

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРИБОВ И РАСТЕНИЙ ПРИ СИМБИОЗЕ НА ПРИМЕРЕ МИКОРИЗЫ ОРХИДЕЙ *OPHRYS OESTRIFERA* BIEB. И *OPHRYS INSECTIFERA* (L.) CRANTZ

Шейко Е.А.¹, Сытников Д.М.²

¹Медицинская академия им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Россия

²Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова (ОНУ), Одесса

Характерной чертой представителей семейства *Orchidaceae* Juss является их низкая конкурентноспособность по отношению к другим видам растений. Редкость орхидей и сокращающаяся их численность обусловлены как влиянием природных факторов (отсутствием в биотопе грибов-микоризообразователей и специфических насекомых-опылителей), так и антропогенным воздействием. Поэтому все исследования, связанные с изучением репродуктивных особенностей орхидных умеренной зоны, представляют значительный практический и теоретический интерес.

Для разработки реальных мер по охране этих видов необходимо иметь достаточно полные сведения по их биологии, распространению, экологии и фитоценологии, ритму сезонного развития, численности и динамике популяций, реакции на антропогенное воздействие. Одной из важнейших черт биологии орхидных является их тесная связь с грибами-микоризообразователями [1]. За XIX – XX вв. было проведено большое количество исследований, посвященных изучению взаимодействия орхидей и гриба. Вопросами симбиоза орхидей и эндомикоризных грибов занимались такие выдающиеся ученые как Bernard, Knudson, Curtis, Burgeff и другие.

И хотя эти работы ныне стали классическими, в этой области исследований до сих пор остается ряд нерешенных вопросов. С одной стороны, степень микотрофности в онтогенезе орхидных – очень динамичная величина, растения обмениваются с грибами различными метаболитами, но до сих пор нет единого мнения о том, насколько они облигатные.

С другой стороны, если рассматривать биологию тропических орхидей в контексте их размножения в асептических условиях, то большинство из них являются необлигатных микотрофами. По мнению Бургефа, Ромлера в микоризных симбиозах гриб паразитирует на высшем растении. Напротив, другие исследователи (Франк, Люк) считают, что высшее растение в этом случае паразитирует на своем микоризном грибе. Наконец, согласно взглядам Горбуновой и др., компоненты микоризного симбиоза находятся друг с другом в отношениях взаимного паразитизма [2].

Так как между орхидеями и грибом происходит обмен веществами различной природы, то можно предположить наличие аллелопатических взаимоотношений. Были выявлены различные фитогормоны, выделяемые грибом, которые усиливают рост орхидей. Исследования синтетической активности у 16 культур грибов у эпифитных и наземных орхидей

показали способность к синтезу индолил-3-уксусной кислоты (ИУК), вещества близкие к гиббериллину, зеатину и кинетину. Опыты, проводимые по экзогенному обеспечению фенолами, показали, что под их влиянием происходит установление симбиотического взаимодействия, наращивание вегетативной массы высшего растения, стимулируется расселение микоризы [3]. Некоторые микромицеты (*Trichoderma*, *Fusarium*, *Phoma*) и базидиомицеты (*Dendrobium moschatum*) ингибируют развития семян орхидей. Способность грибов, ассоциированных с орхидными, выделять во внешнюю среду ауксины и другие необходимые вещества открывает возможность воздействия микроорганизмов на общий гормональный баланс растений, стимулируя дополнительное корнеобразование орхидей, а так же влияя на прорастание их семян.

Цель исследований – изучение анатомо-морфологических, эмбриологических, симбиотических и аллелопатических особенностей орхидей.

Материалы и методы исследования. Корневищные геофиты из подсемейства *Orchidoideae*: *Ophrys oestrifera* Bieb., *Orchis insectifera* (L.) Grantz. Анатомические препараты, качественные гистохимические реакции готовили по методике Барыкиной. Потенциальную и реальную семенную продуктивность определяли по методике Назарова. Качественная реакция на лигнин заключалась в обработке срезов флороглюцином (триоксibenзол, $C_6H_3(OH)_3 \times 2H_2O$) в сочетании с концентрированной соляной кислотой. В результате реакции одревесневшие элементы приобретают малиново-красный цвет. Интенсивность цветной реакции зависит от степени одревеснения. Для выявления пектиновых веществ срезы обрабатывали жавелевой водой, затем промывали дистиллированной водой, нейтрализовали уксусной кислотой и окрашивали метиленовым синим. В результате пектиновые вещества приобретали сине-голубой цвет.

При проведении качественной реакции на фенольные соединения срезы помещали в раствор, включающий в себя 10 мл 5%-ного раствора нитрата натрия и две капли 50%-ной серной кислоты. Затем добавляли каплю 5%-ного едкого калия.

Согласно данному методу, хлорогеновая кислота и другие фенольные соединения с орто-расположенной гидроксильной группой, вступая в реакцию с азотистой кислотой, переходят в соединение, которое с едким калием дает красное или коричневое окрашивание. Эта реакция для хлорогеновой кислоты не строго специфична. Подобное окрашивание могут давать и другие фенольные соединения (пи-

рокатехин, протокатеховая и кофейные кислоты), а также хинины [4].

