بررسی برخی عوامل مؤثر بر رشد لوله‌ی گرده

کلیدواژه‌ها: لوله‌ی گرده، آنتروزوئید، گابا.

فریبا رمضانی ویشکی
دبیر زیست‌شناسی منطقه ۸ تهران
دانشجوی دکترای زیست‌شناسی سلولی تکوینی گیاهی

مقدمه

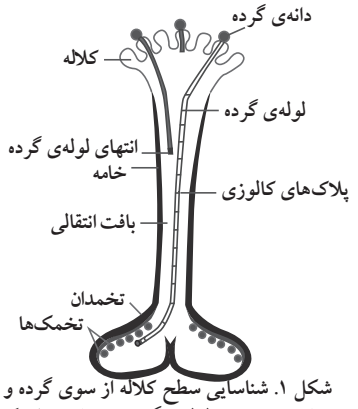
دانه‌های گرده‌ی نهاندانگان، با عمل گرده‌افشانی روی کلاله‌ی مادگی قرار می‌گیرند. هنگام جوانه‌زنی تغییرات قابل ملاحظه‌ای در دانه‌های گرده بروز می‌کند، ذخایر گرده‌ای به سرعت شروع به تجزیه و مصرف شدن می‌کنند و اندامک‌ها فعال می‌شوند. وقتی دانه‌ی گرده روی کلاله قرار می‌گیرد، با جذب رطوبت متورم می‌شود و لوله‌ی گرده از منفذ گرده‌ای خارج می‌شود. بخش فعال که دارای سیتوپلاسم غنی از اندامک و تعداد زیادی ریز کیسه‌های گلژی، میتوکندری، قطعاتی از شبکه‌ی آندوپلاسمی، ریبوزوم، ریزرشته‌های اکتینی است، در لوله‌ی گرده حفظ می‌شود، باقی می‌ماند و با ایجاد سرپوش کالوزی نوک لوله را می‌پوشاند.

به‌طور معمول محتویات سلول رویشی، زودتر از سلول زایشی وارد لوله‌ی گرده می‌شوند. اگزین در هنگام تشکیل لوله‌ی گرده‌ی نهاندانگان، روی لوله‌ی گرده را نمی‌پوشاند و لوله‌ی گرده اساساً دنباله‌ی انتینی دارد.

عوامل مؤثر بر رشد لوله‌ی گرده

وقتی که لوله‌ی گرده می‌خواهد وارد بافت‌های خامه شود، سدی مانع آن می‌شود. این سد پوشش کوتینی سطح کلاله است. ترشح کوتیناز سبب حذف و هضم این پوشش و نفوذ لوله به درون خامه می‌شود.

ابینوگالاکتان‌هایی که در مجرای انتقالی (خامه) به داخل ماتریکس برون سلولی ترشح می‌شوند، نشانه‌های تغذیه‌ای و هدایتی را فراهم و از طویل شدن لوله حمایت می‌کنند. برخی خامه‌ها فاقد بافت راهنما هستند و در این‌حالت لوله‌ی گرده در تماس با سلول‌های روپوست داخلی خامه یا کرک‌های اپیدرمی رشد می‌کند. دریافت مواد غذایی و برخی نشانه‌ها و موادی مثل برخی آمینواسیدها، پروتئین‌ها، یون‌های کلسیم، برخی اولیگوساکاریدها به عنوان سیگنال دهنده‌های رشد، در فرایند رشد لوله‌ی گرده در خامه نقش ایفا می‌کنند. وجود برخی مواد و یا بافت‌های راهنما که نوعی بافت پارانشیم دارای ذخیره‌ی فراوان هستند، مسیر عبور لوله‌ی گرده را در خامه مشخص می‌کنند (شکل ۱).



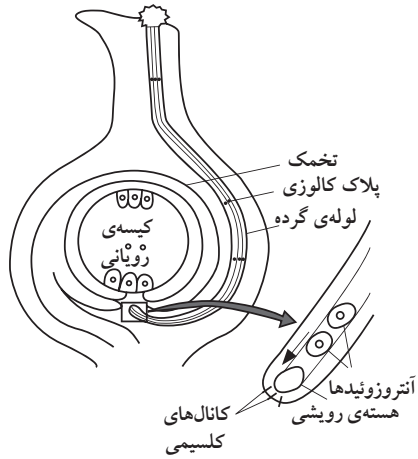
شکل ۱. شناسایی سطح کلاله از سوی گرده و جوانه‌زنی و رشد لوله‌ی گرده در خامه به کمک عوامل راهنما

