تازه‌های پژوهش در دنیای گیاه‌پزشکی

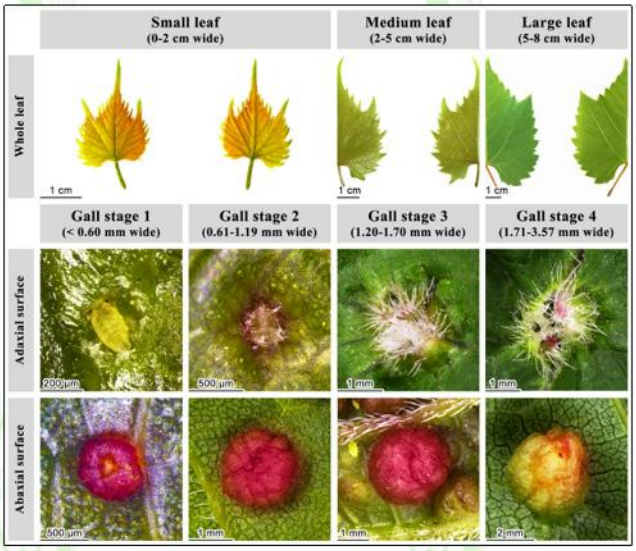
مینا حجازی، دانشجوی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (Mina.hejazi1@ut.ac.ir)
فرشته کرمی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (Fereshteh.karami@ut.ac.ir)

ژن‌های باروری گیاه در خدمت حشرات

گروهی از دانشمندان دانشگاه Toledo، جزئیات جدیدی از ارتباط نزدیک‌بین حشرات و گیاهان در فرآیند تولید گال کشف کردند و دریچه‌ی تازه‌ای را در حفاظت درختان مو از یک آفت مهم کشاورزی در سراسر جهان گشودند. شته فیلوکسرای مو (*Daktulosphaira vitifoliae*) باعث به وجود آمدن گال بر روی ریشه و سطح زیرین برگ‌های انگور می‌شود. گال یک اندام گیاهی کوچک است که می‌تواند شبیه زگیل، گل یا میوه باشد و یک مکان محافظت‌شده را برای تغذیه و تکثیر حشرات فراهم می‌کند. گال‌ها با ایجاد اختلال در جذب ترکیبات موردنیاز گیاه و نیز مسیر فتوسنتزی، به درخت انگور آسیب می‌رسانند و تولید محصول آن را کاهش می‌دهند. شته فیلوکسرای مو با تخم‌گذاری، ژن‌های مسئول تولیدمثل گیاه را در جهت ایجاد گال هدایت می‌کند. بسیاری از گال‌ها مشابه گل یا میوه‌های گیاه هستند که گفته می‌شود عناصر توسعه تولیدمثل ممکن است در این فرایند درگیر باشند.

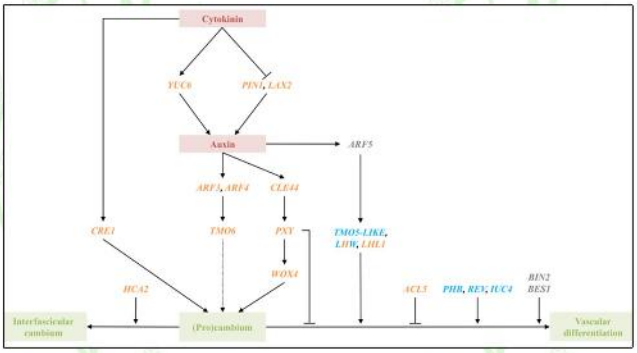
محققین در این تحقیق معتقد بودند هنگام ایجاد گال روی برگ، ژن‌های مسئول تولید گل نیز روی برگ حضور دارند که نباید فعال شوند، اما این حشره با ایجاد تغییراتی، سیگنال‌های خود را وارد می‌کند تا نتیجه‌ای شبیه گل حاصل شود. آن‌ها می‌گفتند چارلز داروین این ایده را در سال ۱۸۶۷ بیان نموده بود و او درجه‌ی خاصی از شباهت را بین ساختار درونی گال و داخل میوه‌ی هلو توصیف کرده بود.

این فرضیه با استفاده از توالی RNA برای اندازه‌گیری پاسخ‌های رونویسی از برگ‌های انگور وحشی (*Vitis vipania*) و شته فیلوکسرای مو مورد آزمایش قرار گرفت. اگر توسعه‌ی ساختارهای تولیدمثلی بخشی از تشکیل گال است پس انتظار می‌رود که بیان ژن‌های درگیر در تولید گل و یا میوه در برگ‌هایی که گال دارند در مقایسه با برگ‌های بدون گال به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد. محققان در این تحقیق نشان دادند که ژن‌های درگیر در تولیدمثل در زمان تشکیل گال و حتی بعدازآن به‌طور قابل توجهی در مقایسه با حالت طبیعی افزایش پیداکرده‌اند.



