ИНТРОДУКЦИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И РЕДКИХ РАСТЕНИЙ

Материалы IX Международной научно-методической конференции
21-25 июня 2010 г.

Том II

Мичуринск - наукоград РФ
2010

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ОБЩЕРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И РЕДКИХ РАСТЕНИЙ
АДМИНИСТРАЦИЯ г. МИЧУРИНСКА-НАУКОГРАДА РФ
МИЧУРИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

ИНТРОДУКЦИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И РЕДКИХ РАСТЕНИЙ

Материалы IX Международной научно-методической конференции 21-25 июня 2010 г.

Том II

Мичуринск - наукоград РФ
2010

УДК 635+634] : 631.963
ББК 41.3 : 42.3
И 73

Работа осуществлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований – проект № 10-04-06055 Г

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Кононков П.Ф.	председатель,	Россия
Никитин А.В.	сопредседатель,	Россия
Пивоваров В.Ф.	сопредседатель,	Россия
Чупрынин А.Ю.	ученый секретарь	Россия
Бунин М.С.		Россия
Болотских А.С.		Украина
Гинс В.К.		Россия
Гинс М.С.		Россия
Гончарова Э.А.		Россия
Гусейнова Н.Г.		Азербайджан
Григорьева Л.Г.		Россия
Жилинскайте С.		Литва
Кинтя П.К.		Молдова
Мешков А.В.		Россия
Меженский В.Н.		Украина
Скорина В.В.		Белоруссия
Солопов В.А.		Россия
Трайковский В.		Швеция
Терехова В.И.		Россия
Brett Gosef		Чехия
Ryckaert Achiel		Бельгия
Аллахвердиев С.Р.		Турция
Халук Устун	иностранный член РАСХН	Турция

И 73 **Интродукция нетрадиционных и редких растений :** Материалы IX Междунар. науч.-метод. конф. 21-25 июня 2010 г. : в 2 т. – Мичуринск : Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2010. – Т. 2. – 360 с.

ISBN 978-5-94-664-203-3 (Т.2)

В сборнике опубликованы результаты научных исследований ученых, аспирантов, сотрудников, преподавателей высших учебных заведений и научных учреждений Российской Федерации и других стран, принявших участие в IX Международной научно-методической конференции, посвященной интродукции нетрадиционных и редких растений, состоявшейся 21-25 июня 2010 года в Мичуринске-наукограде РФ.

УДК 635+634] : 631.963
ББК 41.3 : 42.3

ISBN 978-5-94-664-203-3 (Т. 2)

© Коллектив авторов, 2010
©Издательство ФГОУ ВПО МичГАУ, 2010

РАЗДЕЛ IV
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

Bybordi A., Ahmadov A. Effect of NaCl stress on nitrate reductase and total nitrogen in canola (*BRASSICA NAPUS* L.).... 120

Ахмедов И.С., Касумов Т.П., Насибова А.Н., Халилов Р.И. Протон движущий редокс цепь в плазматических мембранах клеток растений 123

Бочарова Т.Е. Комплексная биохимическая и фитосанитарная оценка сортообразцов жимолости 128

Гинс М.С., Колесников М.П. Фенольные соединения различных органов капусты брокколи – Brassica oleracea (var. cymosa Duch) 134

Горюнова Ю.Д., Чупахина Г.Н., Иванова Т.С. Антиоксидантная активность плодов интродуцентов семейства *JUGLANDACEAE* Lindl в условиях Калининградской области..... 137

Журавлева А.С., Ковина М.В., Чернышова Н.В. Сочетание фотосинтеза и гетеротрофных возможностей роста у водорослей, высших растений и фототрофных бактерий..... 140

Киселева Н.С. Морфо-анатомические и физиологические особенности сортов груши разного срока созревания..... 143

Колесников М.П., Гинс М.С. Содержание кремния во фракциях растительного белка..... 148

Мамедова А.Д., Гасанова Г.И. Изучение физиологической реакции некоторых генотипов хлопчатника на действие солевого стресса..... 153

Попов В.Н., Антипина О.В. Роль супероксиддисмутазы в устойчивости растений табака к гипотермии 156

Сидорова Н.В., Мельник Л.С., Пешкова А.М., Кириллова Л.Л., Кононков П.Ф. Изменение хозяйственно-ценных признаков якона при использовании регуляторов роста..... 161

Тибилов А.А. Особенности высокой биологической продуктивности мандарина – CITRUS UNSHIU MARC..... 165

Тимофеев Н.П. Формирование, развитие и функции микоризы в жизнедеятельности эдистероид синтезирующих растений рода *Rhaponticum* и *Serratula* 171

Азаркович М.И., Гумилевская Н.А. Способность к синтезу белка и РНК в покоящихся рекальцитрантных семенах каштана конского и ее реализация в условиях стратификации.. 176

Тимофеев Н.П. Формирование, развитие и функции микоризы в жизнедеятельности экдистероид синтезирующих растений рода *Rhaponticum* и *Serratula* / Интродукция нетрадиционных и редких растений. Мичуринск, Изд-во Мичуринского госагроуниверситета (МичГАУ РАСХН), 2010. Том. 2. – С. 171-176.

