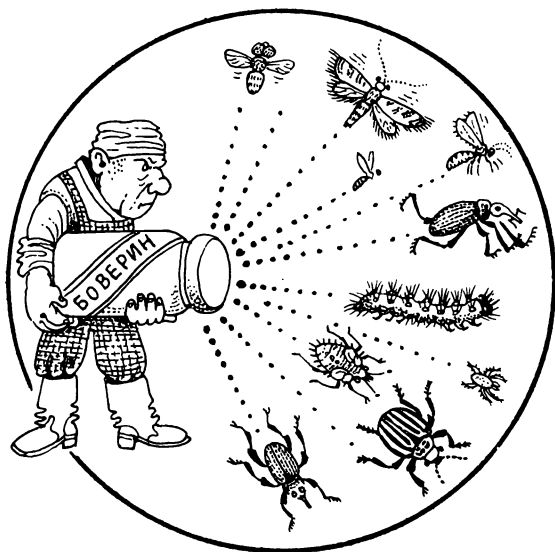
на больших площадях сажают дубы и буки. Через несколько лет после посадки желудей с мицелием начинают появляться небольшие плодовые тела. Урожай увеличивается с каждым годом, приблизительно с десятого года плантации стабильно дают высокий урожай. Грибы собирают в ноябре-декабре. И хотя они находятся в земле на глубине до 25 сантиметров, сборщики успешно находят их по трудно уловимым признакам.

Для отыскания трюфелей обычно используют специально натренированных собак или свиней. Размеры перигорского трюфеля различны — от лесного ореха до крупной картофелины. Снаружи он красновато-черный, а внутренняя (фиолетового или черно-фиолетового цвета) ткань пронизана сетью беловатых жилок. Этот гриб отличают прекрасный аромат и отменные вкусовые достоинства.

В настоящее время опыты по культивированию белых и других микоризных грибов проводятся во многих странах мира, и можно надеяться, что со временем этот вопрос будет успешно решен. Охрана грибных богатств требует улучшения. Как правило, сборщики грибов не думают и не заботятся о сохранении и восстановлении грибных запасов. Как часто можно увидеть в лесу разрытую грибниками подстилку! Кроме того, многочисленная армия грибников уплотняет лесную почву, что особенно остро ощущается в лесах вблизи крупных населенных пунктов. И грибные угодья отодвигаются все дальше и дальше от больших городов. А если к этому прибавить площади бывших лесов, отводимые под строительство дорог, линий электропередач, газо- и нефтепроводов, промышленных предприятий и населенных пунктов, то становится понятным, отчего так быстро истощаются грибные запасы. К тому же загрязнение воды, почвы и воздуха создает дополнительные трудности для воспроизведения лишайни-

ков и грибов — некоторые из них уже находятся на грани исчезновения.

В Красную книгу СССР занесено 20 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов грибов. Среди них — ежевик коралловидный, гриб-зонтик девичий, гриб-баран, желчный гриб кожано-желтый, мухомор щетинистый, сморчок степной, грибная капуста, кесарев гриб, русский черный трюфель (особо высококачественный съедобный гриб) и ряд других. В нашей стране создана широкая сеть заповедников в самых различных почвенно-климатических зонах Советского Союза. Общая площадь заповедных территорий составляет более 9 миллионов гектаров. На их территории запрещен сбор дикорастущих ягод и грибов. К сожалению, при создании заповедников практически не учитывается наличие редких или особо ценных грибов. По-видимому, уже пришло время создать заповедные территории для сохранения уникальных местообитаний грибов. Сокращение их генетического разнообразия опасно потому, что людям еще только предстоит создать культурные сорта грибов, которые бы отличались быстротой роста, высокой продуктивностью, обладали комплексом разнообразных полезных свойств.



Глава шестая ГРИБЫ — ДРУЗЬЯ И ВРАГИ ЖИВОТНЫХ

НАСЕКОМЫЕ — ЛЮБИТЕЛИ ГРИБОВ

Грибами любит лакомиться не только человек. Их поедают олени, их сушат и запасают на зиму белки, лоси охотно едят красные мухоморы, которые действуют как противоглистное средство. Всем хорошо знакомы «червивые» грибы, так огорчающие грибников, особенно при сборе белых, рыжиков, маслят. Правда, название «черви» — не совсем верно. Это личинки бурого грибного комарика, ближайшего родственника других двукрылых насекомых — различных мух, мошек и комаров. Сам комарик широко распространен по всей Европе.

Личинки грибного комарика быстро разрушают плодовые тела грибов. Там, где их нет, грибы долго остаются крепкими.

Плодовыми телами грибов, главным образом трутовиков, питаются мелкие жучки, называемые грибодами. На грибах можно встретить небольшого (6—8 миллиметров) яркого жучка из семейства Стафилинидов, он черного цвета, переднеспинка, начало брюшка и ноги красные, а на подкрыльях — большое красное пятно. Жук — рыжий пятнач, прогрызает ходы внутри шляпки гриба. В плодовых телах трутовиков можно встретить жука из рода скрытноедов-красавок. У него красная или желтая переднеспинка, нижняя сторона тела также обычно красная, надкрылья с синим или зеленым металлическим отливом. По размерам скрытноед немного меньше, чем рыжий пятнач (всего 4—7 миллиметров).

Трутовики на стволе березы дают приют еще двум ярким жучкам. Они почти таких же размеров, как и рыжий пятнач. Одного из них называют березовой вошечкой — это жучок с овальным телом и блестящими сильно выпуклыми черными надкрыльями с желтым или красным отливом. На крыльях две перевязки такого же цвета. Другой жук — черный, матовый, с блестящими надкрыльями, испещренными грубыми точками. Личинки жучков живут и окукливаются внутри трутовиков. Если весной принести из лесу несколько плодовых тел и поместить их в большую банку, закрытую сверху редкой тканью, то через некоторое время на поверхности грибов могут появиться молодые жуки.

В грибах можно найти и других «червей» — крупных желтоватых с короткими ногами. Это личинки жука-щелкуна (чаще всего краснокрылого), жесткие на ощупь. Они получили название «проволочников» или «костяников».

НАСЕКОМЫЕ- ГРИБОВОДЫ

Но среди насекомых есть не только грибоеды, но и настоящие грибоводы. В лесах тропической Америки живут самые крупные муравьи-листогрызы. Рабочие особи имеют в длину 1,5 сантиметра, а размах крыльев самки достигает 2,5 сантиметра. Эти большие и сильные муравьи не считают нужным скрываться, их ярко-красная окраска видна издали. Муравьи появляются внезапно огромными полчищами и к ужасу местного населения в короткий срок срезают все листья с облюбованного ими дерева, предпочитая при этом культурные деревья и овощные растения. Люди не вступают в борьбу с муравьями, а лишь прекращают выращивать те виды растений, которые особенно полюбились муравьям.

На дереве муравьи срезают листья, выгрызают из них круглые кусочки и несут их на спине, поддерживая крепкими челюстями. Создается впечатление, будто толпа муравьев шествует, раскрыв над собой зонтики. Видимо, поэтому их называют еще зонтичными муравьями. Давайте проследим, куда же направляются «зонтиконосцы». Тропа приведет наблюдателя к небольшому холмику голой земли — это надземная часть муравейника, на которой обычно ничего не растет. Многочисленные ходы муравейника располагаются глубоко в земле, при их рытье муравьи выбрасывают бесполезную для них подпочву на поверхность. Можно предположить, что кусочками листьев насекомые питаются сами и кормят многочисленное население обитателей муравейников, но это не совсем так. В муравейнике кусочки листьев подвергаются переработке: сначала их измельчают крупные рабочие муравьи на крупные кусочки и передают более мелким особям. Те, в свою очередь,



снова измельчают их и передают еще более мелким. Самые мелкие кусочки листьев муравьи скатывают в комки, предварительно очистив их от грибов и бактерий. После этого комочки из листьев муравьи «засевают» культурой определенного плесневого гриба, почти так же, как это делают люди,

внося в подготовленные грядки мицелий шампиньонов. Муравьи складывают зараженные грибом комочки листьев в различных частях муравейника, создавая своеобразные «грибные сады», и следят за тем, чтобы на комочках не росли посторонние грибы и бактерии. В случае необходимости проводится тщательная «прополка». Муравьи обладают секретом особого воздействия на мицелий гриба, поэтому на комочках листьев образуются не типичные гифы, а гифы со вздутиями. Вот этими-то вздутиями, главным образом, и питаются муравьи-листогрызы.

Когда приходит время роения муравьев, каждая покидающая родной муравейник самка уносит с собой маленький кусочек грибницы — посадочный материал для будущего «грибного сада». В небольшой подземной камере самка откладывает несколько десятков яиц, но листьев в ее распоряжении нет — ведь сама основательница новой колонии не покидает гнезда, нет и рабочих муравьев, способных провести все необходимые операции. Поэтому самка разгрызает несколько отложенных яиц и заражает их принесенным с собой мицелием. Грибница разрастается и дает возможность самке выкормить первых личинок. Как только появляются рабочие муравьи, они принимаются за заготовку листьев и устройство

«грибного сада». После этого самка уже не трогает отложенных яиц.

Разведением «грибных садов» занимаются не только муравьи, но и термиты, живущие на острове Шри Ланка. Субстратом, на котором выращиваются грибы, также служат листья и стебли растений, но термиты пережевывают их и пропускают через кишечник. В особой камере термитника на губчатых комочках термиты выращивают грибы. По-видимому, грибами термиты выкармливают личинок. Это подтверждается данными ученых, исследовавших содержимое кишечника личинок, а также тем, что личинки размещаются в камерах, где есть «грибные сады». Взрослые же особи удивительно прожорливы и неразборчивы в пище, поэтому считаются одними из наиболее вредоносных для человека насекомых.

ЧЕМ БОЛЕЕТ ШЕЛКОПРЯД?

Ткани из натурального шелка знают, конечно, все. Их производство было известно в Китае еще в 2500—3000 годах до нашей эры, то есть задолго до того, как были построены египетские пирамиды. Нити шелка-сырца, из которых затем после ряда обработок получают ткани, вырабатываются личинкой тутового шелкопряда, или, как его называют, шелковичным «червем».

Зоологи, несомненно, не согласны с таким использованием термина «червь», так как личинки этих насекомых кроме отдаленного внешнего сходства не имеют ничего общего с настоящими червями. За многие годы культивирования тутовый шелкопряд полностью одомашнен человеком. Взрослые насекомые — бабочки почти не способны летать, а гусеницы не расползаются из открытых коробок или с полок стеллажей, где они живут.

Продажа шелковых тканей долгие века была одной из основных статей дохода китайцев. Шелковые ткани заслуженно пользовались широким спросом и высоко ценились во многих странах мира. Стремление европейцев самим производить шелк наталкивалось на строжайшие китайские законы, запрещающие под страхом смертной казни открывать секрет шелководства иностранцам. Но, несмотря на все запреты, секрет похитили два персидских монаха, которые долго жили в Китае и были хорошо знакомы со всеми тонкостями ухода за личинками тутового шелкопряда. Так, тайна шелководства перекочевала в Константинополь, а оттуда в Италию, Францию и другие страны. Шелководство успешно развивалось в Европе с VIII до середины XIX века. Примерно в это время во Франции в провинции Воклюз была зарегистрирована первая вспышка заболевания шелкопряда. Болезнь быстро распространялась по другим провинциям страны, а через некоторое время проникла в Испанию, Италию, Турцию, Сирию, Молдавию, Россию (Кавказ) и Китай. Только Японию болезнь обошла стороной. Шелководы Франции и Италии начали импортировать грену шелкопряда оттуда, но это не привело к искоренению болезни. Шелководы терпели громадные убытки и требовали изучения причин болезни шелкопряда. Министерство земледелия Франции командировало в один из центров шелководства город Алэ Луи Пастера. Прежде всего Пастер познакомился со всеми особенностями выращивания и выкармливания тутового шелкопряда. За плечами Пастера уже был опыт работы с «болезнями» вина и пива, вызываемыми различными микроорганизмами. Изучая эти «болезни», ученый высказал чрезвычайно важное предположение о том, что болезни человека и животных вызывают микробы, размножающиеся в организмах. Исследуя причины гибели шелкопрядов, Пастер нашел в мертвых гусеницах

микроскопические тельца, которые, по его мнению, и вызывали болезнь. В 1870 году Пастер опубликовал работу «Исследования болезней шелколичных червей», где показал инфекционную природу болезней, передававшихся через грену (яичко бабочки тутового шелкопряда), при контакте здоровых насекомых с больными и через зараженную пищу. Он четко разграничил различные болезни — флашерия, пембину, мускардину — и разработал микроскопический контроль зараженной грены. Предложенные Пастером меры борьбы с болезнями спасли шелководство Франции и других стран.

Среди возбудителей болезней тутового шелкопряда именно грибы вызывают мускардину. Пораженные грибом личинки шелкопряда превращаются в мумии, покрытые белым налетом мицелия. Хотя гриб наблюдали многие исследователи, они в нем не видели причины заболевания, считалось, что их появление связано с особым состоянием атмосферы, предшествующим буре, плохими условиями содержания насекомых и так далее. Инфекционная природа белой мускардины была обнаружена Агостино Басси. Он доказал, что гриб размножается внутри зараженной гусеницы и на ее поверхности. Мучнистый налет — спороношение гриба — может вызвать поражение новых насекомых. Это сенсационное открытие вызвало живейший интерес среди шелководов и микробиологов. Но для того, чтобы открытие Басси получило всеобщее признание, потребовалось время и усилие многих специалистов, а главным образом, работы Луи Пастера, показавшие, что болезни шелкопряда могут вызывать различные микроорганизмы. Несмотря на различные симптомы, все они заразны, и для их предотвращения необходим комплекс санитарно-гигиенических мероприятий.