مراحل گال و مرحله‌ی رشدی برگی که این گال‌ها روی آن ایجادشده‌اند

الگوهای بیان ژن نشان می‌دهد که شته فیلوکسرا با به‌کارگیری کامبیوم آوندی، بافت مریستمی را به سمت توسعه‌ی برگ و تشکیل برچه ها (اندام مادگی گل) هدایت می‌کند. به نظر می‌رسد که ژن‌های تولیدکننده گال فیلوکسرا به لحاظ فنوتیپی و رونویسی کاملاً شبیه به برچه گیاه است. به‌این‌علت که اساس ژنتیکی این گال‌ها با استفاده از مکانیسم خود میزبان است.



دیاگرام فعال شدن مسیر کامبیوم درگیر در رشد گال

منابع:

Schultz, c. J., Edger, P. P., Body, J. A. M., Appel, M. H. 2019. A galling insect activates plant reproductive programs during gall development. Scientific Reports. 9:1833.

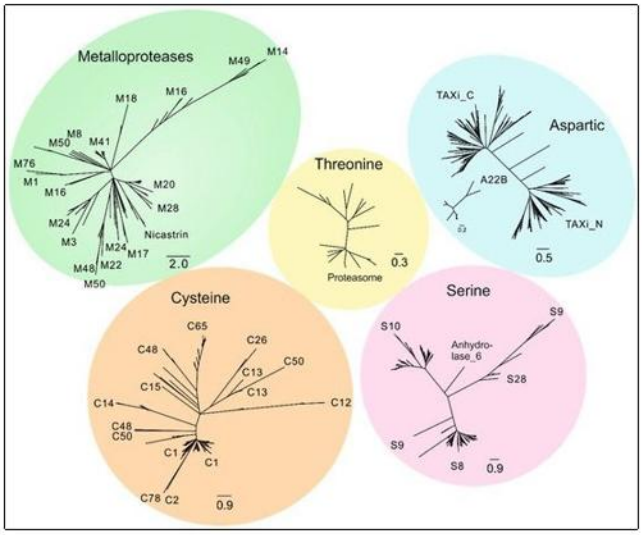
همکاری آنزیم‌های گیاه گندم در مبارزه با قارچ‌های بیمارگر

مقاومت گیاه به بیمارگرها تا حد زیادی توسط مجموعه‌ای از آنزیم‌های کد شده در DNA که در مرگ سلول-های آلوده و جلوگیری از گسترش عفونت دخیل هستند، تعیین می‌شود. علی‌رغم اهمیت گندم، واکنش این گیاه به بیمارگرها به‌طورکلی بدون تمرکز بر پروتئین‌های خاصی توصیف می‌شود. پیچیدگی این مطالعه به این واقعیت اشاره دارد که گندم همانند بسیاری از گیاهان پلی‌پلوئیدی است. به این معنی که هرکدام از سلول‌ها دارای چند مجموعه از کروموزوم‌ها هستند.

گندم در معرض بیمارگرهای مختلف ازجمله باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، نماتدها و حشرات است. بعضی از آن‌ها بر روی سلول‌های گیاهی اثرگذار هستند و رشد آن‌ها را کاهش می‌دهند (Biotrophic Pathogens) و برخی دیگر منجر به مرگ سلولی گیاه می‌شوند (Necrotrophic Pathogens).

در این مطالعه، دانشمندان از دو بیمارگر استفاده کردند ۱) بیمارگر بیوتروفیک (*Puccinia recandita*) که عامل زنگ گندم است و بیمارگر نکروتروفیک (*Stangospora nodorum*) که باعث آسیب به برگ‌ها، قسمت‌های انتهایی گیاه و دانه می‌شود.

