«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.I, Ч.VI. – С.74-77

МИКОРИЗНЫЕ АССОЦИАЦИИ *PINUS SYLVESTRIS* L. *И BETULA PENDULA* ROTH.В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Сарсекова Д.Н. доктор с.х.н., доцент,
Нурлаби А.Е. магистр с.х.н., ассистент
Казахский Агротехнический Университет имени С.Сейфуллина, г.Нур-Султан

Термином «микориза» обозначают все формы сожительства грибов с корневыми системами высших растений. Этот термин ввел в специальную литературу Б. Франк (Frank B., 2005). Позднее понятие «микориза» в переносном смысле использовали и для обозначения существования физиологической связи между грибами и растениями. Участие микоризообразующих грибов в корневом питании растений распространено очень широко и встречается даже у мхов и папоротников, хотя они, строго говоря, не имеют корневой системы. По мнению ученых, около 98% высших растений вступают или способны вступать в симбиоз с почвенными грибами (Шубин В.И., 1975) [1].

Микориза является важнейшим симбиозом, в котором участвуют грибы и растения. Микоризы различный типов образованы более чем 80% наземных растений. Микоризы встречаются практически во всех растительных ассоциациях и оказывают значительное влияние как на растения-фитобионты, так и на весь биогеоценоз в целом[2].

В лесных сообществах эктомикоризы могут осуществлять взаимосвязь не только между растениями разных видов, но также и между растениями, принадлежащими к различным ярусам, участвуя в циклах биогенных элементов и таким образом объединяя различные растения в единую систему с общим оборотом питательных веществ. В бореальной зоне эктомикоризы играют решающую роль, т. к. их образуют древесные породы-доминанты вместе с эдификаторами растительных сообществ. Микоризными грибами в лесных почвах образован обильный мицелий, что позволяет им участвовать в широком спектре взаимоотношений с почвенными организмами различных трофических и таксономических групп [2].

Традиционно термин «микориза» используется в двух значениях: 1. с

целью обозначения структурной единицы – модифицированного, заселенного грибом участка корня растения-хозяина, т.е. микоризного окончания; 2. с целью определения типа трофических взаимоотношений между микобионтом и корневой системой растения, т.е. в случаях, когда более корректным является употребление термина «микотрофия» [7, С. 125].

Среди многочисленных определений термина «микориза» наиболее информативным представляется определение И.В. Каратыгина, сформированное им в научной работе 1993 года. Согласно данному определению микориза представляет собой эволюционно сложившуюся между грибами и корнями высших растений, а также зачастую и прокариотами структурно оформленную, трофоценотическую ассоциацию, в рамках которой данные организмы воспроизводятся и сосуществуют в экологически и физиологически взаимозависимом состоянии, а также в отношениях, называемых мутуалистическим симбиозом.

Важной особенностью микоризной ассоциации, подчеркнутой в вышеупомянутом определении, является то, что микориза представляет собой эволюционное образование, то есть продукт длительной коэволюции растений и грибов. Однако, рассматривая определение микориза, данное Каратыгиным, следует отметить, что по данным исследований последних лет мутуалистический характер типа симбиоза не является обязательной характеристикой микоризных ассоциаций [3].

Другой характерной чертой, отличающей микоризу от других типов взаимодействия грибов и растений, является наличие специализированной, служащей для обмена веществами, зоны зоны контакта между симбионтами. Следует обратить внимание на тот факт, что в рамках патогенного типа взаимодействия также формируется зона контакта, однако в случае с патогенной ассоциацией в зоне контакта отсутствует ток веществ от гриба к растению, а у последнего быстро появляются симптомы заболевания.

Формирование микориз происходит в специализированных органах растения, где благодаря синхронному развитию становится возможно близкое взаимодействие симбионтов. Развитие микориз происходит преимущественно в корневой системе, однако случаи их формирования можно наблюдать также в талломах мхов и в подземных побегах.