Итальянский миколог Бальзамо детально исследовал обнаруженного Басси возбудителя болезни

и отнес его к роду Ботритис. В честь первооткрывателя Бальзамо назвал гриб Ботритис бассиана. В начале XX века другой миколог Бовери сравнил возбудителя белой мускардины с другим близким видом и предложил выделить эти грибы в самостоятельный род, что и было сделано микологом Виллеменом. В честь Бовери род получил название Боверия, а гриб, следовательно, Боверия бассиана. По законам ботанической номенклатуры, после латинского названия живого организма ставится сокращенно фамилия исследователя, впервые его описавшего. В нашем случае — это Бальзамо, а затем Виллемен, уточнивший систематическое положение возбудителя белой мускардины. Таким образом, полное латинское название патогена сохранило для потомков имена первых четырех исследователей гриба.

При изучении роста гриба оказалось, что Боверия хорошо растет на многих питательных средах. Самый сильный рост наблюдался при 28° С. Очевидно, этим объясняется сильное поражение шелкопряда белой мускардиной — ведь насекомых выращивают при повышенной температуре. На питательной среде гриб образовывал колонии, на 3—7-й день появлялось спороношение. В сухом воздухе споры оставались жизнеспособными по крайней мере 5 лет, во влажном погибали значительно раньше. Благодаря такой длительной жизнеспособности споры могли переходить от одного поколения насекомых к другому. Конидии могут сохраняться на поверхности яйца и заражать только что вылупившихся личинок.

При заражении прорастающие конидии гриба проникают в тело насекомого через его внешние покровы. От зараженного к незараженному насекомому гриб передается при соприкосновении. Распространяясь в теле насекомого, гриб вызывает паралич и гибель гусеницы или бабочки. Конидии гриба образуются спустя 48 часов, поэтому если

убрать и сжечь погибших насекомых, то можно предотвратить дальнейшее распространение инфекции. Во Франции и Италии существуют суровые законы, направленные на борьбу с распространением заразных заболеваний тутового шелкопряда.

Боверия бассиана заражает не только тутовый шелкопряд, но и целый ряд вредителей полевых, садовых и лесных культур: озимую совку, луговой и кукурузный мотылек, клопа-черепашку, свекловичного долгоносика, колорадского жука, яблонную моль и плодоядку, сосновых совку, пяденицу и шелкопряда и др. Гриб может поражать 60 видов насекомых только в нашей стране, в США это число достигает 170.

Грибы из рода Спикария вызывают белый и розовый мускардиозы (последний получил свое название из-за розовой окраски мицелия и спор гриба). Тот же возбудитель поражает целый ряд насекомых-вредителей культурных растений: совку восклицательную, капустную муху, свекловичного долгоносика и др.

Помимо белой и розовой существует зеленая мускардина. Мицелий и конидии этого гриба, относящегося к роду Метарризиум, темно-зеленого или зеленовато-черного цвета. Этот гриб поражает 34 вида жуков, 5 видов бабочек, в том числе и тутового шелкопряда, а также некоторых других насекомых — всего более 200 видов.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БОРЬБА С ВРЕДНЫМИ НАСЕКОМЫМИ

Впервые возбудителя зеленой мускардины описал не миколог, а зоолог. Это был наш соотечественник профессор Новороссийского университета Илья Ильич Мечников. В южных губерниях России, к югу

от Черкасс и Белгорода, посевам злаков существенный вред приносил хлебный жук, прозванный в народе «кузьмой». Этот жук питается созревающими зернами ржи, пшеницы, ячменя. Один жук уничтожает в среднем 9—10 колосьев, а 200 000 жуков могут уничтожить полностью урожай яровой пшеницы на площади в один гектар.

И. И. Мечников обратил внимание, что численность популяции этих насекомых год от года очень сильно меняется. Выясняя причины таких колебаний, Мечников однажды заметил, что несколько личинок, хранящихся у него в ящике с землей, мертвы. Через двое суток на них появился белый, а позднее позеленевший налет мицелия и спороношения какого-то гриба. Мечников смешал споры гриба с землей и в эту смесь поместил 9 здоровых личинок, через 10 дней 8 из них погибли. В 1879 году ученый опубликовал сообщение о проделанной работе. Это был первый опыт искусственного заражения здоровых личинок жука — вредителя сельского хозяйства, то есть прообраз биологической борьбы с вредными насекомыми. В следующем году ученый повторил свои опыты, причем использовал в них не только личинки, но и взрослых жуков. Гибель тех и других произошла через 12 дней. Было установлено, что гриб поражает не только жука-кузьму, но и других вредных насекомых. Мечников организовал производство гриба, достаточное и для полевых испытаний, которые оказались очень перспективными, и для продажи. Авторы книги «Биологическое подавление вредных насекомых» Х. Коппел и Дж. Мертинс писали в 1977 году, что полевые опыты И. И. Мечникова дали очень ободряющие результаты, однако по неизвестным причинам работа была прекращена. Причина же была в крайне неблагоприятной обстановке, сложившейся в России к тому времени. Убийство в 1881 году Александра II сопровождалось широкой волной сту-

денческих волнений. Относившийся с большой симпатией к прогрессивно настроенным студентам Новороссийского университета Илья Ильич Мечников прослыл «красным профессором». В сложной обстановке 1882 года, сославшись на расстроенное здоровье, И. И. Мечников был вынужден покинуть Новороссийский университет. Так закончилась первая попытка биологической борьбы с вредными насекомыми в России.

Прошли долгие годы, прежде чем биометод в нашей стране получил широкое развитие. В настоящее время Советский Союз прочно занимает ведущее место в мире по масштабам практического использования биологического метода в защите растений. Для борьбы с вредными насекомыми промышленностью налажен выпуск препарата Боверин. В одном грамме препарата содержится до 6 миллиардов спор возбудителя белой мускардины гриба Боверия бассиана. Боверин успешно применяют для борьбы с опаснейшим вредителем картофеля колорадским жуком, с яблонной плодовой жук и др.

«МУШИНАЯ ХОЛЕРА»

Осенью на стеклах окон часто можно увидеть неподвижных, как бы застывших комнатных мух. Внимательно приглядевшись, замечаешь вокруг них на стекле беловатый порошок. Под лупой на хитиновом покрове насекомого можно увидеть мицелий и конидиеносцы какого-то гриба. Конидии отделены от напряженной клетки конидиеносцев перегородками. При созревании конидий конидиеносец лопаются, оболочка его сокращается, выбрызгивая наружу капельку клеточного сока, которая увлекает за собой шаровидную конидию. Из брюшка мухи торчат тысячи конидиеносцев, делая муху похожей на старинный

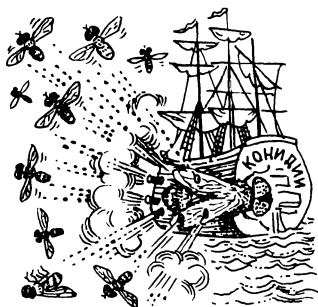
фрегат, стреляющий из сотен пушек в осаждающего его противника. С помощью слизистого вещества конидия достаточно прочно приклеивается к поверхности субстрата на расстоянии 1—2 сантиметров от насекомого. Так образуется мучнистый налет вокруг мухи, пораженной грибом из рода Энтомофтора. В народе это заболевание называют осенней болезнью мух, или мушиной холерой.

Попав на поверхность другого насекомого, конидия прорастает и внедряется в его тело. Если внедрения не произошло, на конце гифы образуется вздутие и новая конидия, которая снова «выстреливает» — и так несколько раз. Гриб как бы охотится за своей жертвой. В теле пораженного насекомого образуются покоящиеся споры гриба. С их помощью при благоприятных условиях вспыхивают очаги болезни — эпизоотии. Несколько видов энтомофторовых грибов могут поражать личинок капустной белянки, капустной моли, яблонной медяницы, златогузки, кольчатого шелкопряда, сосновой совки, а также тлей на самых различных сельскохозяйственных культурах.

АШЕРСОНИЯ — ВРАГ БЕЛОКРЫЛКИ

Те из читателей, которые отдавали свой досуг комнатным растениям, возможно, встречали на листьях бальзамина, фуксии, папоротников, сальвии, герани мелких насекомых с двумя парами крыльев, сложенных домиком и покрытых белым мучнистым налетом. Это — оранжерейная белокрылка. Сильное размножение белокрылки вызывает ослабление растений, опадение листьев, задерживает их рост и цветение. Борьба с белокрылкой очень трудно, так как мучнистый налет не смачивается инсектицидами (ядовитыми для насекомых веществами), а непод-

вижные личинки белокрылки покрыты наподобие щитка восковыми выделениями, что также предохраняет их от действия ядов. В процессе жизнедеятельности белокрылка выделяет сахаристые вещества, так называемую «медвяную росу». Покрытые ею листья становятся блестящими и липкими на ощупь. Очень часто на медвяной росе поселяются сажистые грибы, образующие на поверхности листьев черный, напоминающий сажу, налет. Черная пленка гриба мешает доступу света к листовой поверхности, затрудняет газообмен, влияя тем самым на рост и продуктивность растений. В тропических и субтропических странах на листьях citrusовых встречается близкий родственник оранжерейной белокрылки — citrusовая белокрылка.



В конце прошлого века американский фитопатолог Уэббер изучал причины появления сажистого гриба на citrusовых растениях. Дело в том, что фермеров беспокоило не столько снижение продуктивности растений (ущерб, по-видимому, был незначительный), сколько ухудшение товарного вида апельсинов, лимонов и других citrusовых — покупатели неохотно брали липкие, испачканные «сажей» плоды. Исследования Уэббера показали, что корень зла не в самом сажистом грибе, а в насекомых, выделяющих сладкую «медвяную росу». Особенно обильным был рост гриба на листьях, заселенных белокрылкой. В августе 1893 года, осматривая плантации citrusов, Уэббер обратил внимание, что некоторые личинки белокрылки окружены красноватым налетом. Ученый решил понаблюдать, какова же за-

висимость между насекомыми и красным грибом. Кто знает, может этот гриб — спасение от надоевшего всем паразита. Предположение Уэббера подтвердились, когда он вновь через пять месяцев посетил ту же плантацию. Увеличилась масса красного гриба и число пораженных личинок, вокруг которых образовалась плотная красная бахрома.

Ряд за рядом обходил плантацию Уэббер. Черный сажистый гриб рос лишь там, где не было красного. По образцам, отправленным Уэббером в лабораторию, микологи определили принадлежность гриба — Ашерсония таитянская. Ученый продолжил свои наблюдения: на пораженных Ашерсонией участках белокрылка встречалась крайне редко, а сажистого гриба не было совсем. Начались опыты по расселению спасительного гриба. Приспособились привязывать ветви с пораженными Ашерсонией личинками к кроне свободных от нее деревьев. Результаты превзошли все ожидания. На листьях деревьев невозможно было найти живую, не пораженную грибом личинку.

В 1896 году Уэббер закончил работу по определению гриба: оказалось, что найденная им Ашерсония не таитянская, а новый вид с характерным расположением стромы, придавленной и окрашенной в темно-желтый цвет с красноватым оттенком. Гриб поражал личинок белокрылки всех возрастов, но особенно молодых.

В 1905 году грибом заинтересовался Фаусетт. Ему удалось получить чистую культуру Ашерсонии на стерильных кусочках батата — сладкого картофеля. Результатами исследований Фаусетта воспользовался Бергер. Он помещал кусочки батата в широкогорлые 'молочные бутылки емкостью 0,5 литра и после стерилизации заражал их культурой Ашерсонии. Через 30—40 дней получалась зрелая культура, содержащая огромное количество спор возбудителя.

Культуру гриба в бутылках рассылали фермерам. Они вытряхивали из присланных бутылок кусочки батата в воду, размешивали и фильтровали через марлю. Полученной суспензией опрыскивали растения. Одной бутылки культуры хватало для обработки 4000 квадратных метров сада. Нашли выход и те фермеры, которым не удавалось получить такую бутылку. Они насыпали зараженные Ашерсонией листья в воду, взбалтывали, фильтровали, и препарат для опрыскивания был готов. Наилучшие результаты от применения Ашерсонии получали в период дождей.

В 1896 году Уэббер выделил еще один гриб с шоколадно-коричневой плотной стромой, сплошь покрывающей все насекомое. От края стромы отходят бесцветные гифы, с чьей помощью гриб может распространяться и заражать новых личинок. Не имея удовлетворительного метода культивирования гриба, получившего название «коричневый гриб Уэббера», его распространяли путем прямого контакта или опрыскиванием смывом с зараженных грибом листьев.

Впоследствии выяснилось, что грибы рода Ашерсония широко распространены в Вест-Индии, Панаме, Южном Китае, Юго-Восточной Азии и др. Во влажных субтропиках нашей страны на плантациях цитрусовых Ашерсония до недавнего времени отсутствовала. В период 1958—1964 годов ее завезли из Китая, Вьетнама, Тринидада, с Кубы. В настоящее время грибы рода Ашерсония хорошо акклиматизировались в цитрусовых насаждениях Абхазии и Аджарии и значительно снижают численность белокрылки. В случае необходимости проводят искусственное опрыскивание суспензией спор гриба. Для этого используют наземные или авиационные опрыскиватели. Наиболее эффективно в нашей стране проявили себя китайские и вьетнамские красные формы Ашерсонии.

ОТЧЕГО БОЛЕЮТ ПЧЕЛЫ

Грибы, поражающие различных насекомых, не делают исключения и для пчел. Трудная зимовка, недостаточное питание, плохая вентиляция, сопровождающаяся скоплением влаги в улье, могут создать условия для массового развития микозов пчел. Особенно опасны случаи, когда патогенный гриб растет внутри улья на сотах, рамах, мертвых пчелах, создавая постоянный источник заражения насекомых.

