

ВЛИЯНИЕ ЭНДОМИКОРИЗЫ RHIZOGYPHUS CARTHAMOIDES НА БИОСИНТЕЗ ЭКИДИСТЕРОИДОВ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ РАСТЕНИЯ

Н.П. Тимофеев

КХ БИО (Научно-производственное предприятие)
timfbio@atnet.ru

Введение. Проблема познания управляющих факторов, регулирующих продуктивность и биосинтез фитоэкидистероидов (ФЭС), весьма актуальна, но она не решена ни в теоретическом, ни практическом плане. Несмотря на первичную способность к биосинтезу ФЭС у всех представителей мировой флоры, источниками могут служить только отдельные экидистероид синтезирующие (ЭС) растения (Тимофеев, 2007). У исторически давно возделываемых в культуре видов биосинтез ФЭС блокируется на уровне генной экспрессии, причины которых остаются неизвестными.

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 через механизмы, лежащие в основе эколого-биохимических взаимодействий везикулярно-арбускулярной микоризы и ЭС-растений, можно управлять продуктивностью, биосинтезом и накоплением ФЭС – контролируя биологическими, технологическими или агрохимическими методами эффективность симбиоза.

Результаты. Блокирование эндомикоризы. По результатам длительных исследований (1989-2009) нами впервые установлено, что жизнедеятельность ЭС-растений (*R. carthamoides*, *R. scariosum*, *S. coronata*) в онтогенезе тесно связана с симбиотическими взаимоотношениями с гломусовыми грибами *Glomus* (*Glomeraceae*: *Glomeromycota*). Эндомикориза на корнях при отсутствии антропогенных воздействий присутствует всегда. Массовая доля микоризы меняется в течение годового цикла по отношению к массе растения в 7 раз (с 8 до 57 %), а общая длина симбиотических поглощающих структур – более чем в 100 раз (с 4-6 до 880 п.м.).

Экспериментально доказана сильная отрицательная реакция симбиотической микоризы на присутствие легкодоступных форм элементов питания в почве. Изменяется топология микотрофных корней (с горизонтального на вертикальный), блокируется их ветвление (1-2 порядка вместо 3-4). При поверхностном методе внесения органики микориза обнаружена с глубины 7-10 (15) см, а при заделке в почву – только с 20-25 см. Длина сезонных корней по оси при заправке почвы органикой 2-5 см, поверхностном внесении – 3-7 см, в контроле – 15-25 см. Развитость мицелия гломусовых грибов в межклеточном пространстве отрицательно коррелирует с присутствием легкодоступных элементов. Самые сильные негативные последствия имело внесение свежего навоза – эндомикориза в межклеточниках корковой паренхимы и апопласте полностью отсутствовала. Инфицированность при поверхностном внесении органики ниже контроля на порядок, а численность гиф в инокулированных корнях – в 2-3 раза. Везикулы встречались только в новообразованных корнях, плотность их на гифах уступала контролю в 8-12 раз. По величине они мелкие, размером 2-5 x 3-7 мкм (в контроле 7-10 x 15-20 мкм).

Торможение роста и развития. Внесение органики привело к усиленному поглощению водорастворимых форм элементов питания из почвы и повышению зольности фитомассы до 40 %. Однако развитие растений при этом было подавлено, что отразилось в торможении роста побегов. 3 вида органических удобрений (навоз, компост, активный ил) вызывали схожее торможение роста вегетативных побегов на 15-20 % (70.4-81.5 см против 82.8-101.3 см). В июле, после вступления в фазу плодоношения, взрослые розеточные листья вегетативных побегов в контроле желтеют и отмирают. С удобрениями же наблюдается линейный рост и во 2-й половине вегетации; листья остаются темно-зелеными до поздней осени из-за избытка минерального азота.

Биосинтез ФЭС. На 2-й год после удобрения средними дозами навоза (150 т/га), у растений 3-го года жизни (ν) в середине июня сумма ФЭС составила 0.052 %, что в 4.3 раза ниже контроля. У растений среднегенеративного возраста разница была так же велика – в 4.2 раза (0.120 против 0.507 %). Лишь через 3 года ингибирование синтеза и накопления ФЭС значительно снималось – во время отрастания разница сокращалась до 1.3 раз (0.289 против 0.368 %) Дозы компоста вносились в больших дозах – 500 т/га, поэтому у растений 10-11-го года жизни (g_2) в начале цветения концентрация ФЭС в листовых органах была ниже уже на порядок – в 9.4 раза (0.039 против 0.366 %).

В более поздние сроки, во время осенней вегетации 25 сентября, ФЭС в опытном варианте полностью отсутствовали (в контроле 0.18 %). Поверхностное внесение активного ила в небольших дозах (80 т/га) до начала вегетации во время бутонизации выразилось в снижении накопления ФЭС в 1.2 раза – 0.19 против 0.24. Высокие дозы органики (500 т/га АИ) сильнее подавляли биосинтез ФЭС: в 2.3 раза во время фазы отрастания (0.209 и 0.483 %), в 3.6 раза в начале цветения (0.132 против 0.472 %).

Выводы. Таким образом, блокирование развития симбиотических структур на подземных органах ЭС-растений приводит к торможению роста и развития, снижению продуктивности растения-хозяина, а также подавлению биосинтеза фитоэксдистероидов, накапливающихся в лекарственном растительном сырье. Наиболее сильное отрицательное воздействие оказывает прямой метод внесения органических удобрений в корнеобитаемую зону, при котором биосинтез ФЭС снижается в 5-10 раз.

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

Литература. 1). Тимофеев Н.П. Достижения и проблемы в изучении биологии лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjin и *Serratula coronata* L. (Обзор) // Сельскохозяйственная биология, 2007, № 3. С. 3-17. 2). Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиогенетика микробно-растительных взаимодействий // Экологическая генетика, 2003, Т. 1. С. 36-46.