ФОРМИРОВАНИЕ, РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИИ МИКОРИЗЫ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКДИСТЕРОИД СИНТЕЗИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ РОДА *RHAPONTICUM* И *SERRATULA*

Н.П. Тимофеев

КХ БИО; Коряжма, Россия, timfbio@atnet.ru

Введение. Лекарственные средства на основе экдистероид синтезирующих (ЭС) растений, в т.ч. левзеи сафлоровидной – *Rhaponticum carthamoides* (рапонтикум сафлоровидный, маралий корень) и серпухи венценосной – *Serratula coronata* используются для профилактики и лечения от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, реабилитации в послеоперационный период, адаптации к действию неблагоприятных факторов среды обитания, восстановления после тяжелых физических нагрузок в спорте, стимулирования физической и психической работоспособности (Саратиков и др., 1970; Яковлев и др., 1991; Беспалов и др., 1999; Opletal e.a., 1997; Сейфулла, 1999; Плотников и др., 1999, 2001; Пчеленко и др., 2002; Лекарства и БАД, 2003; Маслов и др. 2007; Васильев и др., 2008; Gaube e.a., 2008).

В последние годы начата интродукция ЭС-растений в масштабах, удовлетворяющих нужды фармацевтической промышленности. В связи с этим проблема познания факторов, регулирующих продуктивность и биосинтез действующих веществ ЭС-растений – фитоэкдистероидов (ФЭС), весьма актуальна, но она не решена ни в теоретическом, ни практическом плане. Несмотря на способность к биосинтезу ФЭС у всех представителей мировой флоры, источниками служат только отдельные виды из дикорастущей флоры (Тимофеев, 2007).

У традиционных, исторически давно возделываемых в сельском хозяйстве видов, биосинтез ФЭС блокируется на уровне генной экс-

прессии, причины которых остаются неизвестными (Лафон, 1998). Культивирование отдельных органов или тканей ЭС-растений методами биотехнологии также сопровождается утратой способности к синтезу ФЭС (Ануфриева и др., 1998; Фитоэкдистероиды, 2003; Тимофеев, 2004). Химическими методами первичный промышленный синтез ФЭС не реализован и возможен только в отношении вторичных продуктов, обычно путем химической трансформации мажорного экдистероида 20-гидроксиэкдизона, предварительно изолированного из ЭС-растений (Lafont & Dinan, 2003).

Цели и задачи. Нами выдвинута гипотеза, что жизнедеятельность ЭС-растений сопряжена с формированием симбиотической микоризы, участвующей как в росте и развитии, так и в биосинтезе ФЭС. Для симбиоза характерна тесная метаболическая интеграция с растением-хозяином, включающей образование общих путей биосинтеза и катаболизма различных веществ (Тихонович и Проворов, 2003). Отсюда предполагается, что познавая механизмы, лежащие в основе эколого-биохимических взаимодействий везикулярно-арбускулярной микоризы и ЭС-растений, мы можем управлять продуктивностью, биосинтезом и накоплением ФЭС – контролируя биологическими, технологическими или агрохимическими методами эффективность симбиоза.

Методика. Исследования проводили на юго-востоке Архангельской области (62° с.ш.), входящей в подзону средней тайги. Для выполнения проекта была создана исследовательская база из 12 агропопуляций ЭС-растений в возрасте 1-20 лет, расположенных на основных почвах Европейского Севера, каждая на площади 1-4 га.

Работы проводили в полевых и лабораторных условиях. Для исследования внешних характеристик микоризы (структура мицелия, топология, масса, диаметр и длина корешков) использовали морфолого-анатомические методы (цифровой штангенциркуль ORION DIN 862 IP 67, аналитические автокалибруемые весы BP 221S с точностью 0,1 мг; цифровой фотоаппарат SAMSUNG OPS NV7). Для исследования внутреннего строения применяли микробиологические методы (окраска и идентификация гломусовых грибов через микроскопы БИОЛАМ-И, МИКМЕД-1 с увеличением в 150-600 раз: мацерация, делигнификация в 16 % КОН, экстракция при 100 °С, окраска лактофенолом голубым и лактофенолом пикриновым в молочной кислоте) (Зольникова и Воробьев, 1992; Лобакова, 2004; Бетехтина, 2006).