Наибольшее практическое значение имеют грибы рода *Аспергиллус*, которые поражают как личинок, так и взрослых насекомых. Болезнь называется каменным расплодом пчел. Для этих насекомых патогенны два вида аспергиллов — черный (нигер) и желтый (флавус). Первый из них образует густопереплетенный мицелий темно-коричневого цвета, а второй — грязно-желтого. Аспергиллы — не специализированные на насекомых грибы. Они обычные жители почвы, их можно встретить на пищевых продуктах, живых и высушенных растениях, навозе, различных органических остатках. Условия, обеспечивающие бурный рост этих грибов в природе, одновременно способствуют распространению грибных болезней и среди насекомых. Из пыльников и нектарников цветков споры желтого аспергилла попадают в улей. Дождливая погода и высокая влажность воздуха в улье способствуют развитию гриба на сотах, в пыльце. Пораженные грибом взрослые пчелы беспокойно двигаются, болезнь вызывает слабость, быстро прогрессирует и через 2—4 дня приводит пчел к гибели. Пчелы могут погибнуть в улье, но обычно, повинаясь инстинкту, они улетают или уползают на значительное расстояние от него. Через некоторое время на поверхности мертвого насекомого

образуется спороношение гриба, придающее ему характерный пыльный вид. Так как споры гриба попадают в тело насекомого с пищей, считается, что способность гриба вызывать заболевание определяется устойчивостью спор против действия пищеварительных соков. Если споры не погибли, они начинают прорастать в пищеварительном канале, а затем проникают в полость тела. По-видимому, образуемые грибом токсины убивают пчелу или ее личинку. Мицелий прорастает сквозь оболочку, и через несколько дней все тело насекомого покрывают конидиеносцы с конидиальным спороношением гриба. Необходимо удалять из улья мертвых пчел, особенно если они покрыты спороношением гриба. Соты и все поверхности улья, покрытые или разрушенные аспергиллом, следует обработать раствором формалина или другим фунгицидным соединением.

ИНДЮШАЧЬЯ БОЛЕЗНЬ «ИКС»

Еще одно проявление токсического действия гриба *Аспергиллус флавус* было обнаружено случайно в 60-е годы текущего столетия. Все началось с падежа индюшат на одной из ферм в Беркшире (Англия), где в течение двух недель погибло 800 индюшат из 1 000. Через некоторое время лондонская газета «Таймс» сообщала о гибели уже тысяч индюшек. Менее чем за три месяца погибло более ста тысяч индюшек, и не было средств спасти заболевшую птицу. Газета писала, что причины катастрофического падежа расследует лаборатория судебной экспертизы Скотленд-Ярда. В специальном журнале неизвестная болезнь была названа «индюшачьей болезнью «икс». Заболевшие птицы начинали клевать собственный помет, затем совершенно теряли аппетит. Крылья индюшат бессильно повисали, перья за-



кручивались кверху, а иногда обламывались. Примерно через неделю после первых признаков болезни — наступала смерть. При вскрытии обнаруживалось повреждение печени и переполнение почек кровью. Версия об инфекционной природе болезни не подтвердилась — она не передавалась от зараженных птиц незараженным.

Мало того, заразить здоровых птиц не удалось, даже скормливая им внутренности больных индеек. Меры, принятые властями, позволили обнаружить, что болезнь распространена лишь в районе юго-восточных графств в 100 милях от Лондона. Было выдвинуто предположение, что заболевание в какой-то степени связано с кормами, так как все хозяйства зоны эпизоотии (вспышка массового заболевания животных) получали корм с одной и той же лондонской фабрики кормов. В корме искали самые различные токсические вещества: мышьяк, сурьму, барий, свинец, ртуть, фосфор, таллий, селен, цинк, стронций-90, ДДТ, производные синильной кислоты. И напрасно. Не обнаружили и ядовитых веществ наперстянки, чемерицы, олеандра, морского лука, дурмана, полыни, куркумового и кротонового масла, а также патогенных микроорганизмов. Неожиданно поступило сообщение о гибели индюшат теперь уже в одном из западных графств. Хозяйство, где произошел падеж, получало корм с другой фабрики комбикормов. Сравнение составных частей кормов показало, что обе фабрики добавляли в корма муку земляного ореха (арахиса), ввозимую из Бразилии. Пока специалисты выясняли связь между гибелью птицы

и присутствием в корме бразильской муки, падеж птицы (индюшек и утят, которые также были подвержены болезни) достиг 69 процентов поголовья. Однако биохимические анализы подтвердили соответствие муки необходимым стандартам. Послали специалиста в Бразилию. Там мука земляного ореха гибели индюшат не вызывала, вероятно, потому, что их в Бразилии просто не разводили. Муку анализировали на присутствие инсектицидов, кофеина, мочевины, бобов кофе, молотого кофе или какао, но ничего подобного обнаружено не было. Правда, к полученным результатам добавили такой, казалось бы, незначительный факт: мука была приготовлена из урожая орехов очень влажного сезона. Ситуация еще более усложнилась, когда стало известно, что в Кении при подобных же обстоятельствах погибали утята. Им также давали земляные орехи, но привозили их из Уганды.

В Институте тропических культур из пробы этих орехов, высокотоксичных по отношению к утятам, была получена вытяжка, содержащая вещество, обладающее голубой флюоресценцией в ультрафиолетовых лучах. Его подвергли очистке и выделили в кристаллическом виде. Две стотысячных грамма этого вещества, добавленные в корм, убивали однодневного утенка в течение суток. Вскрытие показало симптомы поражения печени, сходные с теми, что наблюдались у птиц при отравлении земляными орехами. Необходимо было выяснить, вырабатывается ли токсин при каких-то условиях самими земляными орехами или попадает в них извне. Обратили внимание, что образцы орехов из Уганды сильно заражены какой-то плесенью. Выделить и определить вид плесени не представляло труда. Им оказался уже известный нам гриб *Аспергиллус флавус*. Предположение о том, что образование токсина связано с этим грибом, подтвердилось — он образо-

вывал токсин в больших количествах на искусственных питательных средах. Выделенному токсическому веществу было дано название афлатоксин, от начальных букв латинского названия гриба *Аспергиллус флавус*.

Теперь необходимо было разобраться, как происходит заражение орехов плесневым грибом.

Земляной орех, или арахис (его называют также обезьяним орехом), — очень ценное в пищевом отношении растение. Оно из семейства бобовых, то есть ближайший родственник фасоли, сои, гороха и бобов. Вместилищем питательных веществ у семян этого семейства служат мясистые семядоли. Семена арахиса содержат 40—60 процентов жира, 25—35 белка и 5—12 процентов углеводов. Калорийность земляного ореха примерно равна калорийности ветчины при равном весе. Название «земляной орех» растение получило из-за своеобразного развития плодов, происходящего в земле. Цветоножки арахиса образуются на стелющихся побегах в пазухах листьев. Через 2—3 дня после опыления плодоножка начинает быстро расти и проталкивает будущий плод на несколько сантиметров в глубь почвы. Плод растет и образует боб, обычно содержащий два семени. Здесь-то в почве и происходит встреча земляного ореха с аспергиллом, конидии которого попадают на поверхность боба. После сбора урожая выдернутые из почвы растения развешивают для просушки, и через несколько недель отделяют бобы. В условиях повышенной влажности грибок сохраняется, переходит в процессе обмолота на семена, а затем в муку арахиса. При достаточной влажности грибок развивается на частицах муки, образуя афлатоксин. Вот почему мука, полученная из бразильских орехов во влажный период, содержала значительное количество афлатоксина и вызывала болезнь печени у индеек и утят.

АФЛАТОКСИН — СИЛЬНЫЙ КАНЦЕРОГЕН

Несколько лет спустя после открытия афлатоксина в Соединенных Штатах Америки на границе Калифорнии власти конфисковали крупную партию форели, предназначенную для продажи. Причина конфискации состояла в том, что почти вся рыба была больна раком печени. Оказалось, что эту рыбу выращивали на искусственном корме, содержащем хлопковое семя, отравленное афлатоксином. Обнаружилось канцерогенное, то есть вызывающее рак, действие афлатоксина и на других экспериментальных животных, подвергавшихся длительному воздействию низких дозировок препарата. Было показано, что афлатоксины являются веществами фенольной природы и состоят из нескольких компонентов.

Действие афлатоксина изучалось на многих животных. Самыми восприимчивыми оказались утята, меньше страдали индюшки, еще меньше — фазаны, голуби и цыплята. Из четвероногих особенно чувствительны поросята, а также телята. Высоковосприимчивы, в отличие от мышей, крысы. Из рыб исключительно восприимчива канадская форель. Молоко коровы, которой скармливали пищу, содержащую афлатоксин, совершенно безвредно. Исключительно устойчивыми оказались овцы: у них не наблюдалось никаких признаков отравления даже после кормления зараженной мукой земляного ореха в течение 19 месяцев. А вот что пишет о канцерогенности афлатоксина для человека Б. Глемзер — автор книги «Человек против рака»: «...Не известно, вызывает ли афлатоксин рак печени или какую-либо иную форму рака у человека. Есть свидетельство того, что рацион, содержащий зараженные афлатоксином продукты, по всей вероятности, вызывает ге-

матому у цыплят, голубей, крыс, кроликов, кошек, свиней, телят, норок, обезьян и у некоторых других животных. Но относительно человека прямых свидетельств нет. Однако имеется немало косвенных данных, которые заслуживают самого пристального внимания». Далее автор указывает на то обстоятельство, что люди на Западе весьма осторожны со споровыми организмами любого вида, за исключением съедобных грибов, растущих в лесу, а многие вообще предпочитают грибы, купленные в магазине. В европейце или американце все восстает против плесневого гриба. Он привык к свежим продуктам. Ему не по вкусу китайский деликатес — яйцо многолетней давности. Трудно полностью согласиться с Глемзером. Безусловно, европейская цивилизация отвергает несвежие продукты, но существует много плесеней, которые употребляются в пищу даже европейцами. Достаточно вспомнить Пенициллиум рокфорти — необходимый компонент сыра рокфор, Пенициллиум камамберти, покрывающий камамбер, благородную плесень, используемую при производстве вин, и так далее. Очевидно все восстает в европейце не против плесени вообще, а лишь против незнакомой плесени. Если плесень знакома и употребление ее проверено многолетней практикой и закреплено традицией, то европеец охотно принимает плесень как компонент продукта питания. Большинство известных в настоящее время Аспергиллов безвредны для людей и животных, и Б. Глемзер прав, утверждая, что афлатоксин — метаболическая случайность. Однако эта случайность должна заставить людей задуматься, как мало мы еще знаем о представителях царства грибов, очень тесно взаимодействующих с миром людей. Остается лишь радоваться тому обстоятельству, что обнаружить коварные свойства афлатоксина человечество смогло всего лишь ценой жизни тысяч индюшек и уток.

Перечень интересующих нас аспергиллов мы закончим Аспергиллусом фумигатусом. Этот гриб вызывает легочное заболевание у человека, известное под названием псевдотуберкулеза. Болезнь сопровождается лихорадочным состоянием, влажным кашлем, мокротой, содержащей кровь, она трудно излечима и длится иногда годами. Кроме того, он может стать причиной отомикоза, при котором в ушных раковинах образуются пробки из мицелия этого гриба. Болезнь заканчивается полной или частичной потерей слуха.

ВНИМАНИЕ — ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ!

Ни в коем случае нельзя недооценивать опасность, которую представляют многие плесневые грибы — источники болезней и отравлений животных и человека. В конце прошлого века Михаил Степанович Воронин исследовал причины появления «пьяного» хлеба на Дальнем Востоке, главным образом в южной части Уссурийского края. Употребление в пищу «пьяного» хлеба вызывало головную боль, головокружение, расстройство пищеварения, рвоту. Исследуя образцы, присланные сотником казачьего полубатальона Н. А. Пальчевским и доктором Н. К. Эповым, М. С. Воронин пришел к выводу, что наиболее вероятной причиной появления «пьяного» хлеба является гриб из рода Фузариум, а точнее его сумчатая стадия Гибберелла саубинетти. М. С. Воронин выдвинул пред-



положение, что патологические явления у людей могут быть вызваны также грибами из рода Гельминтоспориум и Кладоспориум, тем более, что в Швеции была известна «одурманивающая» или «опьяняющая» рожь — щуплые зерна, зараженные грибом Кладоспориум. Хлеб, каша, печенье и пироги, приготовленные из зараженных (почерневших) зерен, вызывали головную боль, головокружение, озноб, рвоту, расстройство зрения. М. С. Воронин сделал вывод, что главная причина появления «пьяного» хлеба — чрезмерная атмосферная влажность из-за сильных морских туманов и обильных дождей.

Другой вид рода Фузариум развивается на зерне в том случае, если оно перезимовало в поле. Известный советский миколог М. К. Хохряков пишет, что токсичность приобретали пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха. Наиболее токсичным было просо. От зараженного грибом зерна больше всего страдали лошади, в меньшей степени свиньи, на коров, овец и коз зерно заметного действия не оказывало. Люди, в течение 1—3 недель употреблявшие в пищу перезимовавшее зерно, заболевали, а в некоторых случаях бывало достаточно и разового потребления зараженных продуктов.

Мы очень кратко коснулись вопроса о болезнях животных и человека, вызываемых грибами. Более подробно об этом расскажет любознательному читателю научно-популярная литература, посвященная медицинской и ветеринарной микологии.



