مقدمه

با وجود همه بررسی‌هایی که در مورد اثر نیتریک‌اکسید بر فیزیولوژی بدن انسان انجام یافته بود، ولی اولین گزارش در خصوص تولید آن در محیط‌های بیولوژیکی در سلول‌های گیاهی و در سال ۱۹۷۹ گزارش شد و حدود ۲۰ سال بعد از آن اولین یافته‌ها در مورد اثر آن بر سیستم ایمنی گیاه سیب‌زمینی منتشر شد و مشخص شد که این مولکول نقش مهمی در برقراری سیستم‌های دفاعی گیاهان در مقابل استرس‌های زنده و غیرزنده دارد. نتایج تحقیقات دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که نیتریک‌اکسید به عنوان یک عامل اساسی در تنظیم فرآیندهای مختلف رشد و نموی گیاه و بویژه در برقراری و فعال نمودن سیستم‌های دفاعی آنها عمل می‌کند.

ویژگی‌های عمومی نیتریک‌اکسید

با توجه به این‌که در روال طبیعی افزایش تولید اسید سالیسیلیک و به دنبال آن مرگ برنامه‌ریزی شده سلول زمان زیادی را می‌طلبد، بطوری که حداقل ۲۴ ساعت و بطور میانگین ۴۸ تا ۷۲ ساعت طول می‌کشد تا چنین اتفاقی بیفتد و منجر به تولید و ارسال پیام‌های ثانویه در گیاه شود، که در این مدت گیاه صدمات زیادی را باید تحمل کند و ممکن است سرعت پیشرفت عامل بیماریزا بیشتر از سرعت برقراری سیستم‌های مقاومت بوده و عملا گیاه نتواند در مقابل آن مقاومت نماید (شکل ۱).

شکل ۱ـ با توجه به این‌که در روال طبیعی افزایش تولید اسید سالیسیلیک زمان زیادی را می‌طلبد، ممکن است سرعت پیشرفت عامل بیماریزا زیاد باشد و عملا گیاه نتواند در مقابل آن مقاومت نماید.

PTMP/SK/R&D/A/ Plant hormones/17042022

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

PTMP/SK/R&D/A/ Plant hormones/17042022

در حالی‌که کاربرد بیرونی این پیام‌های ثانویه می‌تواند با کاهش زمان پاسخ‌دهی گیاه سرعت عمل را برای برقراری سیستم‌های دفاعی به گیاه داده و باعث موفقیت آن در مقابل عامل بیماریزا شود. حتی کاربرد بیرونی اسید سالیسیلیک نیز به این اندازه نمی‌تواند باعث موفقیت گیاه در پاسخ‌دهی به عامل بیماریزا شود. از آن زمان به بعد تحقیقات زیادی در مورد اثرات نیتریک‌اکسید در گیاهان انجام یافته ارزشمند زیادی در مورد نقش این مولکول در رشد و نمو گیاهان و پاسخ‌های آنها به شرایط رشد و نموی مختلف بدست آمده است. نیتریک‌اکسید در تنظیم بسیاری از فعالیت‌های حیاتی گیاهان و تحریک و یا غیر فعال کردن مسیرهای متابولیسمی مختلف نقش اساسی دارد. این مولکول که به راحتی از ترکیبات نیتروژن‌داری نظیر نیترات‌ها و نیتریت‌ها تولید می‌شود، در شرایط مختلف خصوصا در زمان تنش در سلول‌های حیوانی و گیاهی به سرعت تولید شده و به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه بسیار قوی و فوری عمل می‌کند (شکل ۲).

شکل ۲ـ نیتریک‌اکسید در زمان تنش در سلول‌های گیاهی به سرعت تولید شده و به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه بسیار قوی و فوری عمل می‌کند.