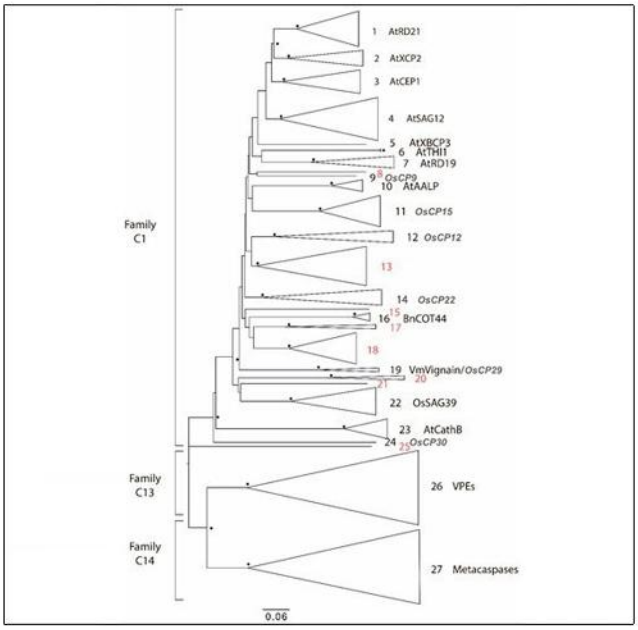
درمجموع ۱۵۴۴ آنزیم که متعلق به پنج نوع کاتالیزور پروتئین‌ها هستند شامل؛ سرین، سیستئین، آسپارتیک، ترونین و متالوپروتئاز را پیدا کردند.



آن‌ها مشخص کردند که نسبت پروتئازها در ارقام مختلف گیاه کمتر از حد انتظار هست (حدود ۶۰٪ در مقابل ۷۹/۳٪)، با این‌حال تفاوت چهل‌درصدی تقریباً به‌طور مساوی بین چندین پروتئاز تقسیم می‌شود که نشان می‌دهد این آنزیم‌ها احتمالاً جایگزین یکدیگر می‌شوند.

مطالعه پروتئازها به پیش‌بینی مکان‌های خاصی در ساختار آن‌ها کمک می‌کند. روند هیدرولیز در چندین منطقه ممکن است در طول آبشارهای پروتئولیتیک فعال شود. در این تحقیق مشخص شد که فعال‌سازی پروتئازهای موجود در گیاهان آلوده شامل آنزیم‌هایی با فعالیت‌های مشابه مانند Caspase و Metacaspase نیست. اگرچه قبلاً تصور می‌شد که چنین پروتئین‌هایی فعال‌سازی آبشار پروتئولیتیک را آغاز می‌کند که منجر به مرگ سلولی گیاه می‌شود. درنتیجه ممکن است برخی از پروتئازهای منحصربه فرد در واکنش زودهنگام به عفونت ناشی از هر دو پاتوژن‌های نکروتروف و بیوتروف درگیر باشند.

دانشمندان پروتئین‌های هومولوگ (مشابه‌ترین پروتئین‌ها) را برای آنزیم‌های چند گروه توصیف کرده و موقعیت مشخص این آنزیم‌ها را در یک درخت فیلوژنتیکی (نشان‌دادن فاصله تکاملی بین پروتئین‌ها) رسم کرده‌اند.



به‌عنوان‌مثال دانشمندان به این نتیجه رسیده‌اند که پروتئازهای آسپارتات به انواع مختلفی از پروتئین‌ها تعلق دارند و به‌اندازه‌ای متفاوت هستند که ممکن است به هم وابسته نباشند اما تشابه عملکردی مستقلی را به دست آورده‌اند.

منابع:

Balakireva, V. A., Deviatkin, A. A., Zgoda, G. V. et al. Metacaspase-like Activities are dispensable for activation of proteases involved in early response to biotic stress in Triticum aestivum. International journal of Molecular sciences. 19(12).

تأثیر قارچ‌ها بر کلونیزاسیون گیاهان جهان

همزیستی گیاهان و قارچ‌ها تأثیر زیادی بر گسترش جهانی گونه‌های گیاهی دارد و حتی در بعضی موارد مانند یک فیلتر عمل می‌کند. این مطالعه توسط گروه بین‌المللی محققان، با مشارکت دانشگاه گوتینگن انجام‌شده است و نتیجه‌ی آن در ژورنال Nature Ecology and Evolution به چاپ رسیده است. در کلونیزاسیون جزایر توسط گونه‌های گیاهی تنها فاکتورهای مهم اندازه، انزوا و توسعه نیستند بلکه تعامل بین گونه‌ها (گیاهان و قارچ‌های میکوریزا) نیز مهم است. این دو ارگانیسم از طریق سیستم ریشه‌ای گیاهی مواد غذایی را با هم تبادل کرده و در این عمل قارچ‌ها با دریافت کربوهیدرات از گیاه و گیاه با دریافت مواد تغذیه‌ای که قارچ از خاک جذب کرده است به تبادل می‌پردازند. برای اولین بار داده‌های جدید در مورد توزیع گونه‌های گیاهی در سراسر جهان در هزار و یک جزیره و مناطق اصلی، امکان بررسی تأثیر این تعامل را در مقیاس جهانی داد.