Глава седьмая ГРИБНАЯ ИНДУСТРИЯ

ХЛЕБ ВСЕМУ ГОЛОВА

Грибная индустрия... Это понятие означает промышленное применение грибов — микроскопических и немикроскопических. Чтобы проследить пути зарождения и развития такого использования грибов, следует обратиться к глубокой древности.

В дошедших до нас источниках можно найти немало сведений о том, что люди ели хлеб, приготовленный из кислого (дрожжевого) теста, пили вино и пиво.

«Давно замечено, что мы не обращаем внимания на самые замечательные факты только потому, что

они слишком обыкновенны. Многим ли приходила в голову мысль, что ломоть хорошо испеченного пшеничного хлеба составляет одно из величайших изобретений человеческого ума». Эти слова принадлежат замечательному русскому ученому К. А. Тимирязеву.

Действительно, как редко мы задумываемся над тем, какое место в нашей жизни занимает хлеб. А ведь хлеб, по мнению Тимирязева, «одно из тех эмпирических открытий, которые позднейшими научными изысканиями приходится только подтвердить и объяснять».

«В самом деле,— продолжает Тимирязев,— из сотен тысяч растений, населяющих землю, нужно было найти то, которое представляет наилучшее сочетание неизвестных веществ (белков и углеводов), соединенных в органах растения, легко собираемых и сохраняемых, подвергнуть эти органы измельчению и обработке водой, превращая их в неудобоваримое тесто. Рядом с этим, уже окончательно не сознавая того, произвести культуру другого, невидимого организма — дрожжевого грибка... Вызвать далее культуру этого гриба в тесте и тем заставить тяжелую, вязкую массу превратиться в легкую, пузырчатую, наконец, охватить ее жаром и заставить застыть в том пористом состоянии, которое благодаря его громадной поверхности соприкосновения с соками пищевого канала сделало ее легко перевариваемой».

Кому же мы обязаны этим замечательным изобретением? Где и когда впервые начали печь хлеб? Скорее всего, хлеб был открыт на берегах Нила. Именно египтянам приписывают изобретение настоящего дрожжевого теста, хотя, конечно, они и не подозревали о существовании дрожжей и их роли в процессе хлебопечения. Египетские хлебопеки научились хранить закваску из специально поддержи-

ваемого кислого теста. Все это подтверждается археологическими раскопками, найденными рисунками и папирусами. В историю древнего мира египтяне вошли как «хлебобеды».

В древнегреческой мифологии дарительницей хлеба людям считается богиня Деметра — сестра великого Зевса. Она подарила царевичу Триптолему запряженную крылатыми чудовищами колесницу и научила его сеять пшеницу.

В древних Афинах царил культ хлебных злаков. При приготовлении очень многих блюд афинские кулинары использовали тесто, хлеб, зерна хлебных злаков.

В Римской империи хлебопечение выделилось в самостоятельное ремесло. Звание пекаря считалось почетным, многие из них состояли на государственной службе. В Риме до сих пор сохранился памятник Марку Вергилию Эврисаку — знаменитому пекарю, выходцу из Греции, первому поставившему пекарное дело на промышленную основу.

От древних римлян искусство хлебопечения заимствовали европейские народы в феодальные времена.

Упоминание о первых приспособлениях, облегчающих ручной труд, — ветряных мельницах относится к IX веку. С конца XVIII века в хлебопечении началась эра машинного производства, связанная с изобретением универсального парового двигателя. Но ни паровые мельницы, ни электричество не в силах изменить сущность процессов, происходящих при выпечке хлеба — ведь они обусловлены самим пше-



ничным зерном, его свойствами. В зерне содержится много различных веществ: крахмал, различные сахара, аминокислоты, минеральные соли. Но особое значение для хлебопечения имеют нерастворимые белковые вещества — клейковина.

Современные селекционеры ищут способы создать новые сорта злаков с повышенным содержанием этого вещества, так как давно известно — чем больше клейковины, тем лучше получится хлеб. Для приготовления хорошего теста необходимо хорошенько разрыхлить его изнутри. Эту функцию выполняют древние помощники человека — микроскопические грибы — дрожжи. Они вызывают процесс брожения, во время которого используют сахар, а выделяют спирт и углекислый газ. Для того чтобы весь углекислый газ не вышел из теста (иначе оно не будет рыхлым и пористым), нужна клейковина. Она не дает углекислому газу полностью высвободиться из теста, обволакивая каждый его пузырек тонкой пленочкой. Хлеб, выпеченный из такого теста, получается пористым, пышным и высоким.

Землепашество — самое древнее занятие народов, населяющих территорию нашей страны.

Культ хлеба на Руси уходит в глубину веков. У древних славян покровителем хлебопашцев был бог-громовержец Перун. Сколько примет и поверий, связанных с хлебом, родилось в те далекие века! Буханку хлеба, испеченную в страстную пятницу, подвешивали к потолку и считали, что этот хлеб не пускает в дом злых духов. Висящий в доме у рыбаков и моряков небольшой хлебец в виде кораблика отводил беду от тех, кто ушел в далекое плавание. Мать хлеба, Невеста хлеба, Дух хлеба — все это персонажи праздников, посвященных хлебу. А праздников таких на Руси было очень много — среди них праздник первой борозды, праздник первого снопа. Нет ничего удивительного в возникновении

такого культа. Ведь в процессе сотворения хлеба есть что-то загадочное, таинственное! Геродот в свое время писал: «Все люди боятся, чтобы пища не загнила, а египтяне замешивают тесто так, чтобы оно подвергалось гниению», подразумевая, конечно, под гниением брожение теста.

Имеются сведения, что в русских монастырях приготавливали дрожжи и торговали ими уже в XIV—XV веках. Такая торговля приносила монастырям огромный доход — спрос на дрожжи был очень велик. В конце XVIII века появляются прессованные дрожжи, хорошо известные каждому из нас.

В наше время дрожжи производятся на современных дрожжевых заводах. Их путь к хлебу начинается в заводской лаборатории. В небольшом сосуде Ганзена в жидкой питательной среде находится культура дрожжей Сахаромицес церевизиа. Если каплю питательной среды поместить на предметное стекло микроскопа, то можно увидеть множество овальных клеток — это и есть клетки дрожжевого гриба. Постепенно дрожжи пересеивают в сосуды большей емкости, пока они, наконец, не попадают в огромные цилиндрические бродильные чаны. Основой питательной среды в этих чанах служит патока, которую получают с сахарных заводов. Кроме патоки, разведенной водой, среда содержит соли фосфора, аммиак и другие необходимые для жизнедеятельности дрожжей вещества. Питательную среду стерилизуют, охлаждают до 28° С, и только после этого вносят в нее культуру дрожжей. Дрожжи начинают усваивать питательные вещества, раздаяя при этом сахара патоки на спирт и углекислый газ, вспенивающий жидкость в чанах. Дрожжи получают азот из аммиака, фосфор из фосфорнокислых солей и углерод из сахаров — вот главные биогенные элементы, необходимые для размножения дрожжей. Примерно через 12 часов брожение заканчивается.

Дрожжи вместе с питательной средой попадают в сепараторы, где их отделяют от жидкости. Под прессом из дрожжей удаляют лишнюю воду и получают всем известные пекарские дрожжи — плотную, бесструктурную светлую массу с характерным запахом.

ВИНОГРАД — САМ СЕБЕ ВИНОДЕЛ

Греки и римляне поклонялись богу вина и виноделия Дионису (Вакху) и в его честь устраивали пышные вакханалии. Из санскритской литературы известно, что древние арийцы приготавливали пьянящий ритуальный напиток сома из перебродивших соков, а напиток сура, очень похожий на наше пиво, из пшеницы и ячменя. Известно и о том, что древние славяне варили пиво и мед. Некоторые ученые считают, что первоначально зерно культивировалось в некоторых странах специально для приготовления пива. Так или иначе, но в клинописных памятниках Месопотамии упоминается ячменное пиво. Жители этой страны знали и вино, но готовили его из фиников и семян кунжута, а виноградное вино привозили из соседних стран, знавших виноделие. Древние египтяне были, по-видимому, также хорошо знакомы с вином и пивом, процесс изготовления вина описан в одной из древних египетских надписей на гробнице фараона Птаххотепа, жившего за две с половиной тысячи лет до нашей эры.

О роли дрожжей в получении вина долгое время ничего не было известно. Виноград — сам себе винодел. Если выжатый из него сок оставить стоять, входящие в его состав сахара превратятся в спирт. Муть, осевшую в конце брожения на дне сосудов и состоящую, как мы теперь знаем, в значительной мере из клеток дрожжей, немецкий монах и алхимик

XV века Базилиус Валентинус считал выделениями, облагораживающими вино. Химики начали проникать в сущность этого процесса лишь в XIX веке.

В 1810 году Жозеф Луи Гей-Люссак открыл общую химическую формулу разложения сахара на спирт и углекислый газ. Что же вызывает разложение сахара? В середине XIX века великий француз Луи Пастер доказал, что вино образуется благодаря деятельности микроскопических организмов — дрожжей и что с их помощью можно превратить в спирт даже простой раствор сахара. Больше того, он обнаружил, что некоторые факторы, например кислотность или щелочность, влияют на обмен веществ дрожжевых микроорганизмов и этим определяют свойства вина.

Наблюдения позволили ему сделать еще один вывод, когда микроорганизмы, вызывающие брожение, продолжают развиваться в уже готовом напитке, вино получается некондиционное, перебродившее. Пастер нашел способ сохранения вина от порчи — прежде чем разлить вино по бутылкам, надо его прогреть до 60°.

Сначала, как водится, к предложению ученого отнеслись недоверчиво. «Никто не станет пить горячее вино», — говорили виноторговцы. Однако со временем новый способ предохранения вина от порчи получил широкое распространение. Слова Пастера «мои труды поднимут благосостояние всей Франции» оправдались. Прогревание, или пастеризация, вина принесло Франции миллионные доходы. Сам Пастер не заработал на своем открытии ни гроша. Зато он прослыл «лекарем вин». О своих открытиях Пастер сообщил в двух работах: «Мемуар о брожении, называемом молочнокислым» (1857) и «Этюды о вине» (1866).

Откуда же появляются дрожжи в виноградном соке? Любопытный читатель, конечно, помнит, что

кожица растущей виноградины покрыта естественным нежным налетом. Этот налет — воскообразная пленка, на которой оседают споры плесени и диких дрожжей, заносимые ветром или насекомыми. На кожице одной ягоды может находиться до 10 миллионов дрожжевых клеток, из них более 100 тысяч, как правило, разновидности винных дрожжей.

Именно ферменты, выделяемые винными дрожжами, вызывают брожение, в результате которого сахара винограда превращаются в спирт. Кроме того, образуются также многочисленные побочные продукты, влияющие на вкус и другие свойства вина. Характер жизнедеятельности дрожжей серьезно сказывается на качестве вина, поэтому за ним внимательно следят виноделы.

Самые давние традиции у французских вин. Говорят, что бургундские виноградники были заложены 2000 лет назад, и когда в 600 году финикийцы основали портовый город Марсель, там уже, якобы, пили славное бургундское вино. На некоторых старинных виноградниках Европы, в том числе и на виноградниках солнечной Грузии, между виноградом и дрожжами установилась «гармония», благодаря которой в вине проявляются лучшие качества винограда. Но сейчас и там на большинстве винных заводов исправляют природу, добавляя чистые культуры нужных дрожжей и падавяя рост нежелательных микроорганизмов, оказавшихся на кожице винограда.

ИЗ ЧЕГО И КАК ДЕЛАЮТ СБРОЖЕННЫЕ НАПИТКИ

Сырьем для получения сброженного виноградного сока служит виноград, доставляемый с виноградника на винный завод как можно скорее, чтобы он не потерял влаги и не испортился. Спелый ви-

ноград на 90 процентов состоит из мякоти и сока (виноградное сусло), остальные 10 процентов — кожица, черенок и косточки. виноградное сусло содержит в основном воду и сахар. Его количество зависит от сорта винограда и степени его зрелости. В сусле есть винная и яблочная кислоты, а также



большое количество лимонной, щавелевой, глюконовой, глюкуроновой и фосфорной. Химики обнаруживают в сусле до 20 аминокислот, 13 пигментов-антоцианов, ароматические вещества, танины, витамины, ферменты и минеральные соли. По-видимому, многие из этих веществ играют важную роль в питании дрожжевых грибов и, следовательно, в рождении вина.

Процесс брожения очень сложен. В нем участвуют по крайней мере 22 фермента, 6 коферментов, ионы магния и калия. И это только для того, чтобы разложить один из двух основных сахаров — глюкозу. Полный же процесс брожения включает еще много других реакций. В результате брожения виноградного сусла образуются, кроме спирта — основного продукта брожения, глицерин, янтарная кислота, уксусный альдегид, эфиры.

Виноградное сусло получают на винном заводе, загружая виноград в давяльное устройство, где он давится между валами. Для приготовления белого вина в сусло не должна попадать кожица и косточки, а для красного вина в дело идет все — и сок, и мякоть, и кожица, и косточки. Пигменты кожицы придают красному вину его цвет, а танины косточек и кожицы — необходимую для красного вина терп-

кость. Особенность технологии приготовления розовых вин заключается в том, что сок начинает бродить вместе с кожицей и мякотью. По прошествии 24 часов его отжимают, и брожение продолжается уже в одном соке.

Следующий этап производства вина проходит в бродильном чане — деревянной или цементной емкости.

Прежде всего виноградное сусло в чане обрабатывают сжиженным сернистым газом, сернистой кислотой или ее солью, чтобы прекратить жизнедеятельность диких дрожжей, обитавших на кожице ягоды. После этого в чан добавляют чистые культуры дрожжей.

Сернистый газ стал применяться в виноделии лишь в XX веке. Его использование замедляет окисление, которое особенно опасно для белого вина, осветляет вино, позволяет улучшить букет.

