نرعقیمی در گیاهان گل‌دار: آیا تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در این امر نقش دارند؟

Male Sterility in Flowering Plants: Are Plant Growth Substances Involved?

مهتاب صمدی
Samadi.m@arc-ordc.ir
کارشناس ارشد بیوتکنولوژی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

نرعقیمی در محصولات زراعی به دلیل ارزش زیاد آن در برنامه‌های اصلاحی و تولید هیبرید مهم است. سیستم‌های نرعقیمی (Male Sterile) ابزار قدرتمندی برای تحقیقات گسترده در زمینه مکانیسم‌های مؤثر در ایجاد پرچم و تولید دانه گرده هستند. با وجود اهمیت فراوان این موضوع هنوز عوامل مؤثر در عقیمی دانه گرده گیاهان به‌طور کامل بررسی نشده است. اگرچه تعریف نرعقیمی به‌طور کلی به شرایطی که گرده زنده تولید نمی‌شود اطلاق می‌گردد، اما می‌تواند در محدوده‌ای از غیاب کامل پرچم تا ناتوانی در شکوفایی بساک و آزادسازی گرده طبیعی زنده بیان شود. همچنین تبدیل پرچم به اندام‌های مختلف گل نیز نشان دهنده شرایط نرعقیمی است. الگوهای وراثت نرعقیمی متغیر هستند و شامل نرعقیمی ژنتیکی (GMS) به وسیله ژن‌های هسته‌ای، نرعقیمی سیتوپلاسمی (CMS) توسط سیتوپلاسم عقیم (*s*) و نرعقیمی سیتوپلاسمی-ژنتیکی (GCMS) توسط ترکیب ژن‌های نرعقیم هسته‌ای (*fr*) و سیتوپلاسم عقیم (s) کنترل می‌شود. مشخص شده است در برخی از سیستم‌های نرعقیمی تقریباً تمام تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (PGSs) (درونی) و بعضی از تنظیم کننده‌های رشد مصنوعی (PGSs) (بیرونی) بر ایجاد دانه گرده طبیعی و یا تغییر میزان بیان نرعقیمی اثر دارند. همچنین بیان نهایی نرعقیمی در بسیاری از موارد می‌تواند توسط عوامل محیطی مانند نور، دما تنظیم شود. در حقیقت در برخی موارد اثر محیط روی بیان نرعقیمی با تغییرات در میزان PGSs درونی مرتبط است.

در زمینه وجود ارتباط ایجاد اندام‌های زایشی نر و ماده و نرعقیمی با تغییرات PGSs تلاش‌هایی انجام‌شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که تغییر یک یا چندین PGS با رشد طبیعی و یا غیرطبیعی گرده همراه است. یکی از موارد مفید برای بررسی نقش PGSs، در ایجاد پرچم و عقیمی کشت درون شیشه‌ای غنچه‌های گل نرمال و عقیم است. گزارش شده است که در ایجاد گل‌های نر تعادل اساسی از چندین PGSs ضروری است.

بررسی روی تعدادی از سیستم‌های نرعقیم و نرمال نشان می‌دهد که رشد و باززایی غنچه‌های گل به حضور سیتوکینین (CKs –Cytokinins) در محیط کشت نیاز دارد. سیتوکینین‌ها به‌طور کلی با رشد و ایجاد اندام‌های ماده در تعدادی از گونه‌های گیاهی مرتبط هستند. همچنین گزارش شده است انواع مختلف سیتوکنین اثرات قوی و ضعیفی روی نرعقیمی در لاین‌های مختلف گیاهی دارد. برای مثال در سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمی جو، ایجاد نرعقیمی به سطح پایین سیتوکینین در مقایسه با لاین‌های بارور مرتبط بود. در مقابل در لاین نرعقیمی سیتوپلاسمی برنج با کمبود GAs نشان داده شده که غلظت GA1 و GA4 در لاین نرعقیم تقریباً یک ششم لاین بارور بود.

