

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ МИКОЛОГИИ  
ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ**

# **СОВРЕМЕННАЯ МИКОЛОГИЯ В РОССИИ**

**ТОМ 2**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ВТОРОГО СЪЕЗДА  
МИКОЛОГОВ РОССИИ**

Москва  
2008

## ЭНДОФИТ-РАСТЕНИЕ КАК СЛОЖНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Благовещенская Е.Ю.

МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет,  
Москва

Эндоефитные грибы злаков вот уже тридцать лет служат классическим примером мутуалистических отношений грибов и растений. Преимущественно это виды рода *Neotyphodium* и родственные им представители трибы Balansiae (сем. Clavicipitaceae, пор. Nurosteales, п/отд. Pezizomycotina, отд. Ascomycota). Эндоефитные грибы живут бессимптомно в надземных органах многих злаков. Растение получает защиту от выедания и от различных абиотических стрессов. Гриб распространяется только вертикально вместе с семенами растения-хозяина.

Но на настоящий момент опубликовано уже значительное количество работ, в которых или не выявлено вообще никакого эффекта эндоефитных грибов на рост и развитие растений, или даже получены результаты об отрицательном их влиянии. В связи с этим в последнее время разрабатывается теория о сбалансированном паразитизме эндоефитных грибов. С другой стороны, и «мутуализм», и «паразитизм» – это лишь модели, созданные человеком для удобства описания процессов, происходящих в живой природе. А вопрос выбора модели – во многом лишь вопрос удобства использования. Поэтому попробуем посмотреть на эту ситуацию под другим углом зрения. Для эндоефитного гриба экологическая ниша практически полностью сводится к растению-хозяину: в нем он живет, им питается, через него доходят все факторы внешней среды – такие как свет, температура, активность воды и т.д. Растение, заселенное эндоефитным грибом (E+), будет меняться. Как бы ни развивались отношения хозяина и симбионта, грибной мицелий будет выделять те или иные метаболиты, которых бы в незараженном растении (E-) не было. Меняется внутренняя среда растения, его клетки начинают реагировать на новые биохимические сигналы. В зависимости от генотипов растения и гриба, их возраста и условий внешней среды эти изменения могут быть выражены сильнее или слабее, но в любом случае мы можем утверждать, что при наличии развитого внутритканевого мицелия физиолого-биохимические процессы растения изменятся и это будет уже другой организм.

Теперь мы можем описать весь сложный комплекс событий, происходящих в паре гриб-растение, не загоняя их в рамки «хорошо-плохо». Растение, заселенное эндоефитом, меняет свои свойства, и такое растение может реагировать на различные факторы не так, как E- растения. Поэтому при изучении биологии злаков совершенно необходимо учитывать и этот фактор. Будет ли E+ растение выгодно отличаться от своих сородичей – это вопрос каждого конкретного случая. Нами в различных экспериментах получены данные как о положительном влиянии эндоефита, так и об отсутствии какого-либо влияния вообще. В условиях, когда растение сильно угнетено и ослаблено, эндоефит может проявлять сильное отрицательное влияние, и начать паразитировать на своем хозяине. С другой стороны, гриб может перейти в скрытое, латентное состояние, и тогда E+ растение ни по своим реакциям, ни при микроскопическом анализе не будет отличаться от E- растений – вплоть до тех пор, когда изменившиеся условия активизируют рост мицелия в растении.

Изучение распределения мицелия в отдельных растениях полностью согласуется с этой теорией. Нами показано, что E+ растения могут образовывать незараженные вегетативные побеги, вплоть до полного отсутствия мицелия в надземной части растения в определенное время года. Дефицит воды стимулирует развитие мицелия в тканях растения. При образовании генеративных побегов, некоторые побеги тоже могут быть свободными от мицелия, а на зараженных побегах могут образовываться незараженные семена. При изучении цветков и семян овсяницы луговой было обнаружено, что мицелий располагается не только в алейроновом слое семени, как считалось ранее, но и в самом зародыше, что для этой группы грибов считалось нехарактерным.

Таким образом, ассоциация «эндоефит-растение» представляет собой сложную динамическую систему, которая очень лабильна и способна быстро реагировать на изменяющиеся условия среды.

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СИМБИОТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКТОМИКОРИЗНОГО ВИДА РАСТЕНИЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В ЕСТЕСТВЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ

Веселкин Д.В.

Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург

подавляющая часть накопленной к настоящему времени информации о значении эктомикоризных симбиозов для роста и развития отдельных особей растений

и для функционирования наземных экосистем в целом получены в лабораторных условиях. Считая, что экстраполяция результатов лабораторных экспериментов

на описание закономерностей *in situ* – методологически ограниченный прием, сопряженный с возникновением принципиально неопределяемых погрешностей, далее предлагается способ количественной оценки симбиотической составляющей продуктивности эктомикоризных растений, пригодный для использования в условиях естественных природных местообитаний.

Фактический материал, на котором осуществлены исследования: одно-двулетние всходы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произраставшие в широком спектре условий естественных местообитаний (леса; лесные пожары; исходно безлесные естественные и искусственные местообитания).

Предлагаемый способ количественной оценки симбиотической составляющей продуктивности растений заключается в регрессионном оценивании ожидаемых функциональных связей между количественными характеристиками развития надземных и подземных органов растений. При этом список характеристик, описывающих уровень развития подземных органов всходов, сформирован так, чтобы было возможным выявление независимых друг от друга (не коллинеарных) составляющих их структуры: «асимбиотической» (автономной, не зависимой от эктомикоризного симбиоза, формируемой только растением) и «симбиотической» (формируемой эктомикоризными грибами и/или при взаимодействии эктомикоризных грибов с корнями растений). В результате возможна дифференцированная оценка симбиотического вклада (в данном случае «эктомикоризного») в формирование надземной части особи растения на фоне того или иного состояния асимбиотической части поглощающего аппарата растений. Количественно характеризуют соотношение

симбиотической и асимбиотической составляющих продуктивности всходов показатели долей дисперсии массы надземной части всходов, сопряженные с каждым из источников изменчивости. С удовлетворительным совпадением окончательных результатов способ может быть реализован в различных вариантах. Во-первых, в качестве характеристик симбиотической и асимбиотической составляющих структуры поглощающего аппарата всходов могут выступать как значения конкретных морфологических признаков, так и искусственно сконструированные переменные – например, главные компоненты. Во-вторых, оценки связей могут быть получены как в парной регрессии (одна зависимая и одна независимая переменные), так и во множественной (одна зависимая и несколько независимых переменных).

Симбиотическая составляющая продуктивности всходов *P. sylvestris*, оцененная предложенным способом, варьирует в естественных местообитаниях в широких пределах – от 0 до 38 % общей дисперсии массы всходов (в среднем 8–15 %). В большинстве случаев, но не всегда, влияние уровня развития эктомикориз на развитие всходов меньше, чем влияние уровня развития асимбиотических корневых систем. В целом значение эктомикоризных симбиозов для всходов *P. sylvestris* в естественных местообитаниях закономерно описывается как «модифицирующее» или «подчиненное» по сравнению со значением асимбиотической составляющей структуры их поглощающего аппарата.

Работа осуществлена при поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области (проект 07–04–96121).

## ГРИБЫ НА КОРНЯХ РАСТЕНИЙ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДУБРАВА»

Карпук В.В., Кулаковская Н.В.

Белорусский государственный университет, каф. ботаники,  
Минск

На территории памятника природы республиканского значения «Дубрава» произрастает 447 видов древесных и травянистых растений, из которых 3 вида, включенных в Красную Книгу Республики Беларусь. Однако ассоциированность их корневых систем с микоризными и паразитическими грибами не изучалась. Целью данной работы было определение грибов на корнях наиболее характерных для дубравы видов: дуб, малина, шиповник, можжевельник, крапива двудомная, черника, земляника, голубика, папоротник, подорожник, тысячелистник, мать-и-мачеха.

Корни для исследований брали из верхнего слоя почвы на глубине 10–20 см. Аккуратно отряхнутые от почвы корни тщательно осматривали с помощью оптики МБС-12 (ЛОМО) и Axiostar (Carl Zeiss). Часть свежего материала после отмычки водой и обсушивания на фильтровальной бумаге помещали в чашки Петри на агаризованную среду Чапека с добавлением

противомикробного антибиотика канамицина (0,02 %) и позволяли грибам в течение 3–14 дней прорасти и развивать споронии с последующим разделением культур, микроскопированием и определением видов, а часть материала фиксировали в 70 % спирте и затем под микроскопом исследовали степень оплетения грибными гифами корней высшего растения (по 4-балльной шкале) и проникновение гриба в ткани корня и развитие паразитических или симбиотических отношений с ними.

В течение всего летнего периода (июнь – август 2007 г.) стояла жаркая сухая погода, почва была сухой и в «Дубраве» отмечалось увядание травянистых растений и отсутствие макромицетов. Во всех исследуемых образцах растений выявлено оплетение корней грибными гифами по типу эктомикоризы. Вместе с тем, оплетение корней гифами было неодинаковым. Подорожник, черника, мать-и-мачеха, крапива оказались