Наблюдение за температурой в бродильном чане — еще одно нововведение нашего века. Известно, что в процессе брожения выделяется тепло, поэтому сконструированы специальные охлаждающие устройства. Для красных вин необходима более высокая температура брожения, чем для белых, — 29,5° С и 15,5° С соответственно. Брожение белых вин, таким образом, идет значительно медленнее, что обеспечивает больший выход спирта, эфиров и ароматических соединений. Виноделы считают, что брожение при низкой температуре улучшает аромат и букет вина. Продолжительность брожения зависит от температуры, типа дрожжей, содержания сахара в винограде и колеблется от нескольких дней до нескольких недель.

Когда в виноградном соке заканчивается брожение, его переливают в отстойные чаны, где начинается процесс осветления. Здесь же происходит разложение дрожжевых клеток, что в свою очередь

стимулирует развитие молочнокислых бактерий. Ферменты этих бактерий превращают яблочную кислоту в более слабую молочную, то есть снижают кислотность вина.

Виноделы XX века много привнесли в старинный таинственный процесс приготовления вина.

И все-таки, несмотря ни на что, появление выдающегося вина так же, как и раньше, остается делом счастливой случайности, результатом особого совпадения погоды, сорта винограда и искусства винодела.

«БЛАГОРОДНАЯ ПЛЕСЕНЬ»

Еще один микроскопический помощник винодела — гриб Ботритис цинереа, или «благородная плесень», поражающий сорта белого винограда (например Семийон и Совиньон, Рислинг) в районе Бордо и долине Рейна. Особенно характерен этот гриб для района Сотерн во Франции. Предполагают, что тамошняя почва и особый микроклимат наиболее благоприятны для его развития.

Ягоды, пораженные грибом Ботритис цинереа, начинают вянуть, кожица плода сморщивается. Транспирация гриба ускоряет процесс высыхания ягод.

Заражение грибом осуществляется постепенно, и на одной грозди можно найти все стадии развития «благородной плесени»: «зеленые ягоды» — с гладкой кожицей, отливающей изумрудной зеленью, и «жареные ягоды» — вялые, сморщенные с серыми подушечками гриба.

Отличное качество вин, которые получают из винограда, пораженного «благородной плесенью», связано с высоким содержанием сахаров в ягодах и низким уровнем кислотности. Кроме того, «благородная плесень» придает вину особый аромат.

родная плесень» оказывает большое влияние на дрожжи — некоторые виды дрожжей хорошо развиваются и размножаются только в присутствии гриба Ботритис. В пораженных ягодах образуется некоторое количество глицерина (в здоровых ягодах его нет), что придает этому вину неповторимый букет.

Однако производство таких вин очень дорого в силу следующих причин: во-первых, при поражении «благородной плесенью» значительно снижается урожай винограда; во-вторых, «благородная плесень» может поразить не весь урожай, а только часть его. Поэтому, как правило, для производства вина такого типа количество винограда всегда ограничено.

БЕЗАЛКОГОЛЬНОЕ ВИНО

Человечество очень давно узнало о свойствах вина и других алкогольных напитков. Следовательно, столь же давними являются и его представления об их вреде.

Использование этих продуктов, образованных жизнедеятельностью дрожжей, имеет, к сожалению, свою оборотную сторону, омрачающую жизнь человека, — это алкоголизм и его страшные последствия. Как тут не вспомнить слова великого Парацельса о том, что все есть яд и только доза делает яд безвредным.

Кофе без кофеина впервые был произведен в 1908 году, но потребовалось почти 70 лет, чтобы ввести его в широкое употребление. Существуют заменители соли и сахара. Как же обстоят дела с безалкогольным вином? Ведь алкоголизм становится серьезной проблемой человечества.

В последнее время на мировом рынке появились так называемые деалкогольные напитки. Прежде чем

из них выводится алкоголь (до уровня 0,5 процента), они проходят полный процесс брожения. Вкус такого напитка мало отличается от вкуса настоящего вина, но употребление его не грозит ни алкогольным отравлением, ни излишними калориями.

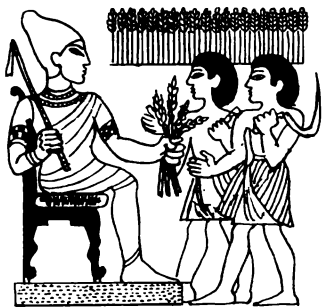
Сейчас выпускается лишенное крепости австралийское сладкое фруктовое вино «Кастелла» и итальянское «Джованни». В Советском Союзе выпуск dealкогольных вин освоили грузинские виноделы.

ДРЕВНЕЙШИЙ НАПИТОК

Пивоварение, как и виноделие, известно человечеству уже более 5000 лет. Изобретение пива приписывают опять-таки древним египтянам. В египетских мифах и легендах говорится, что варить пиво научил человека бог Озирис, и сделал он это для того, чтобы облегчить ему жизнь.

В ассирийских табличках, которые датируются 2000 годом до нашей эры, была обнаружена запись, гласившая, что Утнапишти (ассирийский вариант имени Ноя) во время потопа взял в свой ковчег среди прочих продуктов и пиво. Еще более древние сведения обнаружены в шумерских источниках. К тому же времени относятся египетские папирусы четвертой династии, в которых описывается приготовление солода из ячменя. Короче говоря, пиво, как и вино, было распространено во всем древнем мире; китайцы делали его из риса, а американские индейцы задолго до открытия Америки Колумбом готовили его из кукурузы.

Пивоварение, так же как и виноделие, поставил на научную основу Пастер. Свои наблюдения и опыты он обобщил в книге «Этюды о пиве». В результате изучения процессов, протекающих при варке пива,



Пастер получил точное представление о деятельности дрожжевых грибов и о влиянии посторонних микроорганизмов на процессы брожения. Датчанин Э. Ганзен ввел в производство пива чистые культуры дрожжей. Они получили название Сахаромицес карлсбергенсис, потому что во все страны,

в которых распространено пивоварение, их рассылала Карлсбергская лаборатория в Копенгагене.

Основное сырье для производства пива в Европе — ячмень. Прежде чем пускать ячмень в дело, необходимо получить из него солод. Для этого семена увлажняют и проращивают. Искусственно пророщенные семена и называются солодом. Во время прорастания в зерне образуются ферменты, необходимые для нормального протекания дальнейших процессов. Высушенный и размолотый солод смешивают с водой и постепенно нагревают до 70°C . При этом начинают работать ферменты, которые разлагают крахмал на сахара, переходящие затем в водный раствор. Смесь фильтруют, а в оставшийся раствор — пивное сусло — добавляют шишки хмеля и снова варят. Хмель, обладающий к тому же бактерицидным действием, придает суслу особый аромат. После этого жидкость, содержащую различные сахара, аминокислоты, минеральные соли и другие вещества фильтруют и добавляют чистые культуры дрожжей. Жидкость должна бродить при температуре 10°C в течение 10 дней. В результате деятельности дрожжей освобождается углекислый газ, и на поверхности жидкости образуется густая пена.

На этом процесс приготовления пива не заканчивается. После удаления дрожжевых клеток жидкость в больших сосудах дозревает в течение нескольких недель при температуре около 0° С. За это время некоторые вещества выпадают в осадок, и брожение постепенно заканчивается. Осадок удаляют, и в уже готовое пиво вводят под давлением углекислый газ, который способствует образованию пены и обеспечивает длительную сохранность. После этого пиво разливают в бутылки и пастеризуют.

На современных пивоваренных заводах на помощь пивоварам пришли другие микроскопические грибы — плесневые. Они не заменяют дрожжи, но вносят свой и довольно значительный вклад в процессы, происходящие при приготовлении пива. Что же делают эти грибы? Плесневый гриб *Аспергиллус физа*, вернее выделяемый им фермент амилазы, позволяет заменить 40—50 процентов солода неосоложенным материалом. При этом вкусовые качества пива, например знаменитого жигулевского, остаются столь же высокими, как и при использовании 100 процентов солода. Применение плесневого гриба позволяет сэкономить десятки тысяч тонн ячменя. Кроме того, ферментный препарат плесневого гриба во много раз сокращает сроки созревания пива, причем продукт получается очень высокого качества, при его охлаждении не выпадает осадок, а следовательно, отпадает необходимость в фильтровании.

БЕЗАЛКОГОЛЬНОЕ ПИВО

Вопрос о безалкогольном пиве стоит на повестке дня так же, как и вопрос о безалкогольном вине. Безалкогольным считается пиво, у которого в результате процесса брожения пивного сусла почти не образуется спирт. Содержание алкоголя в таком

пиве не превышает 0,7 процента. Его приготовление стало возможным с появлением нового способа производства — так называемого контактирования дрожжей с холодом. Дрожжи при температуре, близкой к точке замерзания (около 0° С), некоторое время основательно перемешиваются с пивным суслим в присутствии натуральной углекислоты. Суслим то же самое, что и при приготовлении обычного пива, так как используется одно и то же сырье: солод, хмель и вода. Неизменными остаются и сам способ пивоварения, и пивные дрожжи. Но если при обычном приготовлении пива происходит «классическое» брожение, то при получении безалкогольного продукта производится специальная контактная обработка холодом. При этом дрожжи отдают целый ряд накопленных ароматических веществ, что приводит к превращениям компонентов, содержащихся в сусле, в типичные для пива составные части. В то же время образования спирта под действием дрожжей не происходит.

При контактном брожении дрожжи практически не растут и не бродят, а значит, не отбирают из сусла питательные вещества, не требуют добавления сахара, так как солодового сахара оказывается достаточно, чтобы пиво приобрело все необходимые вкусовые качества естественным путем. Содержание алкоголя в таком пиве, как правило, столько же, сколько во фруктовом соке.

ГРИБЫ — ПОМОЩНИКИ СЫРОДЕЛОВ

С древних времен известен еще один продукт, в создании которого значительную, хотя и не главную роль играют грибы. Это — сыр. При раскопках в районе Вавилона обнаружено здание, построенное более 6000 лет назад. Одна из его стен украшена бор-

дюзом, изображающим людей, доящих коров в высокие кувшины. Такие свидетельства использования в быту коровьего, козьего, овечьего молока подтверждены открытиями археологов во многих местах Древнего Востока.

Даже в Европе, которую в период расцвета Востока еще покрывали девственные леса и болота, молоко знали уже тысячи лет.

Так же издавна древний человек научился использовать молоко для приготовления различных молочнокислых продуктов. Он обнаружил, что если скисшее молоко отжать, то плотную массу, оставшуюся после этого, можно высушить и хранить довольно долгое время. Такой сыр и сейчас делают кое-где на Востоке и в Африке.

С древнейших времен известны сыры высшего типа, приготовление которых основано на введении в молоко ферментов. О сыре писали Гомер, Аристотель, Плиний Старший, Варрон и другие античные авторы.

Главная роль в создании сыра, бесспорно, принадлежит молочнокислым бактериям. Эти бактерии и их ферменты оказывают главное воздействие на многодневный процесс производства сыра. Но в создании многих сыров принимают участие и другие микроорганизмы, в том числе и грибы. Это сыры острого типа, и вкус их отличается от привычного вкуса сыра типа голландского.

Родословная таких сыров начинается от знаменитого лимбургского сыра, о котором писал Пушкин. Вспомним молодого Онегина в ресторане Тальон:

«Пред ним roast-beef окровавленный
И трюфли, роскошь юных лет,
Французской кухни лучший цвет,
И Страсбурга пирог нетленный
Меж сыром лимбургским живым
И ананасом золотым».

Этот сыр поэт не зря вписал в один ряд с блюдами экстра-класса. В России тех времен он считался деликатесом, которым известные рестораны украшали меню, чтобы привлечь пресыщенную публику из высшего света. Пушкин, упомянув лимбургский сыр как пикантную закуску, увековечил творение бельгийских сыроделов.

Из Бельгии этот сыр перекочевал в другие страны, в частности в Германию, где дал начало широко известному бакштейну. Острый вкус такого рода сыров определяется технологией их приготовления. Если обычно твердый сыр при созревании тщательно предохраняют от развития на нем микрофлоры, то на сырах этой группы ее культивируют. После посолки сыр переносят в хранилище, где созданы условия для развития на его поверхности специальных микроорганизмов — плесневых грибов и дрожжей, образующих слизистую массу. Ее не удаляют, а периодически растирают, пока она не заполнит все неровности поверхности сыра и не станет желтой. Продукты жизнедеятельности этих грибов проникают внутрь сыра, и он приобретает характерный острый вкус и аромат. К этой группе сыров, кроме латвийского, относятся пикантный и нямунас.

Грибы участвуют и в производстве мягких сыров. Их отличает пикантность, проявляющаяся в своеобразном вкусе и запахе — слегка аммиачном, грибном или остро перечном.

Культурная плесень, покрывающая поверхность многих мягких сыров, — гриб, который давно служит человеку. Большинство мягких сыров вырабатывается во Франции, причем каждая провинция имеет свой ассортимент. Мягкие сыры условно делят на три группы: пикантные, с кисломолочным вкусом и свежие.

Первое место среди пикантных сыров по праву принадлежит рокфору. В литературных источниках, относящихся к I веку нашей эры, упоминается сыр,

вырабатываемый в провинции Лозер, который высоко ценился в Риме. Судя по всему, речь шла о сыре, изготовляемом с плесенью. В монастырских хрониках VII века указывается, что рокфор всегда привозили в Рим из-за Альп. В средние века, как уже точно установлено, рокфор изготовляли вблизи деревни, давшей ему это название.

Местные жители использовали для созревания и хранения сыра созданные самой природой хранилища — пещеры в узкой горной гряде в северной части плоскогорья Ларзак. В этих пещерах с высокими сводчатыми потолками, продуваемых прохладными токами воздуха, сама природа создала идеальные условия по температуре и влажности.