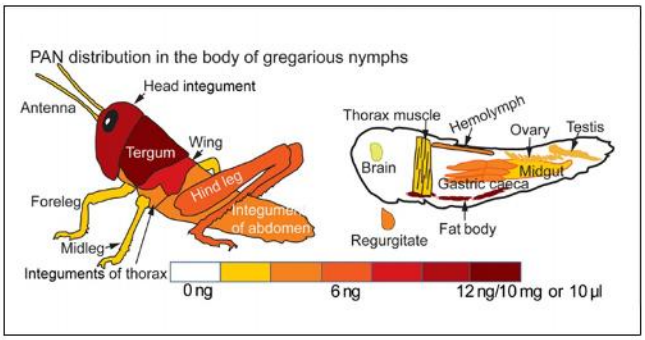
نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد تعامل گیاه-میکوریزا به‌طور طبیعی در جزایر کمتر دیده می‌شود زیرا این دو ارگانیسم به یکدیگر متکی هستند بدین معنی که دوری و فاصله جزایر مانعی برای کلونیزاسیون آن‌ها است. فقدان این رابطه همزیستی ممکن است به‌عنوان یک ترمز در گسترش گیاهان عمل کند. این دلیلی برای معرفی گونه‌های گیاهی توسط انسان نیست زیرا قارچ‌ها و گیاهان اغلب با هم معرفی می‌شوند. نسبت تعامل گونه‌های گیاهی با میکوریزاها نیز از قطب‌ها تا استوا افزایش می‌یابد. یکی از برجسته‌ترین الگوهای بیوگرافی (افزایش تعداد گونه‌ها از قطب به مناطق گرمسیری) با این نوع همزیستی در ارتباط است. محققین در این تحقیق بیان کردند ارتباط همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریز یک محرک ناظر بر الگوی زیست‌زمین‌شناختی جهانی است. این امر نتایج مهمی برای درک ما از ژئوبیوگرافی حال حاضر جزایر و اهمیت ارتباطات پیچیده بین ارگانیسم‌های مختلف برای شناخت الگوهای جهانی تنوع و حفظ تنوع زیستی به انسان می‌دهد. فقدان همزیست مقابل می‌تواند اکوسیستم‌ها را مختل کند و آن‌ها را بیشتر در معرض تهاجم بیولوژیکی قرار دهد.

منابع:

Delavaux, S. C., Weigelt, P., Dawson, W. et al. Mycorrhizal fungi influence global plant biogeography. Ecology and Evolution. DOI: 10.1038/s41559-019-0823-4.

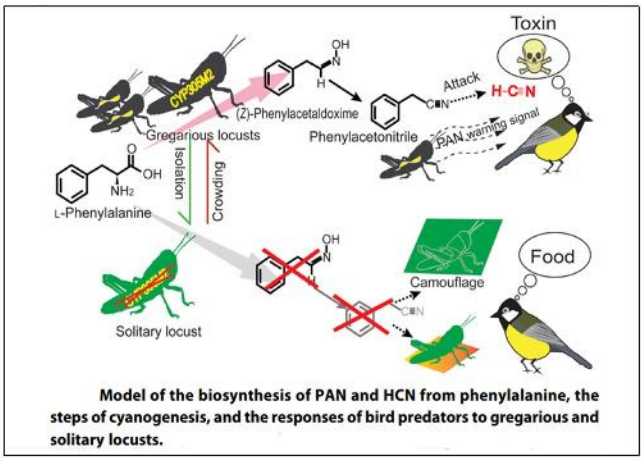
شناسایی مکانیسم دفاعی سمی ملخ مهاجر *Locusta migratoria* علیه شکارگر

