

# Прямые и косвенные защитные механизмы растений

Автор(и): проф. д-р Вили Харизанова, от Аграрен университет в Пловдив

Дата: 08.04.2021 Брой: 4/2021



**Прямые защитные механизмы** основаны на наличии морфологических (физических) характеристик – трихом и т.д. или на выработке токсичных химических веществ, которые напрямую подавляют питание насекомых.

При **непрямой защите** растения привлекают естественных врагов фитофагов различными способами – путем выделения специфических летучих веществ, наличия различных структур, таких как внецветковые нектарники, полые шипы и т.д., или выработки белковых телец.

Присутствие естественных врагов снижает риск нападения фитофагов на растение.

Распространенный способ привлечения естественных врагов – предоставление им пищи.

Внецветковые нектарники – это железы, расположенные вне цветков, которые производят сладкие выделения. Осы, муравьи, мухи, бабочки и т.д. привлекаются этими жидкостями. Бабочки обычно считаются вредителями, но присутствие хищников и паразитоидов может привести к снижению плотности их гусениц.

Однако при отсутствии хищников и паразитоидов наличие внецветковых нектарников может иметь противоположный эффект. Сорты хлопчатника без внецветковых нектарников менее подвержены сильным атакам розового червя.

Растения могут предоставлять среду обитания и пищу для естественных врагов фитофагов, это явление известно как «биотический» защитный механизм. Например, деревья рода *Macaranga* адаптировали свои тонкие стенки стебля для создания идеальных мест обитания для вида муравьев (род *Crematogaster*), которые, в свою очередь, защищают растение от фитофагов. Помимо предоставления среды обитания, растение предлагает муравьям дополнительный источник пищи – специальные белковые тельца.

Аналогично, некоторые виды акации (*Acacia*) развили шипы, сильно вздутые у основания, образующие полую структуру, подходящую в качестве жилища для муравьев. На практике для стимулирования естественных врагов фитофагов можно применять нектароподобные жидкости, мелассу и другие продукты. Такие испытания проводились на картофеле, и результатом стало снижение плотности фитофагов.

Интересная стратегия использования других организмов для защиты растений – это сосуществование с эндофитными микроорганизмами. Эндофиты – это организмы (бактерии или грибы), которые живут в данном растении (по крайней мере, часть своего жизненного цикла) в межклеточных пространствах, полостях тканей или проводящих сосудах, не вызывая видимого заболевания. Они вездесущи и обнаружены у всех видов растений. Эндофиты могут помогать растениям-хозяевам, предотвращая заселение патогенными или паразитическими организмами.

Колонизация растительной ткани эндофитами создает «барьерный эффект». Эндофиты также могут производить химические вещества, влияющие на рост патогенных организмов (конкурентов). Некоторые эндофиты могут выделять вещества, токсичные для фитофагов (или фитопатогенов). Ученые интенсивно работают над возможностями защиты сельскохозяйственных культур от вредителей с помощью эндофитно развивающихся грибов или бактерий.

Описанные механизмы привлечения естественных врагов или сосуществования с эндофитами относятся к так называемым конститутивным защитным механизмам (изначально присутствующим в растениях).

**Индукцибельные защитные механизмы** растений, которые проявляются при нападении вредителей, представляют особый интерес.

Чтобы воспринимать угрозу, растение развило сигнальную систему, которая реагирует на внешние стимулы и регулирует синтез защитных соединений. Растения различают механическое повреждение и питание насекомых по наличию определенных веществ, содержащихся в слюне насекомых. В ответ на атаку растения могут выделять летучие органические соединения (ЛОС), включая монотерпеноиды, сесквитерпеноиды и гомотерпеноиды, с помощью которых они могут отпугивать вредных насекомых или привлекать полезных, которые питаются вредителями.

Примеры в научных исследованиях уже бесчисленны: проростки пшеницы могут продуцировать ЛОС, которые отпугивают тлей; конские бобы и яблони выделяют химические вещества, привлекающие хищных клещей при атаке паутиными клещами; хлопчатник производит вещества, привлекающие паразитических ос при атаке гусеницами, и т.д.

Почти все растения способны выделять ЛОС, а содержание и состав этих органических соединений демонстрируют как генотипическую изменчивость, так и фенотипическую пластичность. ЛОС выделяются из листьев, цветов, плодов и других органов растения в атмосферу и из корней в почву.

Выделение ЛОС происходит после «восприятия сигнала» – элиситора, который представляет собой макромолекулу, происходящую либо от растения-хозяина (эндогенный элиситор), либо от стрессора растения (экзогенный элиситор) и которая может запускать структурные и/или биохимические реакции, связанные с устойчивостью растения.

Конкретно в случае атаки насекомых роль элиситора играет вещество волицитин, содержащееся в слюне и в поврежденных тканях растения. Питание в одной части растения может индуцировать системную выработку летучих органических соединений в неповрежденных тканях и органах, и после выделения эти соединения могут действовать как сигналы для соседних растений, чтобы начать продуцировать аналогичные соединения.

Помимо выделения ЛОС, после восприятия специфического сигнала большинство растений начинает быстрое образование оксипинов, что активирует каскад реакций, приводящих к изменениям в

растительных клетках. Накопление растительных гормонов стресса (жасмоновая кислота, салициловая кислота, абсцизовая кислота, этилен и т.д.) и их роль в регуляции защитных генов изучаются очень активно.