Существует легенда о появлении рокфора. Случайное открытие его принадлежит якобы мальчику-пастуху. Однажды он оставил свой завтрак (хлеб и домашний сыр) в пещере Рокфора, чтобы он не нагревался на солнце. Началась буря, и, спасая стадо, пастушонку не вернулся за завтраком, а появился здесь только несколько недель спустя. Оставленный им сыр был весь в прожилках зеленой плесени и на пробу оказался очень вкусным. Монахи проверили это открытие и использовали его для производства нового сыра.

В мировом ассортименте нет ни одного другого сыра, который был бы так защищен своим именем и законом. Собственники гротов добились того, что производство рокфора стало их монополией. С 1411 года один за другим следовали указы и декреты парламентов и даже королей по поводу рокфо-



ра, иногда по три-четыре при жизни одного поколения. В 1550 году верховной палатой города Тулузы был принят декрет, запрещающий торговать под названием рокфора сыром, сделанным в других местах. Виновные подвергались штрафу и предавались суду.

Во Франции рокфор вырабатывается из овечьего молока, в других странах — в основном из коровьего молока и называется по-другому. В нашей стране он носит название рокфора независимо от того, из какого молока выработан.

Рокфор — оригинальный, единственный в отечественном ассортименте сыр, в котором плесень развивается внутри на разрезе. Белое или слабо-желтое тесто, пронизанное прожилками сине-зеленой плесени, создает впечатление мраморной окраски. Плесень придает сыру своеобразный перечный вкус и остроту, которая усиливается сравнительно высоким содержанием соли (4—4,5 процента) и слабопрогорклым привкусом, вызванным изменением жира. Тесто его нежное, маслянистое, слегка крошится.

Плесень рокфора — гриб Пенициллиум рокфорти — выращивается на хорошо выпеченном хлебе. Споры гриба вносят в молоко или в сырную массу перед укладкой ее в формы. После посолки в каждой головке делают несколько десятков сквозных проколов для доступа воздуха и создания благоприятных условий для роста плесени. Плесень хорошо развивается, заполняя все пространство между сырными зёрнами и вдоль отверстий, образованных проколами. Ее обычно больше ближе к центру сыра.

Есть еще сыры, в создании которых значительная роль принадлежит грибам. Это сыры с грибным привкусом, покрытые слоем специально культивируемой белой плесени, Пенициллиум камамберти. Она воздействует на сырное тесто и придает ему неповторимый грибной привкус, нередко напоминающий вкус деликатесных грибов шампиньонов. Среди

таких сыров первенство принадлежит знаменитому камамберу, широко известному во всем мире. Популярность его огромна, особенно во Франции, на его родине. В Нормандии даже есть памятник, на котором начертано: «Марии Арель — создательнице сыра камамбер, 1791 год». Отличный вкус открыл двери этому деликатесному сыру в дома миллионов французов.

ЧТО ТАКОЕ АНТИБИОЗ?

В XX веке сделано много открытий во всех областях науки и техники. Много нового внес он в микологию и микробиологию. Именно этому веку мы обязаны открытием антибиотиков, развитию новой отрасли промышленности — производству антибиотиков и, следовательно, избавлением от многих страшных болезней. Профессор С. Я. Ваксман, открывший стрептомицин, писал, что «влияние антибиотиков на человеческое общество настолько сильно, что наше время смело можно назвать эрой антибиотиков».

Пастер в 1877 году обратил внимание на антагонизм, или борьбу, микроорганизмов. Еще раньше английский ученый Уильям Робертс опубликовал свои наблюдения над поведением плесневых грибов и бактерий в совместной культуре. Он обнаружил, что в жидких средах, в которых рос гриб Пенициллиум глаукум, бактерии развиваются слабо. «Борьба за существование» — к такому выводу пришел Робертс. Задолго до него угнетающее действие плесени на бактерии наблюдал английский физик Джон Тинсаль.

В России врач А. Г. Полотебнов в 1872 году опубликовал сообщение о результатах лечения гнойных ран порошком из спор грибов двух видов — Пенициллиум и Аспергиллус.

Все эти данные говорят о том, что медицина может и должна использовать борьбу микробов в своих целях. Пастер справедливо предсказал это уже в 70-х годах прошлого века. Он сам проводил опыты, доказывающие существование этой борьбы: вводил в почву различные болезнетворные микробы и через некоторое время обнаруживал, что все они погибали.

Подобные же результаты были получены при изучении возбудителя сибирской язвы. При проведении опыта в стерилизованную мочу, где развивались возбудители болезни, видимо, вследствие небрежности лаборанта попали бактерии из воздуха и быстро там размножились.

Пастер с удивлением обнаружил, что в загрязненной колбе возбудители сибирской язвы исчезли. Он пришел к единственно правильному выводу; культуру сибиреязвенных микробов уничтожили «гости» из воздуха. Значит, борьбу микробов можно использовать при лечении болезней, возбудителями которых являются микроорганизмы.

Ученик Пастера замечательный русский ученый И. И. Мечников, создатель теории иммунитета, был горячим сторонником лечения при помощи микроорганизмов. Он объяснял угнетающее влияние одних микробов на другие выделением каких-то ядовитых веществ. Явление назвали антибиозом. Позднее ученым удалось выделить вещества, предсказанные еще Мечниковым. Это хорошо знакомые нам антибиотики.

С. Я. Ваксман так определял эти вещества: «Антибиотиками мы называем химические вещества, вырабатываемые некоторыми микроорганизмами и обладающие свойством даже в очень малых дозах прекращать рост и размножение других микробов, или же убивать их».

Первым антибиотиком, полученным в чистом

виде, можно считать микофеноловую кислоту. Ее выделил в 1896 году итальянский врач Госсіо, занимающийся изучением пеллагры. Причину этого заболевания, которое, как мы сейчас знаем, возникает от недостатка в организме одного из витаминов группы В — никотиновой кислоты, — в то время видели в ввозимом из стран Азии рисе, видимо, потому, что при неправильном хранении он покрывался плесенью. Госсіо не нашел возбудителя пеллагры, но из заплесневевших семян риса выделил культуру гриба, оказывающего сильное угнетающее действие на многие бактерии. Из жидкой питательной среды, на которой рос этот гриб, он получил в кристаллическом виде бактерицидное вещество. Это был первый антибиотик.

Но, как часто случается в науке, этому факту не придали большого значения, и на довольно долгое время он был забыт. Прекрасно описывает историю открытия антибиотиков в нашей стране Вениамин Александрович Каверин в романе «Открытая книга». Отрицательный герой романа, директор института биохимии микробов Крамов с презрением реагирует на новую тему «Изучение защитных свойств зеленой плесени», предложенную в плане талантливой исследовательницей Татьяной Власенковой. Кстати, прообразом ее послужила З. В. Ермольева — академик, всю жизнь посвятившая изучению антибиотиков. «Не кажется ли вам, — говорит героине романа Крамов, — что представление о плесени связано с задворками науки, ведь на задворках всегда валяется мусор и пахнет плесенью». «Антинаучным бредом» называет он рукопись другого героя романа доктора Павла Петровича Лебедева, старого учителя Татьяны Петровны Власенковой, где он описывает защитные свойства зеленой плесени, губительно действующей на микробы. Действительно, в течение долгого времени к плесени люди от-

носились с презрением и отвращением — она портила продукты, которые становились непригодными к употреблению. Микробиологам плесневые грибы также чаще всего мешали в их работе, загрязняли чистые культуры, появляясь там, где их совсем не ждали.

«ВЕЗЕНИЕ» АЛЕКСАНДРА ФЛЕМИНГА

Большинство крупных научных открытий сделано в результате продуманных опытов, но отчасти и благодаря везению. Пастеру, например, человеку на редкость волевому, который добивался истины при помощи логических рассуждений и опытов, иногда помогала и судьба. Если бы его не назначили профессором в Лилль, если бы местные винокуры и пивовары не обратились к нему за советом, возможно, он и не заинтересовался бы процессом брожения. Английский микробиолог Александр Флеминг издавна искал такое вещество, которое уничтожало бы патогенные микробы, не причиняя вреда клеткам больного. Это магическое вещество случайно «залетело» на его рабочий стол, но он, наверное, не обратил бы внимания на незнакомого «посетителя», если бы не ждал его пятнадцать лет.

Александр Флеминг, открыв пенициллин, вписал свое имя золотыми буквами в историю микробиологии и медицины. Сам он так рассказывает о своем открытии: «Экспериментируя с различными видами стафилококков, я оставил некоторое количество чашек с культурой на лабораторном столе и время от времени осматривал их. Чашки при осмотре, естественно, открывались, и не исключалось их загрязнение различными микроорганизмами. Я заметил, что около одной крупной колонии плесневых грибов, попавших сюда из воздуха, колонии ста-

филококков становились все более прозрачными и, по-видимому, подвергались растворению». Заслуга Флеминга в том, что он смог в этом случайном факте увидеть закономерность. Почти наверняка десятки микробиологов до Флеминга наблюдали подобные явления, но только он сделал из этого факта правильный вывод: гриб, к которому микробиологи пренебрежительно относились как к помехе в работе, убивал коварных стафилококков. Сам Флеминг говорил так: «Конечно, все бактериологи встречались с фактом загрязнения культур микроскопическими грибами. Вполне вероятно, что какой-нибудь другой микробиолог заметил бы, как и я, подобные изменения, но верно и то, что, не имея специального интереса к поискам естественных бактерицидных веществ, он скорее всего отложил бы эту чашку в кучу посуды для мытья».

Итак, Флеминг не выбросил зараженную плесенью чашку в кучу посуды для мытья. Он пересеял гриб в чашку Петри с твердой питательной средой и оставил его на 4—5 дней при комнатной температуре. Когда на агаре развилась плесень, подобная первоначальной, Флеминг засеял его разными бактериями, расположив их лучами, расходящимися от плесени. Подержав эту чашку какое-то время в термостате, он обнаружил, что некоторые микробы выдержали соседство гриба, в то время как рост других начинался на значительном расстоянии от колонии плесневого гриба. Плесень оказалась губительной для стрептококков, стафилококков, дифтерийной палочки, возбудителя сибирской язвы, на тифозную же палочку она не действовала.

Открытие становилось чрезвычайно интересным. По-видимому, плесень выделяла вещество, останавливающее рост возбудителей некоторых опасных заболеваний. Значит, она могла стать могучим терапевтическим оружием. Флеминг говорил: «Мы обна-

ружили плесень, которая, может быть, принесет какую-нибудь пользу».

Он вырастил свою плесень в большой колбе с жидкой питательной средой. Поверхность ее через некоторое время после посева покрылась толстой войлочной гофрированной массой. Сначала она была белой, потом стала зеленой и, наконец, почернела. Прозрачная среда через несколько дней приобрела интенсивный желтый цвет. Необходимо было узнать, обладает ли эта жидкость бактерицидными свойствами плесени. Оказалось, что она так же активна, как и плесень, и действует на те же самые микробы, то есть содержит то же бактерицидное вещество, которое выделяла плесень. Флеминг испытал действие растворов, разведенных в 20, 40, 200 и 500 раз. Последний раствор все еще подавлял рост стафилококков. Таинственное вещество, находившееся в золотистой жидкости, обладало необычайной активностью. У Флеминга тогда не было возможности установить, что полезного вещества в питательной среде приходилось не более одного грамма на тонну (даже морская вода содержит больше золота).

Теперь следовало определить вид плесени. Познания Флеминга в микологии были весьма поверхностны. Он взялся за книги и выяснил, что его плесень называлась Пенициллиум хризогенум.

Флеминг показал свою плесень молодому ирландскому микологу Ла Тушу, работавшему вместе с врачами, изучавшими бронхиальную астму (ученые утверждали, что многие случаи астмы у людей, живущих



в сырых помещениях, вызваны плесенью). Тот изучил ее и определил как Пенициллиум рубрум. Флеминг положился на мнение специалиста, и в первом своем докладе назвал свою плесень именно так, как ее определил Ла Туш. Два года спустя знаменитый американский миколог Том установил, что это Пенициллиум нотатум — вид, близкий к Пенициллиуму хризогенум, за который Флеминг и принял этот гриб.

Опыт по изучению бактерицидного действия плесени убедили Флеминга, что он столкнулся с явлением антибиоза. Один живой организм — плесень — выделял вещество, убивающее другие живые организмы — возбудителей опасных болезней. Мирное сосуществование этих видов невозможно.

В своих рабочих тетрадях знаменитый английский хирург, отец антисептики Листер 25 ноября 1871 года описал следующее явление: в сосуде с мочой, оставленной открытым, оказалось множество бактерий, а также зернистые нити, в которых он узнал плесень. Заметив, что бактерии находились как будто в угнетенном состоянии, он провел ряд опытов, чтобы узнать, не превращается ли жидкость после разрастания плесени в неблагоприятную среду для бактерий. Опыты не дали убедительных результатов, и Листер их прекратил. Но он отметил, что когда войлочная масса плесени, которую он принимал за Пенициллиум глаукум, покрывала поверхность мочи, микробы становились совершенно неподвижными и чахли.

Когда лорд Уэбб-Джонсон, президент Королевского хирургического колледжа передал ему записи Листера, Флеминг сказал: «Очень жаль, что опыты, проведенные в ноябре 1871 года, не были доведены до конца. Листер уже тогда набрел на мысль о пенициллине, но он выращивал либо неудачные плесени, либо неудачные бактерии, а воз-

можно и то и другое. Если бы ему улыбнулась судьба, вся история медицины изменилась бы, и Листер при жизни увидел бы то, что он всегда искал: нетоксичный антисептик. Со времен Пастера и Листера ученые пытались убить один микроб другим. Идея была правильна, но для ее осуществления пришлось ждать дня, когда фортуна решила, что споры плесени заразят одну из исследуемых мной культур, а потом несколько лет спустя настал и другой день, когда химики занялись веществом, выделяемым этой плесенью, и дали нам чистый пенициллин. Листер, несомненно, был бы счастлив, если бы такая удача выпала на его долю».