Результаты. По результатам комплексных исследований впервые установлены природные закономерности формирования симбиоза и функционирования эндомикоризы у ЭС-растений 3-х видов, лежа-

щие в основе управления ростом, развитием, формированием продуктивности, биосинтезом и накоплением высокоактивных ФЭС.

1. Жизнедеятельность изучаемых видов ЭС-растений *(R. carthamoides, R. scariosum, S. coronata)* в онтогенезе тесно связана с симбиотическими взаимоотношениями с гломусовыми грибами *ssp. Glomus* из сем. *Glomeraceae*, относящихся к классу *Glomeromycetes*, отряду *Glomeromycota*. Тип – *Arum* (дихотомически разветвленная ВАМ – везикулярно-арбускулярная микориза). Местоположение – в межклеточном пространстве апопласта и межклетниках коровой паренхимы кортекса сезонных придаточных корней: V-VIII порядка ветвления у *R. carthamoides*, III-VI порядка ветвления у *S. coronata*.

2. Установлено, что эндомикориза является неотъемлемой частью структуры корневой системы, наряду с корневищем (несущего циклически развивающиеся почки возобновления), и многолетними придаточными корнями 2-4-х порядков разветвления. Массовая доля микоризы у взрослогенеративных особей меняется в течение годового цикла по отношению к массе растения в 7 раз (с 8 до 57 %), а общая длина симбиотических поглощающих структур в почве – более чем в 100 раз (с 4-6 до 880 п.м.). Система главного корня малоразвита и значима только в начальных фазах развития, до формирования корневища. Корневые волоски не обнаружены.

3. У проростков структуры гломусовых грибов обнаружены в фазе 1-го листа. У взрослых растений эндомикориза формируется после перезимовки на придаточных корнях растения-хозяина последнего порядка ветвления, имеющих первичное строение. В центральном цилиндре, эндодерме, пробковом слое корней вторичного строения, а также в одревесневших корнях третичного строения структуры гломусовых грибов не встречаются. Вне живых тканей вегетативные тела грибов (фрагменты мицелия и везикулы) сохраняются в качестве примесей внутри корневища, совместно с остатками почвы.

4. Инфицирование происходит из остатков корневых окончаний в почве – в ходе прорастания семян (первоначально), или же гриб-симбионт внедряется и развивается в апикальных корешках придаточных корней диаметром 30-60 мкм (перезаражение), вызывая многократное их ветвление (на 3-4 порядка). Через сеть сосудов инфекция гриба не передается. Вначале образуется линейная сеть мицелия в виде дихотомически разветвленных гифов диаметром 1-2 мкм и числом нитей от 2-6 до 10-24 (32) шт. На гифах затем формируются узелковидно-клубневидные образования (везикулы) – размером от 2-5 x 3-7 до 7-10 x 15-20 мкм. Внутриклеточные

структуры, схожие с арбускулами, обнаружены только в фазе покоя (в ноябре-январе).

5. Везикулы в 2-5 раз превосходят размеры растительных клеток, и по всей вероятности, являются центрами ферментативного синтеза и биохимической трансформации органического вещества. Через сеть интрарадикального мицелия, погруженного в жидкую среду апопласта, происходит обмен веществ между почвой, грибом и растением.

6. В зависимости от возраста инфицированных корней, во время активной вегетации условно можно выделить 4 этапа развития эндомикоризы, соответствующих порядку ветвления сезонных корней растения-хозяина. Внешне они различаются окраской и диаметром корешков, внутренняя структура отличается развитостью мицелия гриба (числу и диаметру гиф), а также формой и величиной везикул.

Новообразованная микориза с мелкими везикулами белесой окраски и формируется на придаточных корнях последнего порядка ветвления (обычно диаметром 30-50 мкм), разрастаясь со временем в пространстве апопласта. Для зрелой микоризы (в корнях диаметром 100-120 мкм) характерна желтовато-коричневая окраска, обильный мицелий и крупные везикулы эллипсовидной формы. В старой микоризе (в корнях диаметром 180-240 мкм) мицелий и везикулы грибы постепенно измельчаются и лизируются.

