اندوفیت‌های قارچی و نقش آنها در حفاظت از گیاهان

(بخش نخست)

Fungal Endophytes and their Role in Plant Protection (Part 1)

آیدین حسن‌زاده

Hasanzadeh.i@arc-ordc.ir

کارشناس ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

مقدمه

اندوفیت‌های قارچی و باکتریایی در طول چند سال اخیر، مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته‌اند و این توجه ناشی از مزایای حضور اندوفیت‌ها در گیاهان میزبان است. کمک به رشد و نمو گیاه میزبان، حفاظت از آن در برابر برخی آفات و بیماری‌ها و تولید متابولیت‌های ثانویه سمی برای علفخواران، از جمله مزایای اندوفیت‌ها برای میزبان‌هایشان می‌باشد. تحقیق در زمینه شناسایی این عوامل و متابولیت‌های ثانویه آنها گسترش یافته است. اندوفیت‌ها در فضای بین‌سلولی (Apoplasts) و درون‌سلولی (Symplasts)، بدون ایجاد آسیب مشهود در بافت گیاه، اجتماعات همزیست تشکیل می‌دهند که نتیجه این همزیستی، بهبود رشد و نمو و سیستم دفاعی گیاه، در برابر عوامل بیماری‌زا می‌باشد.

گسترش در گیاه میزبان

گونه‌های مختلف اندوفیت در بافت‌های متفاوت میزبان از جمله بافت پارانشیم، مجاری آوندی و پوست یافت شده‌اند. محل و میزان گسترش اندوفیت‌ها، به توانایی این میکروارگانیسم‌ها در استفاده از بسترهای غذایی متفاوت بستگی دارد. استفاده از منابع غذایی متفاوت در یک اندام گیاهی، نشان‌دهنده وجود تفاوت در شیوه زندگی بین انواع اندوفیت‌ها است که سبب کاهش رقابت بین آنها می‌شود.این تخصص در بافت و بستر غذایی از گسترش بیش از حد اندوفیت جلوگیری می‌کند. برای مثال در درختان موز، ۶۷ درصد اندوفیت‌ها در بافت ریشه، ۲۳ درصد در پوست و ۱۰ درصد در استوانه مرکزی حضور دارند. گونه‌های مختلف بلوط (*Quercus* sp.)، میزبان اندوفیت‌های دیواره سیاه (DSE) از جمله گونه‌های *Phialocephala fortinii*، *Chloridium paucisporum*، *Piriformospora indica*، *Crytosporiopsis radicicola* و *C. melanigena* می‌باشند. برخی از گونه‌های اندوفیت، دارای الگوهای ویژه برای گسترش در اندام‌های گیاهی هستند، برای مثال گونه *Neotyphodium lolii*، در بذور گیاه میزبان بصورت اندوفیت حضور دارد و بطور نامنظم در بافت‌های گلدهی گیاه، گسترش می‌یابد و فقط پس از تکمیل فرآیند رسیدگی بذر، جنین را کلنیزه می‌نماید. همچنین تنوع و فراوانی اندوفیت‌ها در بافت گیاه، به مرحله رویشی میزبان، فصول مختلف و فیزیولوژی گیاه میزبان بستگی دارد.

تولیدات اندوفیتی

متابولیت‌های ثانویه متنوعی توسط اندوفیت‌ها در طبیعت تولید می‌شود. تمرکز بسیاری از تحقیقات در این حوزه، بررسی تنوع شیمیایی متابولیت‌های اندوفیتی و فعالیت‌های بیولوژیکی آنها مانند اثرات ضد مالاریا، ضد سل، ضد