В 1897 году лионский доктор Дюшен назвал свою диссертацию (тему ему подсказал один из учеников Пастера профессор Ру) «Новое в изучении жизненной конкуренции микроорганизмов. Антагонизм между плесенями и микробами». В заключение он писал: «Продолжив изучение фактов биологической конкуренции между плесенями и микробами, можно надеяться открыть новые факты, непосредственно применяемые в терапии». Но и эта работа не была продолжена.

Таким образом, антибиоз был известным явлением, но в 1928 году «климат» в научных кругах не был благоприятен для систематического исследования этого вопроса. Все предыдущие опыты показали, что любое вещество, губительное для микробов, разрушало также клетки и ткани человека. Это не вызывало сомнения, ведь если вещество токсично для определенных живых клеток, почему же оно не будет столь же токсично для других клеток, таких же хрупких?

Флеминг писал: «Тот факт, что бактериальный антагонизм был известен и хорошо известен, мешал, казалось, больше, чем помогал исследованию нового вида антибиоза». Профессор Райт, в чьей лаборато-

рии работал Флеминг, был убежден, что помочь защитным силам организма может только иммунизация. Сам Флеминг серией блестящих опытов доказал, что все антисептики потерпели неудачу. Райт имел полное право утверждать, что «химиотерапия бактериальных заболеваний человека никогда не станет возможна».

Но Флемингу была не свойственна предвзятость — черта, очень часто мешающая ученым в их исследованиях. Непонятное пока поведение бульона с плесенью натолкнуло его на мысль — а вдруг именно здесь найдет он то самое вещество, которое так долго искал?

Прежде всего надо было выяснить, обладают ли другие плесени тем же свойством? Друзья Флеминга вспоминали, как у него загорались глаза при виде предмета, покрытого плесенью. Скульптор Дженингс вспоминал, как однажды Флеминг сказал вдруг окружавшим его художникам: «Друзья, если у кого-нибудь из вас есть заплесневелые туфли, мне бы очень хотелось, чтобы вы их мне подарили».

Опыты показали, что ни одна другая из исследованных Флемингом плесеней не выделяла антибактериального вещества. Значит, именно его Пенициллиум все больше заслуживал внимания.

Флеминг изучал культуры, выясняя, на какой день роста, при какой температуре и на какой питательной среде он получит наибольший эффект от действующего начала.

Важнейшим свойством таинственного вещества оказалась его малая токсичность. Флеминг ввел кроликам в вену по 20 миллилитров жидкости и убедился, что инъекция оказалась столь же безвредной, как и инъекция жидкой среды, в которой микробы не выращивались. Все это становилось в высшей степени интересным для Флеминга. Он решил, что вещество, выделяемое плесенью в бульон,

заслужило название, и окрестил его пенициллином. Не сумев выделить антибактериальное действующее начало, он продолжал называть пенициллином неочищенный фильтрат, но, судя по всему, его интересовало именно антибактериальное вещество, содержащееся в фильтрате.

Выделением и очисткой пенициллина занялась в 1932 году группа химиков под руководством профессора Гарольда Райстрика, одного из лучших химиков Англии. Однако после предварительной очистки пенициллина, химики отказались от дальнейших попыток получить его в абсолютно чистом виде, поскольку при применении обычных химических методов он начинал разлагаться.

Этим закончился первый этап изучения пенициллина. Казалось, открытие Флеминга — явление случайное. Позднее сподвижник Флеминга профессор Мадридского университета Ф. Бустинза-Лахиондо писал: «Говорят о случайности этого открытия, но мне бы хотелось напомнить высказывание Пастера о том, что случай обычно подготовлен определенным ходом мыслей. Нельзя отрицать, что он играет в научной работе немалую роль в качестве какого-то непредвиденного явления. Но кто способен оценить это явление? Его может правильно интерпретировать только зрелая мысль. Многие люди не подготовлены к пониманию природных явлений, и только отдельные личности, воспитанные в повседневном напряжении поиска и одаренные тонким аналитическим интеллектом, наделены даром понимать страницы удивительной книги природы, всегда открытой для тех, кто умеет ее читать».

Любознательному читателю мы напомним, что в 30-х годах пенициллин был почти забыт. В те же годы открыли еще несколько антибиотиков, выделенных из плесневых грибов, но их вскоре оттеснило победное наступление сульфаниламидов.

ЗА ДЕЛО БЕРУТСЯ ХИМИКИ

К большому открытию приводит длинная цепь сложных событий. Флеминг открыл пенициллин. Он доказал бактериальное действие неочищенного вещества, его безвредность. Кроме того, подал мысль использовать это вещество для лечения ран, зараженных чувствительными к пенициллину микробами, и опубликовал благоприятные результаты его применения. Он пытался добиться, чтобы химики выделили это вещество. Всякие препятствия и несчастные случаи не позволили никому из первых исследователей довести дело до конца. Но вот из двух отдаленных друг от друга точек земного шара двинулись к Оксфорду два человека, которые должны были вместе решить эту задачу. Один из них — доктор Говард Флори — был австралийцем. В 1935 году Флори назначили профессором патологии в Оксфордский институт Уильяма Дена. Вскоре после того, как Флори получил свою кафедру, он пригласил к себе доктора Чейна, выходца из Германии, чтобы тот организовал и возглавил секцию биохимии. Чейн интересовался антибактериальными веществами и был обладателем целого собрания литературы об известных в то время антибиотиках. Чейн предложил Флори заняться изучением их свойств. Для исследований было выбрано несколько веществ, в том числе и пенициллин. Хотя Рейстрик и характеризовал его, как вещество неустойчивое, Чейн нашел в его же статье указание на то, что раствор пенициллина сохраняет свою активность в течение нескольких месяцев. Поэтому Флори счел возможным попытаться получить его в чистом виде.

В то время Чейн ничего не знал о плесенях. Он с трудом научился обращаться с этими капризными

колониями. Казалось, нет возможности добиться определенного результата. Гриб то выделял пенициллин, то не выделял. Чейн убедился в чрезвычайной нестойкости этого антибактериального вещества, но это лишь подогрело его любопытство. Химики, пытавшиеся до него выделить чистый пенициллин, шутливо утверждали, что это вещество исчезает, «пока на него смотришь». Чейн решил исследовать причину этой нестойкости; но в своей работе он пользовался гораздо более тонкими методами, чем химики из группы Рейстрика. Кроме того, в его распоряжении был новый метод, неизвестный Рейстрику, — метод лиофилизации.

В основу этого метода положен очень простой принцип: в вакууме замороженные водные растворы переходят непосредственно из твердого состояния в газообразное. Например, высоко в горах, где атмосфера сильно разрежена, лед сублимируется, то есть превращается в пар, не тая. Когда водный раствор, содержащий разные вещества, замораживают, эти вещества перестают взаимодействовать. Если же воду потом выпаривать в вакууме, то твердые вещества, образующие сухой осадок, очень долго сохраняют свою активность. Именно этим способом и можно было предохранить пенициллин от разрушения.

Скоро к Флори и Чейну присоединился молодой ученый Хитли, наделенный очень деятельным и изобретательным умом. Хитли исследовал условия выращивания Пенициллиум нотатум в жидкой среде, куда гриб выделял пенициллин. Исходя из опытов Рейстрика, он предложил основные способы выделения. Он разработал широко известный ныне метод определения содержания пенициллина, количество которого измеряется точно установленными «оксфордскими единицами».

Хитли занимался и биологическими испытаниями

ми. Первые опыты показали, что частично очищенное вещество в тысячу раз активнее, чем совсем не очищенное, и в 10 раз сильнее самых активных сульфаниламидов. Когда же удалось получить совершенно чистый пенициллин, он оказался в тысячу раз активнее его первых образцов, полученных Чейном, то есть в миллион раз активнее вещества, выделенного Флемингом.

Настал момент решительного испытания. Оно было проведено 25 мая 1940 года на трех группах мышей, зараженных стафилококками, стрептококками и клостридиум септикум. Контрольные зверьки, не получившие пенициллина, умерли один за другим, те же, кому ввели пенициллин, выжили.

Июнь 1940 года был очень тревожным. Это было время наступления немецко-фашистских войск в Европе. Оксфордская группа подготовилась к возможному вторжению немцев в Англию. Ученые решили любой ценой спасти чудодейственную плесень, огромное значение которой теперь не подлежало сомнению. Они пропитали коричневой жидкостью подкладки своих пиджаков и карманов. Если хотя бы один из них спасется, он сохранит на себе споры и сможет вырастить новые культуры. К концу июня в Оксфорде было накоплено достаточное количество пенициллина, чтобы провести решающий опыт. 1 июля пятидесяти белым мышам ввели более чем смертельную дозу вирулентного стрептококка. Двадцать пять из них были оставлены для контроля, остальных лечили пенициллином, вводя его каждые три часа. Через 16 часов двадцать пять контрольных мышей погибли, остальные выжили.

Результаты походили на чудо. Авторы поместили заметку в «Ланцете», которая оказалась чрезвычайно приятной неожиданностью для Флеминга, и он поехал в Оксфорд повидаться с Флори и Чейном. Возвратившись из Оксфорда, Флеминг сказал одно-



му из своих друзей: «Вот с такими учеными-химиками я мечтал работать в 1929 году».

В самые тяжелые военные годы оксфордская группа получила первые сотни миллиграммов «сырого» пенициллина. Они доказали, что введенный под кожу пенициллин затем выделяется с мочой,

а это означало, что он попадает в систему кровообращения и в почки. Продолжались и химические исследования. Успешные результаты получила Д. Ходжкин, установившая структуру пенициллина.

12 февраля 1941 года пенициллин был испытан на первом пациенте с тяжелым стафилококковым заражением. Потом последовали другие — и вот пенициллина уже не хватает. Однако ученые выяснили, что его можно вторично получать из мочи пациентов, причем в еще более чистом виде. Впервые это было продемонстрировано на примере больного полицейского из Оксфорда, и студенты-медики Оксфордского университета с присущим англичанам чувством юмора объявили: «Коллеги! Стоит заинтересоваться пенициллином. Это замечательное вещество! Оно порождается плесенью, а очищается, проходя через почки оксфордских полицейских!».

Но, несмотря на удачные опыты, ученые не смогли добиться от британского правительства согласия на промышленное производство чудодейственного лекарства. В 1941 году Англия подвергалась непрерывным бомбардировкам. Страна воевала и готовилась воевать на нескольких фронтах. Повседневные задачи были настолько неотложны, что все остальное казалось не заслуживающим внимания.

Оксфордские ученые побывали почти на всех крупных химических предприятиях. Всюду они получали один и тот же ответ: «Конечно, вы сделали важные наблюдения, но продуктивность вашего метода очень мала, и производство вашего препарата коммерчески себя не оправдывает».

Флори и Хитли отправились в США, где вскоре наладили промышленное производство препарата.

Как же обстояли дела с получением антибиотиков в нашей стране?

ПЕНИЦИЛЛИН — КРУСТОЗИН ВИЭМ

В 1942 году, несмотря на бомбежки, в лаборатории биохимии микробов Всесоюзного института экспериментальной медицины З. В. Ермольева (впоследствии академик АМН СССР) и Т. И. Балезина получили первый советский пенициллин. Его назвали пенициллин — **крустозин ВИЭМ**, так как продуцентом этого вещества был гриб Пенициллиум крустоzum.

Были проведены широкие эксперименты на мышах, морских свинках и кроликах, которых заражали стафилококками, возбудителями газовой гангрены, и с помощью пенициллина спасали от неминуемой смерти. Одновременно в лаборатории продолжалась работа по дальнейшей очистке и получению в сухом виде пенициллина-крустозина. Этой работой занималась большая группа химиков.

Успешное завершение экспериментов позволило начать клинические испытания нового препарата. Каждую неделю в кабинете З. В. Ермолевой собирались хирурги, терапевты, педиатры, врачи других специальностей, испытывавшие новый препарат. Первые обнадеживающие результаты были получены в конце ноября 1942 года. Молодой врач А. М. Мар-

шак (впоследствии доктор медицинских наук, хирург, специалист по антибиотикам) доложила о больном Шамраеве, бойце Советской Армии, получившем осколочное ранение голени с повреждением костей. После ампутации бедра у него началось заражение крови. Внутривенные вливания стрептоцида и другие средства лечения результата не дали. После 6 дней лечения пенициллином посевы крови стали стерильными, состояние больного значительно улучшилось.

Хорошие результаты были получены при лечении ожогов, всевозможных раневых осложнений.

Обрадовали исследователей и педиатры, испытывавшие препарат при безнадежном случае скарлатины. «Мы были живыми свидетелями картины,— сказала доктор Р. Л. Гамбург,— которую смело можно назвать возвращением с того света».

Советское правительство, несмотря на многие трудности, связанные с тяготами войны, организовало производство пенициллина. Пенициллин начали выпускать в сухом виде на нескольких заводах. Но спрос на препарат был настолько велик, что сотрудники ВИЭМ организовали маленькие лаборатории по производству пенициллина непосредственно во фронтовых госпиталях.

ГДЕ ИСКАТЬ НОВЫЕ АНТИБИОТИКИ

Хорошо известно, что правильно сформулированная задача содержит в себе половину решения. Последователям всегда легче, чем первооткрывателям,— они знают, что искать. В случае с антибиотиками нужно было решить только один вопрос — где искать.