نیتریک‌اکسید به دلیل گازی شکل بودن به سرعت در فضاهای بین سلولی و در داخل سلول‌ها حرکت کرده و اطلاعات لازم را از سلول‌های مورد حمله قرار گرفته و یا دریافت کننده‌های هورمون‌های گیاهی به سلول‌های دیگر منتقل می‌کند. این مولکول به دلیل ماهیت گازی شکلی که دارد می‌تواند به سرعت از گیاهی به گیاه دیگر از طریق هوا منتقل شده و اطلاعات را در بین گیاهان منتقل نماید. از این رو همانند متیل‌سالیسیلات، متیل جاسمونات، اتیلن و برخی مولکول‌های گازی شکل دیگر به عنوان یک پیام‌رسان درون و بین گیاهی عمل کرده و نه تنها در داخل گیاه اطلاعات را به سلول‌های دیگر منتقل می‌کند بلکه قادر است اطلاعات ارزشمندی را در بین گیاهان مختلف مبادله کند که این از خصوصیات مهم هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

PTMP/SK/R&D/A/ Plant hormones/17042022

گازی شکل است. این گروه تنظیم کننده‌ها امکان مکالمات بین سلول‌های گیاهی را که برای ایجاد سیستم‌های مقاومت خصوصا در مقابل خشکی، آفات و بیماری‌ها بسیار مهم است فراهم می‌کنند. زیرا ایجاد آمادگی در گیاه قبل از بروز شرایط تنش بسیار اهمیت دارد. گیاهی که مورد حمله عوامل بیماریزا و یا آفات قرار گرفته و یا بطور مستقیم تنش‌های مختلف حرارتی، خشکی، شوری، سرما و نظایر آنها را دریافت می‌کند مدت زمانی را نیاز دارد تا بتواند سیستم‌های مختلف و مناسب برای مقاومت را برقرار کند، زیرا برقراری هر نوع سیستم مقاومتی به ترتیب مستلزم بیان ژن‌های مربوطه، تولید آنزیم‌ها، فعالیت آنزیم‌های تولید شده، تولید ترکیبات مورد نظر و در نهایت عملکرد آن ترکیبات در مقابل عوامل تهدید کننده است. این اتفاقات برای این‌که صورت پذیرند حداقل ۲۴ و بطور میانگین ۴۸ تا ۷۲ ساعت زمان لازم است و چه بسا در این مدت گیاه آسیب جدی و غیرقابل برداشت خواهد دید. از این رو انتقال اطلاعات از بافت‌های مورد حمله قرار گرفته به بافت‌های گیاهی سالم و بطور ویژه از گیاهان تهدید به گیاهان سالم بسیار مهم بوده و می‌تواند امکان کسب آمادگی‌های لازم را به آنها بدهد. به همین دلیل مهم‌ترین استراتژی در استفاده خارجی از ترکیبات طبیعی برای مقابله با تنش‌های مختلف این است که حداقل ۲۴ ساعت قبل از بروز تنش و یا حمله عامل بیماریزا باید این مواد مورد استفاده قرار بگیرند، تا گیاه فرصت کافی برای ایجاد آمادگی‌های لازم و تغییر مسیرهای متابولیسمی سلول‌ساز (رشد) به ماده ساز (نمو) و تولید ترکیبات مقاومتی را پیدا کند. نیتریک اکسید براحتی با رادیکال سوپر اکسید واکنش می‌دهد که در نتیجه آن یون سوپراکسید که از رادیکال‌های آزاد بسیار خطرناک است، خنثی شده و یون پروکسی نیترات شکل می‌گیرد. به هر حال به علت نیمه عمر نسبتا زیاد ممکن است در فاصله قابل توجهی درداخل سلول پخش شود. پروکسی نیترات با گروه تیول پروتئین‌ها و رادیکال‌های حلقه‌های اشباع نشده اسید چرب غشا واکنش انجام می‌دهد که به این علت باعث آسیب جدی به ساختار سلولی شود. از این رو نیتریک‌اکسید در شرایط مختلف و در غلظت‌های مختلف می‌تواند به عنوان رادیکال آزاد و یا به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کند. البته باید توجه داشت که بخش مهمی از اثر آنتی‌اکسیدانی این مولکول به دلیل تحریک تولید آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد.

منبع

اصغری، محمدرضا(۱۳۹۴). هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی جدید (چاپ اول). ارومیه: انتشارات دانشگاه ارومیه.