قارچی، آنتی‌بیوتیک و ضد توموری می‌باشد. **آلکالوئیدها** اغلب به عنوان یکی از ترکیبات بیولوژیک اندوفیتی، در تعاملات بین قارچ‌های اندوفیت با گیاهان علفی شناخته شده‌اند. در برخی، مانند ارگوت، **آلکالوئیدهای** تولید شده، برای انسان و دام سمی هستند. تعامل بین ژنوم‌های گیاهی و اندوفیتی و همچنین اثرات محیطی، منجر به تولید آلکالوئیدهای منحصر به فرد برای هر تعامل اندوفیت-گیاه خواهد شد. **آلکالوئیدهای** ارگوت، از قارچ‌های خانواده Clavicipitaceae به ویژه از گونه‌های سه جنس *Claviceps* ، *Neotyphodium* و *Epichloe* جداسازی و شناسایی شده‌اند (اندوفیت‌های مرتعی). در تعامل بین گیاه خورنال (*Cenchrus echinatus*) و قارچ *Balansia obtecta*، ترکیب **آلکالوئیدی** اصلی، ارگوبالانسین (Ergobalancine) است و در تعامل بین قارچ *Neotyphodium coenophyalum* و گیاه فستوکای بلند، ارگووالین (Ergovaline) **آلکالوئید** اصلی می‌باشد. **آلکالوئید** ارگونووین (Ergonovine) حاصل تعامل بین قارچ *Neotyphodium* sp. و گیاه *Achnatherum robustum* است. همچنین **آلکالوئیدهای** ارگوت توسط گونه *Aspergillus fumigatus* (راسته Eurotiales) تولید می‌شوند که در برخی موارد مانند Chanoclavine I و Chanoclavine aldehyde، مشابه ترکیبات تولیدی توسط گونه‌های جنس *Claviceps* هستند. البته ترکیباتی مانند Fumiclavine A، Fumiclavine B و Fumiclavine C، فقط توسط گونه *A. fumigatus* و ترکیبات Lysergic acid ، Ergovaline، Ergonovine، Ergocrystine و Ergocryptine، فقط در قارچ‌های خانواده Clavicipitaceae تولید می‌شوند. تمامی این ترکیبات **آلکالوئیدی**، نقش مهمی در حفاظت گیاهان در برابر علفخواران دارند. با این حال، ترکیبات **غیرآلکالوئیدی** نیز از اندوفیت‌ها جداسازی شده است. سیتوکالاسین‌ها (Cytochalasines) توسط گونه‌های قارچی مختلف از جمله *Phoma* sp.، *Helminthosporium* sp.، *Hypoxylon* sp.، *Xylaria* sp.، *Phomopsis* sp.، *Chalara* sp. و *Rhinocladiella* sp. تولید می‌شوندکه برخی از آنها اندوفیت‌های معمول مناطق گرمسیری و از خانواده Xylariaceae می‌باشند. این متابولیت‌های قارچی دارای ساختار مولکولی پیچیده و طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی هستند. بسیاری از آنها از تقسیم سلولی، انتقال گلوکز، پلیمریزاسیون اکتین و تشکیل میکروتوبول‌ها جلوگیری می‌کنند، ولی به دلیل اثرات سمی آنها بر انسان، کاربردشان محدود است.پلی‌کتیدها (Polyketids) یک گروه از ترکیبات طبیعی با فعالیت‌های دارویی هستند. برکیلیدیون (Berkeleydione) یک ترکیب از این گروه است که توسط *Penicillium* sp. تولید می‌شود و دارای فعالیت ضد توموری است. با این حال، برخی از ترکیبات **پلی‌کتیدی** از جمله Phomoxin، Phomoxin B، Phomoxin C و Eupenoxide تولید شده توسط گونه‌های جنس *Eupenicillium*، در برابر دیگر میکروارگانیسم‌ها، غیرفعال و یا فاقد فعالیت شناخته شده هستند. تعداد کمی داروی ضد قارچی برای درمان‌های بالینی وجود دارد، بنابراین کشف داروهای ضد قارچی جدید، از اهمیت بالایی برخوردار است. تنوع گسترده‌ای از ترکیبات با خواص ضد قارچی از قارچ‌های اندوفیت جداسازی شده است. سوردارین‌ها (Sordarins) یک گروه مهم از این ترکیبات هستند. سوردارین نخستین‌بار در سال