Плесневые грибки искали на свалках и в сточных ямах. В США первые порции промышленного пени-

циллина получили при размножении плесени, росшей на дыне. На рыночной площади одного городка штата Иллинойс местный фармаколог увидел валяющийся кусок дыни, густо покрытый плесенью. Фармаколог, знакомый с проблемой пенициллина, заинтересовался находкой. Лабораторное исследование дынной плесени принесло сенсационные результаты. Пенициллиум хризогенум, обнаруженный на дыне, оказался в 400 раз более мощным источником пенициллина, чем его родственник Пенициллиум нотатут, с которого начал Флеминг.

Советский пенициллин ведет свое происхождение от плесени одного из московских подвалов. Где же искать новые антибиотики? Любопытный читатель, вероятно, помнит о том, что явлением антибиоза очень интересовался Пастер. «Не правда ли, удивительно,— говорил он,— все зараженные отбросы рано или поздно попадают в землю, но земля не становится источником заразы. Микробы погибают в ней». В земле живет и размножается масса микроорганизмов: с гектара можно было бы собрать полтонны бактерий, грибов и дрожжей. Если бы все они начали беспрепятственно размножаться, земля вспухла бы на глазах. Но между микробами идет жестокая война, а оружием служат антибиотики. Среди всех этих продуцентов антибиотиков нужно найти те, которые вырабатывают наиболее сильное оружие против бактерий, опасных для человека. В 1942 году в Америке такую работу проделали С. Я. Ваксман и Р. Ж. Дюбо. После испытания более чем 10 тысяч различных проб земли оба достигли успеха. Дюбо вы-



делил грамицидин, а Ваксман — стрептомицин. В 1945 году получили четвертый антибиотик — хлортетрациклин, в 1947 году был получен пятый — хлорамфиникол (в нашей стране известный под названием левомицетин).

С каждым годом антибиотиков становилось все больше, их открывали примерно по 20 в год. В начале 80-х годов их было известно уже более четырех тысяч, из них 200 — довольно активны при различных заболеваниях человека.

Около 60 антибиотиков прочно вошли в мировую практику здравоохранения.

НОВЫЙ ЭТАП ЭРЫ АНТИБИОТИКОВ

В 1959 году начался новый этап в развитии производства антибиотиков. Был разработан метод получения полусинтетических пенициллинов. Ученые сначала с помощью фермента пенициллиназы расщепили молекулу пенициллина на составные части, а затем, используя одну из них, а именно 6-аминопенициллановую кислоту, синтезировали новые антибиотики. Полусинтетические пенициллины — это крупный успех фармакологической химии, но и здесь без гриба — первичного продуцента пенициллина обойтись пока нельзя. Сейчас уже получены антибиотики (метициллин, оксациллин), на которые микробная пенициллиназа не действует. Другие полусинтетические антибиотики можно применять в виде таблеток, потому что они не разрушаются в желудке (фенетициллин).

Новые антибиотики ищут давно. Ученые еще не подозревали о недостатках пенициллина, но уже начали подыскивать ему достойную смену. Вскоре после войны в лаборатории Флори пристальное внимание ученых привлек гриб *Цефалоспорум*,

найденный в сточной трубе на острове Сардиния. Оказалось, что этот микроорганизм выделяет не один, а сразу семь разных антибиотиков. Один из них, названный Цефалоспорин С, стали использовать вместо пенициллина. Действуя на тех же возбудителей болезней, что и пенициллин, он обладает меньшей токсичностью, но главное его достоинство заключалось в том, что им можно было лечить больных с повышенной чувствительностью к пенициллину.

Ученые разложили цефалоспорин на составные части и получили новые препараты — полусинтетические цефалоспорины. Один из них — цепорин — отличается очень высокой активностью и способностью действовать на стафилококки, утратившие чувствительность к пенициллину.

К настоящему времени действие циклоспорина наиболее полно изучено при пересадке органов и тканей, где он проявил себя с весьма выгодной стороны. Однако побочные его действия до конца пока не изучены. Но тем не менее в дальнейшем тщательный анализ экспериментальных и клинических данных укажет точные области применения циклоспорина.

Огромная роль антибиотиков в современной медицине очевидна всем. Почти каждый человек испытал на себе их целебное действие. Многим они спасли жизнь. Антибиотики подняли на новый уровень хирургию, создав условия для выполнения сложных операций. С их помощью снизилась детская смертность.

Сегодня антибиотиками пользуется все человечество, и тенденции к спаду их потребления пока не предвидится. Наш век называют по-разному — «космическим», «атомным», «веком кибернетики». Но с полным правом его можно назвать и «веком антибиотиков».

ДРУГИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ПРОФЕССИИ ГРИБОВ

В современном мире микроскопические грибы имеют еще целый ряд полезных людям профессий.

Микроскопические грибы используются в пищевой промышленности для производства продуктов питания, обогащенных белком микроорганизмов. Большое значение здесь имеет так называемое твердое брожение --- дешевый и технически несложный метод превращения крахмалсодержащего сырья в обогащенный белком продукт, используемый в качестве кормов. В этом случае гриб, образующий фермент, превращающий крахмал в глюкозу, выращивают на твердом крахмальном субстрате. Этот способ лежит в основе производства различных ферментированных продуктов питания, которые широко распространены в странах Азии и Африки. В разных странах производят разные ферментированные продукты: в Индии, например, на юге страны широкой популярностью пользуется идли досаи (высокобелковый кислый хлеб паровой выпечки), в Японии — кодзи (твердая культура микроскопических грибов на рисе, ячмене, пшенице, сое и других зерновых), в Индонезии — темпех (растительный аналог мяса и источник витамина В₁₂, приготовляемый путем сбраживания замоченных и полупроваренных бобов сои).

Успехи микробиологии сделали возможным преобразование крахмалсодержащего сырья в декстрин, глюкозу, солодовый сахар, фруктозу, сиропы и так далее и усовершенствовали, таким образом, обработку продуктов питания и кормов.

Грибы могут превращать целлюлозу в глюкозу, так как вырабатывают фермент целлюлазу. В нашей стране идею получать глюкозу из целлюлозы с помощью ферментов грибов начали разрабатывать Л. По-

пов и В. Омелянский, в настоящее время ею увлечены исследователи во всем мире, так как очевидно, что тот, кто первым овладеет технологией получения глюкозы из целлюлозы, подарит своей стране неисчерпаемый источник богатств. «Почему неисчерпаемый?» — спросит читатель. Целлюлозы, или клетчатки, вокруг нас очень много. Она есть во всех растениях, и запасы ее ежегодно восполняются. А ведь глюкоза — это не только сладкий сахар. Современная наука может превратить ее в аминокислоты и спирты, жидкое топливо и удобрения, лекарства и пластмассы.

Впрочем, если бы даже речь шла только об одних сладостях, и тогда глюкоза из целлюлозы заслуживала бы пристального внимания. Ведь она способна хотя бы частично заменить привычный нам свекловичный сахар. Традиционное производство сахара — дело довольно хлопотное и дорогое. Новая технология может высвободить землю для других культур и ликвидировать потери сырья. Над проблемой работают ученые разных специальностей, в том числе селекционеры, которые стремятся создать штамм гриба, вырабатывающий наиболее активные ферменты.

С помощью грибов получают лимонную кислоту. Для микробиологического синтеза этого продукта используют дрожжевые грибы, грибы рода аспергиллус и пенициллиум, причем выход продукта очень высок.

Огромна роль грибов при производстве различных ферментов. Существуют грибные ферменты, заменяющие сычужный фермент, необходимый при производстве сыров. Пектиновые ферменты, используемые для осветления фруктовых соков и вин, также продукт жизнедеятельности грибов. С помощью грибов производят дезодорирующие ферменты, используемые для удаления пищевых запахов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вот, читатель, и подошел к концу наш рассказ о грибах. Возможно, теперь вы знаете о них немного больше, чем раньше. Многие, встречаясь с грибами только в лесу или за праздничным столом, даже не подозревают, как изменилось бы лицо нашей планеты, если бы вдруг исчезли эти микроскопические организмы. Вслед за ними исчезли бы без следа лишайники, растения, не существующие в природе без микоризы, прекрасные орхидеи и многие растения семейства вересковых. Факультативные микотрофы выглядели бы гораздо хуже на богатых органическими остатками почвах, им пришлось бы покинуть участки с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями. Да и сама переработка отмерших частей древесных и травянистых растений без грибов оказалась бы затруднительной.

Конечно, роль грибов не однозначна. Например, они могут снизить или полностью уничтожить урожай культурных растений на огромных площадях. Достаточно вспомнить хрестоматийно известную эпифитотию гриба фитофтора на растениях картофеля в 1845 году в Ирландии, вызвавшую гибель от голода и эмиграции миллионов людей. Эпифитотия ржавчины кофейного дерева в конце прошлого века на Цейлоне, а затем на Филиппинах и в ряде других стран привела к тому, что содержать кофейные плантации стало нерентабельным и их пришлось заменить плантациями чайного куста. В наше время возбудитель фузариозного вилта причиняет серьезный ущерб насаждениям финиковой пальмы в Северной Африке. В Марокко за первую половину XX века от гриба погибло 10 миллионов плодоносящих пальм. Заболевание прогрессирует невиданными ранее темпами, лишая людей и животных основного источника питания.

В то же время с помощью продуцируемых грибами антибиотиков человек научился бороться с опаснейшими болезнями, уносившими прежде миллионы жизней. Изучение механизма действия антибиотиков позволило обнаружить их влияние на различные стороны процесса обмена веществ в клетках растений и животных. Так, пенициллин и цефалоспорины нарушают образование клеточной оболочки бактерий. Токсин бледной поганки аманитин подавляет биосинтез РНК и используется для изучения механизма передачи генетической информации. В процессе поиска новых антибиотиков в Западной Норвегии и США был обнаружен гриб, синтезирующий вещество, названное циклоспорином А. Это соединение обладает уникальными свойствами предотвращать отторжение трансплантированных органов. Уже сейчас насчитывается более 50 тысяч человек с пересаженной почкой и несколько десятков с пересаженным сердцем. Использование циклоспоринона А открывает новые перспективы для медицины, особенно для той ее области, которая занимается трансплантацией органов и тканей.



Грибы не только участвуют в производстве вина и пива, но и могут излечивать от слишком сильного пристрастия к этим напиткам. Из гриба, известного под названием серого навозника, было выделено вещество антабус (его затем синтезировали химическим путем), используемое для лечения от алкоголизма.

Необходимо знать свойства токсических соединений, образуемых грибами, чтобы уберечь животных и человека от возможных отравлений. Обнаружение

канцерогенных продуктов жизнедеятельности некоторых грибов (афлатоксины) дает основание предполагать, что со временем будут найдены вещества противоположного действия, излечивающие этот страшнейший недуг.

Недавно в зарубежной печати появилось сообщение, что с помощью космических аппаратов «Викинг» на каменистой пустынной поверхности Марса были обнаружены зеленоватые пятна, которые меняли форму и окраску в течение марсианского года. Ученые считают, что эти пятна соответствуют по внешнему виду, цвету и толщине земным лишайникам. Не исключено, что лишайники являются той формой жизни, которая лучше всего приспособлена к сухому и холодному марсианскому климату.

На Земле из представителей трех царств ядерных организмов — растений, животных и грибов — наиболее высокого уровня развития достигли животные, а среди них «венец творения» — человек. Вполне возможно, что на других планетах наивысшего уровня развития достигли грибы, способные синтезировать удивительные молекулы, о свойствах которых в настоящее время ничего пока не известно. Такие молекулы могут, например, избирательно поглощать те или иные элементы из растворов с чрезвычайно низкой их концентрацией, образовывать полимеры с уникальнейшими свойствами, катализировать при обычных температурах и давлении неосуществимые сейчас химические реакции. В этом случае в число членов будущих космических экспедиций непременно войдут микологи, как сейчас входят инженеры и врачи. Но и на земле миколога ждут новые открытия — ведь мир грибов велик, бесконечно разнообразен, интересен и даже загадочен. Он ждет своих исследователей.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|---|-----|
| От авторов | 5 |
| Глава первая. Три кита эукариотов | 7 |
| Глава вторая. В лаборатории у микологов | 27 |
| Глава третья. В лесу и дома | 47 |
| Глава четвертая. Грибы в поле | 97 |
| Глава пятая. О грибах как продуктах питания | 125 |
| Глава шестая. Грибы — друзья и враги животных | 141 |
| Глава седьмая. Грибная индустрия | 165 |
| Заключение | 206 |



**ВАЛЕНТИН ВИКТОРОВИЧ МАЗИН,
ЛЮБОВЬ СЕРГЕЕВНА ШАШКОВА**

ГРИБЫ, РАСТЕНИЯ И ЛЮДИ

Заведующая редакцией *Т. С. Микаэльян*
Редактор *О. Л. Лисицына*
Художники *Ф. Е. Терлецкий, Ю. Н. Владимиров*
Художественный редактор *М. Д. Северина*
Технический редактор *Н. Н. Зиновьева*
Корректоры *К. В. Шин, Г. А. Казакова*

ИБ № 3692

Сдано в набор 06.06.85. Подписано в печать 28.11.85. Т-22140. Формат 70×100¹/₃₂
Бумага офсетная № 1. Литературная гарнитура. Печать офсетная. Усл. п. л. 8,45.
Усл. кр.-отт. 17,55. Уч.-изд. л. 8,94. Изд. № 96. Тираж 50 000 экз. Заказ № 580
Цена 40 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18

Можайский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 143200, Можайск, ул. Мира, 93.

40 коп.





В.В. МАЗИН, Л.С. ШАШКОВА

ГРИБЫ, РАСТЕНИЯ И ЛЮДИ