بسیاری از موجودات تجمع‌کننده از علائم Aposematic برای ابلاغ سمی بودن خود به شکارگرانشان استفاده می‌کنند؛ اما رابطه بین این علائم هشدار و سم در آن‌ها چندان شناخته‌شده نبوده است. در این مطالعه محققین نشان دادند PAN (Phenylacetonitrile) به‌عنوان یک سیگنال بویایی Aposematic در ملخ‌های مهاجر عمل می‌کند و همچنین پیش ماده‌ی ساخت هایپرتوکسیک هیدروژن سیانید (HCN) برای محافظت آن‌ها در برابر شکارگران است. بر اساس همین ویژگی این ملخ یک حشره‌ی Cyanogenic محسوب می‌شود، پدیده‌ی سمی کردن خود یا Cyanogenesis به دلیل اینکه HCN یک سم سریع الاثر و طیف وسیع است، یک مکانیسم دفاعی بسیار قوی در گیاهان و بندپایان دیگر برای محافظت و بقا محسوب می‌شود. بیوسنتز PAN از فنیل‌آلانین توسط CYP۳۰۵M۲ که یک ژن جدیدی است که آنزیم سیتوکروم P۴۵۰ را در ملخ مهاجر کد می‌کند، صورت می‌گیرد. زمانی که ملخ‌ها موردحمله‌ی پرندگان قرار می‌گیرد، PAN به HCN تبدیل می‌گردد که باعث مسمومیت غذایی در پرندگان می‌شود. PAN نه مختص جنس (نر یا ماده) است و نه نقش فرومون تجمعی را در این ملخ‌ها دارد. انتشار این ترکیب وابسته به تراکم بوده به‌طوری‌که بیشترین سطح این ترکیب را در بیشترین تراکم ملخ می‌توان مشاهده کرد. PAN تقریباً در همه بافت‌ها اندام‌ها و مایعات بدن موجود است و به مقدار قابل‌توجهی در پوست سر، ترگوم و پای عقب نسبت به سایر ارگان‌های خارجی ذخیره می‌شود. در داخل بدن نیز اجسام چربی و روده کور سطح بالاتری از این ترکیب را در قیاس با سایر اندام‌های داخلی نشان می‌دهند.



نکته جالب‌توجه این است که PAOx- (Z) به‌عنوان پیش ماده‌ی ساخت PAN ترکیبی است که تنها در ملخ‌های مهاجر یافت می‌شود و همچنین PAN به‌عنوان یک Olfactory Aposematic Signal برای پرندگان شکارگر عمل می‌کند چراکه رنگ بدن و ترکیب رایحه‌ی بدن در فاز مهاجر و انفرادی با هم تفاوت دارد و در آزمایش صورت گرفته با یک پرنده‌ی رایج شکارگر حشرات *Parus major* مشاهده شد این حشره چه در تاریکی و چه در روشنایی تنها از ملخ‌های انفرادی تغذیه می‌کند.

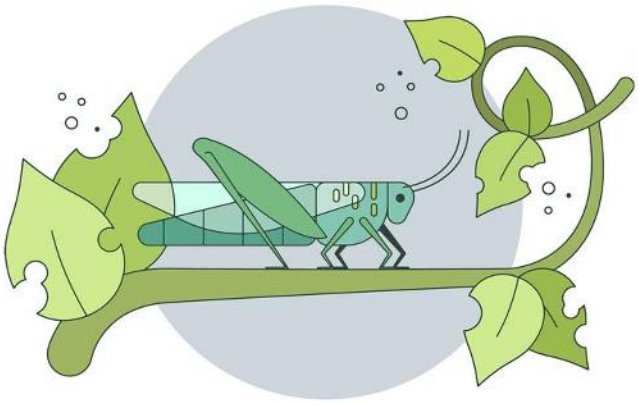
پس در ملخ مهاجر مسیرهای بیوسنتز PAN و HCN در یک مکانیسم دفاعی ضدشکارشدن به همراه تولید سیگنال Aposematic مشارکت می‌کنند. فعال شدن ژن حیاتی CYP در مسیر متابولیک فنیل آلانین در ملخ‌های مهاجر یک مکانیسم مهم در زندگی و مهاجرت این ملخ و موفقیتشان در حضور گروهی در محیط است.



Model of the biosynthesis of PAN and HCN from phenylalanine, the steps of cyanogenesis, and the responses of bird predators to gregarious and solitary locusts.

منابع:

Wei, J. Shao, W. Cao, M. et al. 2019. Phenylacetonitrile in locusts facilitates an antipredator defense by acting as an olfactory aposematic signal and cyanide precursor. Science Advances. 5, eaav5495.



تازه‌های چندرسانه‌ای

شما علاقه‌مندان می‌توانید با استفاده از لینک و کد قرار داده‌شده در این صفحه، اخبار را از طریق تلفن همراه خود با دیدن کلیپ دنبال نمایید.

گل مصنوعی برای تولیدمثل گیاه

محققین گل‌های مصنوعی تولید کرده‌اند که با جذب حشرات گرده افشان به‌خصوص زنبورعسل موجب گرده-افشانی گیاهان می‌شود.

https://www.aparat.com/v/QK52e

همکاری گیاهان و باکتری‌ها

کودهای زیستی که شامل باکتری‌های مفید برای گیاهان هستند، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند. ارتباط پیچیده بین باکتری‌ها و گیاهان نظر محققین را به خود جلب کرده است.

https://www.aparat.com/v/j1PxU