۱۹۶۶ توسط سیگ و استول از قارچ گونه *Sordaria araneosa* جداسازی گردید و ترکیبات و مشتقات مختلفی از این گروه پس از آن کشف شد. مورینیافونجین (Moriniafungin) ترکیب ضدقارچی استخراج شده از گونه *Morinia pestalozzioides* است. گروه انفومافونجین (Enfumafungin) یک تری‌ترپن گلیکوزید (Triterpene glycoside) و از ترکیبات ضدقارچی هستند که از گونه‌های اندوفیت جنس *Hormonema* بدست آمده‌اند. نفتوپیرون‌ها (Naphthopyrones) از قارچ‌ها و گیاهان مختلفی جداسازی شده‌اند. چهار ترکیب از این گروه شامل Rubrofusarin B، Fonsecinone A، Asperpyrone B و Aurasperone A در محیط کشت گونه *Aspergillus niger* یافت شده‌اند. این قارچ به عنوان اندوفیت از گیاه مرغ (*Cynodon dactylon*) جداسازی شده است. اوراسپرون-ای (Aurasperone A) دارای بالاترین سطح فعالیت ضدمیکروبی علیه دو گونه *Trychophyton rubrum* و *Candida albicans* و همچنین دارای یک اثر بازدارندگی مشابه کتوکونازول (Ketoconazole) است. گوآناکستپن‌ها (Guanacastepenes) گروه دیگری از ترکیبات یافت شده از قارچ‌های اندوفیت هستند که فعالیت ضدمیکروبی قابل توجهی دارند. از جمله این ترکیبات، گوآناکستپن-ای (Guanacastepene A) می‌باشد که دارای اثر ضدمیکروبی در برابر نژادهای مقاوم به دارو از دو گونه باکتری *Staphylococcus aureus* و *Enterococcus faecalis* است. Periconicin A و Periconicin B دو ترکیب بدست آمده از قارچ اندوفیت *Periconia* sp. هستند که فعالیت ضدمیکروبی علیه *S. aureus* دارند. مثال‌های دیگری از این ترکیبات وجود دارد که به ندرت در طبیعت یافت می‌شوند. نفتالن (Naphthalene) از ترکیبات بازدارنده رشد بسیاری از میکروارگانیسم‌ها است و در مواد فرار قارچ اندوفیت *Muscodor vitigenus* یافت شده است. برخی از اندوفیت‌ها مانند گونه‌های تولیدکننده تاکسول (Taxol)، ترکیبات ثانویه‌ای مشابه گیاهان میزبانشان تولید می‌کنند که این مطلب نشان‌دهنده امکان انتقال و بیان ژن بین اندوفیت و گیاه میزبان است.از دیدگاه اقتصادی، تولید مقادیر زیادی از متابولیت‌های ثانویه با بکارگیری میکروارگانیسم‌ها نسبت به تولیدات گیاهی، باصرفه‌تر است و بر این اساس، استفاده از اندوفیت‌ها برای تولید ترکیبات ارزشمند جدید، مورد توجه قرار گرفته است. تنوع کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه تولید شده در گیاهان، می‌تواند به مقدار زیادی به حضور اندوفیت‌ها در گیاهان وابسته باشد. تولید اسید ۳- نیتروپروپیونیک (3-Nitropropionic acid) تنها در گیاهان گزارش شده است، با این وجود برخی از اندوفیت‌ها می‌توانند سطوح بالایی (۱۷۸mg/l) از این ترکیب را در محیط کشت آزاد نمایند. این ترکیب به طور معمول اگر در یک گونه گیاهی تولید شود، در دیگر گونه‌های آن جنس گیاهی نیز می‌بایست تولید گردد ولی تنها در یک گونه از دو جنس گیاهی شامل *Astragalus* sp. و *Coronilla* sp. شناسایی شده است. بنابراین تولید اسید ۳- نیتروپروپیونیک در گونه *A. falcatus* و *C. viminalis* ممکن است نتیجه حضور اجتماعات اندوفیتی در این گیاهان باشد.

منبع

C. Gimenez, C., Cabrera, R., Reina, M. and Gonzalez-Coloma, A. (2007). Fungal endophytes and their role in plant protection. Current Organic Chemistry, 11, 707-720.