Несмотря на то, что мутуалистический тип взаимодействия не является обязательным условием для признания ассоциации микоризом, данный тип микориз является наиболее распространенным и именно его мы рассмотрим подробнее. Кроме вышеупомянутого названия данный тип взаимодействия также носит название сбалансированного. Мутуалистические ассоциации не только на протяжении всей истории эволюции наземных растений являлись

доминирующим типом микориз, но и в настоящее время сбалансированный тип микориз также имеет наибольшее распространение [9].

Именно в рамках данного типа наблюдается наиболее гармоничное сочетание особенностей экологии и физиологии симбионтов. Для мутуалистического типа микориз характерно, что обменные процессы между симбионтами находятся в состоянии динамического равновесия: время от времени польза от взаимодействия для одной из сторон может оказаться меньше ее «затрат», но спустя некоторое время происходит сдвиг ситуации обратную сторону [6, С. 258].

В образовании микориз различных типов принимает участие около 82% наземных растений, а в рамках исследований последних десятилетий были открыты микоризы и у некоторых водных растений. Различные формы микориз имеются у представителей более тысячи родов высших растений, относящихся почти к 400 семействам. При этом, несмотря на сравнительно небольшое видовое разнообразие эктомикоризных растений, данный тип построения микоризной связи является важным объектом изучения, т. к. именно данный вид растений доминирует в бореальных лесных экосистемах, а рассматриваемый тип микориз имеет большое значение в их функционировании [10].

Однако нельзя также и делать вывод о микотрофности растения лишь на основе его таксономической принадлежности, т. к. относительно данной характеристики имеется множество исключений, обоснованных экологическими факторами. Трудность количественной оценки и распределения микоризы по экологическим и таксономическим группам растений в значительной степени объясняется тем, что взаимоотношения симбионтов не являются неизменными, а динамика симбиотрофных связей во всех случаях требует специального экологического анализа. Однако наиболее интересным за счет своей сложной структуры представляется вид микоризы, являющийся основным для сосны обыкновенной. Рассмотрим его подробнее.

Ранее тип монотропоидной микоризы относили к типу арбутоидной микоризы, однако он отличается от последнего тем, что в нем не происходит формирование клубков и проникновение гиф в клетки, за исключением специализированных гаусторий. Данный вид микоризы включает в себя зеленое древесное растение, эктомикоризный микобионт, а также бесхлорофилльное растение семейства Подъельниковых. Все представители данного семейства являются бесхлоровильными, то есть не имеют способности к фотосинтезу. Следовательно, данная категория растений получает посредством микоризы не только минеральные вещества

(значительную часть занимают соединения азота), но также и углеводы, представляющие собой продукты фотосинтеза эктомикоризного микобионта хвойных пород (ярким представителем является сосна обыкновенная) [8].

Данный тип симбиоза является очень специфичным за счет взаимоотношения симбиотов. Так, многочисленными молекулярными исследованиями доказано, что близкородственные виды и группы видов грибов образуют симбиоз с близкородственными видами растений, не образуя пересечений. Также наблюдается корреляция филогении Подъельниковых и их микобионтов: растений образуют симбиоз с микобионтами из одной секции рода.

Структурно монотропоидная микориза образована плотным грибным чехлом, мицелиальной сетью, а также проникающими в клетки шиповидными «гаусториями», посредством которых осуществляется ток веществ в сторону микогетеротрофа. Аналогичная сети Гартига у эктомикоризного микориза мицелиальная структура распространяется в эпидермисе и не проникает в коровые клетки (исключение составляют лишь отдельные гифы, проникающие в наружные клетки коры). Другой отличительной особенностью анатомии микориз данного типа является образуемая микобионтом гаустория в виде шипа, не проникающая через плазмалемму растительной клетки [7, С. 201-203].