7. Цикл сезонного развития эндомикоризы у взрослых ЭС-растений начинается сразу же после оттаивания и перехода температуры почвы через 0 °С, еще под слоем снега 40-60 см (в конце марта-начале апреля). Стартовая инфекция локализована в прошлогодних неодревеснелых микотрофных корнях последнего порядка ветвления. Инфицирование последующих ветвей происходит из опада отмерших мелких корней, содержащих фрагменты отдельных гиф и везикул во внутренней зоне корневища, в виде опада-примеси, и в почве.

8. Интенсивность развития и формообразования гриба (частота встречаемости мицелия, число гифов, плотность и величина везикул) контролируется растением-хозяином по фазам вегетации (суммой положительных и активных температур свыше 0 и 10 °С). Первое ветвление микоризы приурочено к переходу температуры через 0-1 °С, второе – началу фотосинтеза в листьях, третье – фазе бутонизации.

Сезонное развитие самого растения подчинено динамике солнечной радиации (уровню освещения, положительным температурам, длине и знаку фотопериода). Поэтому развитие

микоризы происходит синхронно развитию растения, но с опережением роста побегов в надземной сфере в 1-й половине вегетации (до фазы цветения). Микориза во 2-й половине вегетации, начиная с фазы цветения, постепенно сокращает свое присутствие, синхронно отмирающим надземным частям растения. В целом процесс плавного отмирания микоризы длится до фазы глубокого покоя (середина ноября). Мицелий гриба и везикулы в межклеточном пространстве постепенно лизируются, перевариваясь растением-хозяином.

9. Существует тесная сопряженная и динамическая связь между развитием эндомикоризы в годовом цикле и надземных частей ЭС-растений во время вегетационного сезона, интеграция их экологических функций в единый симбиотический организм, расширяющая адаптивные возможности каждого из партнеров.

Выгода от симбиоза мутуалистическая: гриб еще задолго, за месяц до отрастания надземных побегов растения, начинает осуществлять сапрофитную переработку мортмассы из прошлогоднего растительного опада. Формируется сеть микотрофных корней в почве, которая дихотомически ветвится в почвенном пространстве, поставляя растению элементы питания, обычно недоступные при низких температурах. За период с момента развития под снежным покровом и до начала отрастания побегов массовая доля микоризы по отношению к корневой системе возрастает с 8 до 25 %. Общая длина сети поглощающих корней увеличивается соответственно с первоначальных 4-6 до 47-50 п.м. К фазе бутонизации эти показатели достигают максимальных величин – 57 % и 880 п.м. В результате симбиоза растение-хозяин, за счет увеличения площади контакта корневых микоризных образований с почвой, имеет возможность развиваться очень интенсивно (до 5-7 см/сут), конкурентно опережая другие виды в ценозе.

10. Взамен гриб получает от растения: сохранность вегетативной инфекции (фрагментов гиф и везикул) в зоне корневища, специфические стартовые химические вещества (экдистеронды) для стимулирования роста и вегетативного размножения гнф, прошлогодний опад растительных остатков для биохимической сапрофитной переработки, водорастворимые углеводы (сахара) в качестве источника энергии для роста и синтеза ФЭС, продвижение (вынос) микоризы за пределы зоны зимующего корневища на придаточных корнях, защиту от иссушающих лучей солнца под пологом тени розеточных листьев.

11. В моделируемых опытах нами установлено, что через механизмы, лежащие в основе эколого-биохимических взаимодействий эндомикоризы и ЭС-растений, можно управлять продуктивностью, биосинтезом и накоплением ФЭС. В случае с *R. carthamides* биосинтез экдистероидов во взрослых листьях вегетативных побегов (фаза бутонизации), являющихся основной фракцией лекарственного сырья вида, регулировался от 0.02 до 0.74 % в расчете на сухое вещество.

Работа выполнена при финансовой поддержке научного гранта РФФИ и Администрации Архангельской области (Грант № 08-04-98840).

Литература:

1.Зольникова Н.В., Воробьев Н.М. Методы исследования грибов, образующих с растениями микоризу арбускулярно-везикулярного типа. – СПб, ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, 1992, 44 с.

2.Лафон Р. Фитоэкдистероиды и мировая флора: Разнообразие, распространение, биосинтез и эволюция // Физиология растений, 1998, 45(3): 326-346.

3.Тимофеев Н.П. Достижения и проблемы в изучении биологии лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. (Обзор) // Сельскохозяйственная биология, 2007, 3: 3-17.

4.Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиогенетика микробно-растительных взаимодействий // Экологическая генетика, 2003, 1: 36-46.

5.Фитоэкдистероиды (Под ред. Володина В.В.). – СПб: Наука, 2003, 293 с.