Для большинства исследованных видов автотрофных орхидей характерна эумицетная толипофаговая эндомикориза. Локализация эндифитных несовершенных грибов-микоризообразователей в клетках и тканях подземных вегетативных органов обусловлена их анатомо-морфологическими особенностями. В клетках эпиблемы корня гифы отсутствуют, но в корневых волосках выявлены коммуникационные гифы. В субэпидермальных слоях первичной коры корня расположены пелотоны. В мезодерме отмечено расщепление гиф. В эндодерме и центральном цилиндре гифы не обнаружены. Степень микотрофности увеличивается в 2 раза от апекса корня к его основанию. В корневищах гифы гриба обнаружены преимущественно в эпидерме и в первичной коре. В клетках первичной коры, содержащих большое количество крахмальных зерен, пелотонов нет. Наибольшее количество клеток с гифами гриба наблюдали в зоне перехода расширенной части клубня в шнуroidное окончание.

Частота встречаемости микоризной инфекции изученных видов орхидей варьирует от $4,7 \pm 0,4\%$ – *O. oestrifera*, до $11,5 \pm 0,6\%$ *O. insectifera*. Динамика симбиотических отношений меняется по фазам онтогенеза. Частота встречаемости микоризной инфекции уменьшается от ювенильной к генеративной стадии у исследованных видов. Степень микотрофности зависит от климатических и эдафических факторов. С увеличением содержания гумуса на 0,5% степень микотрофности уменьшается в 4,6 раза. Действие рН среды на показатель частоты встречаемости микоризной инфекции видоспецифично. У *O. oestrifera*, с максимальной степенью микотрофности, наибольшая площадь фотосинтетической поверхности и минимальное значение высоты растения, количества цветков в соцветии. Эти факторы, а также недоразвитие или повреждение соцветий, несинхронность и замедленность цветения, редкий специфический опылитель, высокий уровень гетерогенности семян и зародышей по линейным параметрам, асинхронность процесса формирования зародыша, по-видимому, являются причиной низкой численности популяций орхидей.

Таким образом, установлено, что репродуктивная стратегия исследуемых видов орхидей определяется степенью взаимодействия с грибом – микоризообра-

зователем, особенностями условий произрастания и характером опыления изучаемых видов. При проведении качественных гистохимических реакций были установлены аллелопатические взаимоотношения гриба-микоризообразователя с орхидеями. У растений, находившихся в генеративном периоде онтогенеза отмечена начальная стадия лигнификации клеток паренхимы, прилегающей к центральному цилиндру, и более интенсивно лигнификация периферических участков ксилемы центрального цилиндра. Обнаружены многочисленные пелотоны в клетках первичной коры, которые дают слабую положительную реакцию на лигнин. При качественной реакции на пектин отмечалась яркая окраска сине-голубого цвета эпиблемы и некоторых проводящих элементов ксилемы у ювенильных растений. Ксилема генеративных растений отличалась более интенсивной окраской синего цвета, а также экзодермы и перидермы. При качественной реакции на фенольные соединения у ювенильных растений наблюдалось окрашивание эпиблемы и некоторых проводящих элементов ксилемы. У генеративных растений эпиблема практически не окрашена. В первичной коре пелотоны приобрели светло желтую окраску, а некоторые элементы ксилемы коричневую. Пелотоны гриба, локализованные в первичной коре на всех срезах, дальше эндодермы не проникали. Согласно качественным гистохимическим реакциям можно отметить изменения накопления веществ лигнина, пектина и фенольных соединений в связи с изменением степени взаимодействия между высшим растением и грибом. Установлено, что динамика аллелопатических взаимодействий обусловлена накоплением лигнина, пектина и фенольных соединений в тканях первичной коры корневища орхидей.

Список литературы

1. Rasmussen HN, Rasmussen FN. Orchid Mycorrhiza: Implications of a Mycophagous Life Style. *Oikos*. 2009; 118: 334-45.
2. McCormick MK, Whigham DF, O'Neil J. Mycorrhizal diversity in photosynthetic terrestrial orchids. *New Phytol*. 2004; 163: 425-38.
3. Rasmussen HN. Recent development in the study of orchid mycorrhizas. *Plant and Soil*. 2002; 244: 149-63.
4. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д. Основы микротехнических исследований в ботанике. М: МГУ. 2000: 125 с.

СООБЩЕСТВА НЕМАТОД В ГИФОСФЕРЕ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ): ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Шматко В.Ю., Ребриев Ю.А.

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону

Грибы имеют высокую биомассу и выделяют в окружающую среду разнообразные биологически активные вещества. Активно преобразуя окружа-

щее мицелий пространство (гифосферу), грибы тем самым оказывают селективное действие на почвенную биоту. Почвенные нематоды – многочисленная