نیاز به سایر PGSsها برای رشد غنچه‌های گل، بخصوص پرچم‌ها، از ضروری تا غیرضروری متفاوت است، و در برخی موارد PGS ها مهار کننده هستند. برای مثال اثرات اکسین‌ها (Auxins) شدیداً با کاهش ایجاد اندام‌های نر و رشد و ایجاد اندام‌های ماده در نهاندانگان، بازدانگان و گونه‌های دوجنسی مرتبط است. اکسین، تشکیل گل‌های ماده را در گیاهان نر افزایش می‌دهد. در گوجه‌فرنگی 2-4-D نرعقیمی را القا می‌کند. در گیاهان نرعقیم اکسین بیشتر، از ایجاد گرده و پرچم جلوگیری می‌کند. در موتانت *sl-1* گوجه‌فرنگی IAA به‌طور کامل از میکروسپورژنز جلوگیری کرده و تشکیل اندام‌های شبیه مادگی را در محل پرچم‌ها تحریک می‌کند. همچنین به نظر می‌رسد جیبرلین‌ها (GAs-Gibberelli) به‌طور معمول در ایجاد پرچم‌ها نقش دارند. افزایش تعداد گل نر در خیار به وسیله *GAs* گزارش شده است. همچنین بیان شده است استفاده از جیبرلین‌های بیرونی ایجاد پرچم‌های نرمال تا تقریباً نرمال و تشکیل گرده زنده را در تعدادی از سیستم‌های نرعقیم افزایش می‌دهد. در موتانت‌های نرعقیم جو و گوجه فرنگی جیبرلین‌ها باعث ایجاد پرچم تقریباً نرمال و بازگرداندن باروری شدند. در موتانت‌های گوجه‌فرنگی با کمبود جیبرلین ایجاد پرچم و دانه گرده با مشکل مواجه می‌شود ولی با استفاده از جیبرلین‌های بیرونی ایجاد پرچم و گرده نرمال برگردانده می‌شود. با این حال استفاده از GAs بیرونی در برخی سیستم‌های نرعقیم ناکارآمد بوده و اثر معکوس مثل ایجاد نرعقیمی در برخی گیاهان نرمال نیز گزارش شده است. برای مثال جیبرلین‌ها نمی‌توانند باروری را در غنچه‌های کشت شده موتانت *sl-2* گوجه فرنگی، سیستم CMS توتون و براسیکا برگردانند. بنابراین پیشنهاد شد که فاکتورهای دیگر علاوه بر GA برای ایجاد گرده در گل‌های عقیم مورد نیاز است.

برخی عوامل محیطی در ایجاد گرده نرمال و عقیم اثر می‌گذارند. به ویژه درجه حرارت، فتوپریود و تنش آبی سبب القا عقیمی یا بازگرداندن باروری در سیستم‌های نرعقیم می‌شوند. در واقع، درجه حرارت، فتوپریود و خشک‌سالی باعث ایجاد نرعقیمی در گونه‌های مختلف می‌شوند. دماهای مختلف، تشکیل گرده زنده طبیعی را در برخی از سیستم‌های نرعقیم افزایش می‌دهند. در موتانت نرعقیم *sl-2* گوجه‌فرنگی در دماهای پایین باروری بازگردانده می شود، اما در دمای بالا میکروسپورژنز کاملاً مهارشده و تشکیل اندام‌های شبیه مادگی تحریک می‌شود. گزارش شده است تنش آبی القا کننده نرعقیمی ممکن است به‌طور غیرمستقیم با تغییر در سیتوکینین‌های درونی و تولید اتیلن کنترل شود.

به‌طور کلی به نظر می‌رسد تقریباً تمام PGSs به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در ایجاد پرچم نقش دارند و نرعقیمی نمی‌تواند به کمبود و تولید بیش از حد یک ماده در سیستم‌های مختلف مرتبط باشد. به نظر می‌رسد PGSهای مختلف تحت تأثیر قرار می‌گیرند و تغییر سطوح یک یا چندین PGSs می‌تواند سبب نرعقیمی شود. اگرچه استثناء هم وجود دارد، ولی به‌طور کلی نرعقیمی می‌تواند از یک یا چند راه زیر ایجاد شود: ۱. افزایش سطح اکسین درونی ۲. تولید بیش از حد اتیلن ۳. کاهش سطوح جیبرلین‌ها ۴. افزایش سطح اسید آبسیزیک ۵. کاهش سطوح سیتوکینین.

منبع

Vipen, K. Sawhney, V. K. & Shukla, A. (2013). Male sterility in flowering plants: are plant growth substances involved? American Journal of Botany, 81 (12), 1640-1647.