Рассматривая характерные черты микоризы березы повислой необходимо отметить, что данное растение также склонно формировать микоризу монотропоидного типа в симбиозе с большим количеством шляпочных грибов: подберёзовиком обыкновенным, мухомором обыкновенным, подосиновиком жёлто-бурым, лисичкой, различными видами сыроежек и другими. Кроме того, важно отметить, что береза повислая отличается высоким уровнем микоризообразующей способности, которая при этом в значительной степени зависит от минерального состава почвы, а также от доступности для растения питательных веществ [1, С. 65]. Так, например, в регионах с бедной веществами почвой, берёза проявляет чрезвычайно высокий уровень микотрофности и с ней оказывается связано около ста различных видов грибов, при этом в условиях улучшения качества почвенно-грунтовых условий наблюдается снижение уровня микотрофности березы повислой, в результате чего на почвах, богатых необходимыми веществами, береза оказывается связана лишь с 30-40 видами грибов [3, С. 97-100].

Кроме того, приведены данные, согласно которым в ненарушенных лесах, при низком пуле свободного почвенного азота, преимущественным способом вовлечения органического углерода растений в цепи питания с

участием гетеротрофов, является их поступление к эктомикоризным грибам. В урбанизированных лесах, при обогащении почвы азотом, происходит возрастание роли фитопатогенных грибов, вызывающих прижизненную деструкцию древесины корней и стволов, в результате чего происходит ослабление той части общего обмена веществами, который контролируют эктомикоризные грибы [4, С. 510-511].

Подводя итоги проведенного исследования можно заключить, что в целом, несмотря на значительные изменения окружающей среды, наиболее важные для поддержания существования природного комплекса функции микориза сохраняют свою стабильность.

Список использованной литературы

1 Веселкин Д.В., Кайгородова С.Ю. Связь между агрохимическими свойствами почв урбанизированных лесов и строением эктомикориз сосны обыкновенной // Екатеринбург: Агрохимия, 2013. – № 11. – С. 63-71

2 Веселкин Д.В., Колтунов Е.В., Кайгородова С.Ю. Влияние агрохимических свойств почв на распространение корневых и стволовых гнилей сосны обыкновенной (Pinus sylvestris) в урбанизированных лесах // Известия Самарского НЦ РАН. 2013. – Т.15. – № 3. – С. 249-255

3 Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Карельская береза: разновидность или самостоятельный вид? // Петрозаводск: Изв. высш. уч. зав. Лесной журнал, 2019. – 372 с.

4 Власенко В.А. Экологические особенности трутовых грибов в лесостепной зоне Западной Сибири // Новосибирск: Сибирский экологический журнал, 2013. – Т. 20. – № 4. – С. 507-513

5 Галибина Н.А. Эндогенные механизмы регуляции ксилогенеза у древесных растений на примере двух форм березы повислой: Автореф. дис. на соиск ст. докт. биол. наук. // СПб.: ИЛ КарНЦ РАН, 2018. – 48 с.

6 Материалы II Международной научной конференции «Биология, систематика и экология грибов и лишайников в природных экосистемах и агрофитоценозах» // Минск: Колорград, 2016. – 325 с.

7 Lilleskov E. A., Hobbie E. A., Horton T. R. Conservation of ectomycorrhizal fungi: exploring the linkages between functional and taxonomic responses to anthropogenic N deposition //fungal ecology. – 2011. – Т. 4. – №. 2. – С. 174-183

8 Taylor A. F. S., Alexander I. A. N. The ectomycorrhizal symbiosis: life in the real world //Mycologist. – 2005. – Т. 19. – №. 3. – С. 102-112

9 Tedersoo L., Brundrett M. C. Evolution of ectomycorrhizal symbiosis in plants

//Biogeography of mycorrhizal symbiosis. – Springer, Cham, 2017. – С. 407-467
De Roman M., Claveria V., De Miguel A. M. A revision of the descriptions of ectomycorrhizas published since 1961 //Mycological Research. – 2005. – Т. 109. – №. 10. – С.