رشد لوله‌ی گرده جهت‌دار است و این لوله به ترتیبی رشد می‌کند که به سمت تخمدان و تخمک‌ها حرکت کند و ارتباطی با جاذبه ندارد، چرا که علی‌رغم قطع کلاله و معکوس کردن جهت تخمدان، لوله‌ی گرده به سمت تخمدان و تخمک‌ها رشد می‌کند، اما از طرف دیگر، حذف تخمک‌ها، یا غیرفعال شدن و یا از بین رفتن آن‌ها تحت شرایط خاصی، مثل پرتودهی سبب می‌شود که لوله‌ی گرده رشد جهت‌دار نداشته باشد. به بیان دیگر، تخمک‌ها احتمالاً موادی ترشح می‌کنند که در جلب لوله‌ی گرده و ایجاد گرایش مثبت روی گرده مؤثرند. علاوه بر ترشحات تخمدان و تخمک‌ها که در سرعت و جهت رشد لوله‌ی گرده مؤثرند، آنتروزوئیدها نیز در

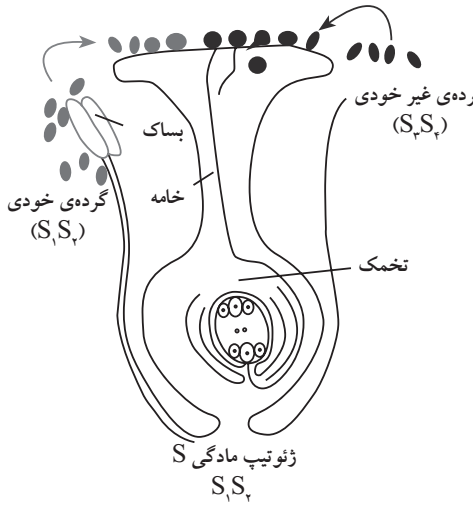
این جهت‌یابی لوله نقش دارند. چرا که حذف آنتروزوئیدها سبب رشد بدون هدف لوله‌ی گرده می‌شود.

مکانیسم دیگر مؤثر بر رشد لوله‌ی گرده، وجود مقدار زیادی یون‌های کلسیم است که از سلول‌های خامه به سلول‌های لوله‌ی گرده‌ای وارد می‌شوند. مطابق شکل ۲، کلسیم از طریق کانال‌های کلسیمی موجود در انتهای لوله‌ی گرده وارد لوله می‌شود و مقدار اضافی این یون‌ها از طریق پمپ‌ها با مصرف ATP از قسمت‌های بالای لوله‌ی گرده خارج می‌شوند، به بیان دیگر رشد لوله‌ی گرده در امتداد شیب کلسیم انجام می‌شود (شکل ۲).

باید توجه داشت که همه‌ی دانه‌های گرده‌ای که روی کلاله می‌نشینند، رشد نمی‌کنند و در لقاح نیز همه‌ی لوله‌های رشد یافته شرکت نمی‌کنند، آن دسته که موفق می‌شوند در لقاح شرکت کنند و دانه را تشکیل بدهند، دانه‌های گرده‌ی سازگار[1] با مادگی گویند و آن‌هایی که رویش پیدا نمی‌کنند یا لوله‌ای می‌سازند که رشد کافی ندارند و نمی‌توانند به تخمک برسند و یا به تخمک می‌رسند ولی لقاح نمی‌یابند و یا لقاح انجام می‌دهند، ولی سلول تخم بنا به دلایلی قابلیت زیست ندارد و دانه‌ای تشکیل نمی‌شود، حالت ناسازگار[2] گویند. ناسازگاری به دو صورت خودناسازگاری و دگرناسازگاری مشاهده می‌شود. در خودناسازگاری، دانه‌ی گرده‌ی یک گیاه با مادگی همان گیاه ناسازگار است و در دگر ناسازگاری، دانه‌ی گرده‌ی یک گیاه با مادگی گیاه دیگر از همان‌گونه یا گونه‌ی دیگر ناسازگاری دارد. ناسازگاری ممکن است در حد کلاله، خامه، تخمدان و تخمک صورت گیرد، ژن‌های مؤثر در سازگاری و ناسازگاری به خانواده‌ی ژنی S متعلق‌اند. در میان‌کُنش بین ژن‌های گرده‌ای و ژن‌های بخش مادگی از کلاله تا تخمزا، چنانچه حالت ناخالص Ss^{xv} وجود داشته باشد، سازگار است؛ ولی حالت‌های خالص SS^{xvi} و ss ناسازگار است. بنابراین، سازگاری به وجود ژن S نیاز دارد و فقط با حالت یا حضور یک الل از آن شکل می‌گیرد. الل‌های متفاوتی از ژن S در گیاهان وجود دارد که آن‌ها را به ترتیب S_1، S_2، S_3 و... و S_n نشان می‌دهند که از جهت S_1 به S_n غالبیت کم می‌شود. در شکل ۳ مشاهده می‌شود که در گونه‌ی خود ناسازگار، دانه‌های گرده‌ی خودی فعالانه شناسایی می‌شوند و قبل از جوانه‌زنی و یا در طی رشد لوله‌ی گرده قبل از رسیدن به تخمک روی سطح کلاله مهار می‌شوند.



شکل ۲. جریان Ca^{2+} در نوک لوله‌ی گرده و یک شیب غلظت Ca^{2+} متمرکز در نوک برای رشد لوله‌ی گرده بسیار مهم و حیاتی است.

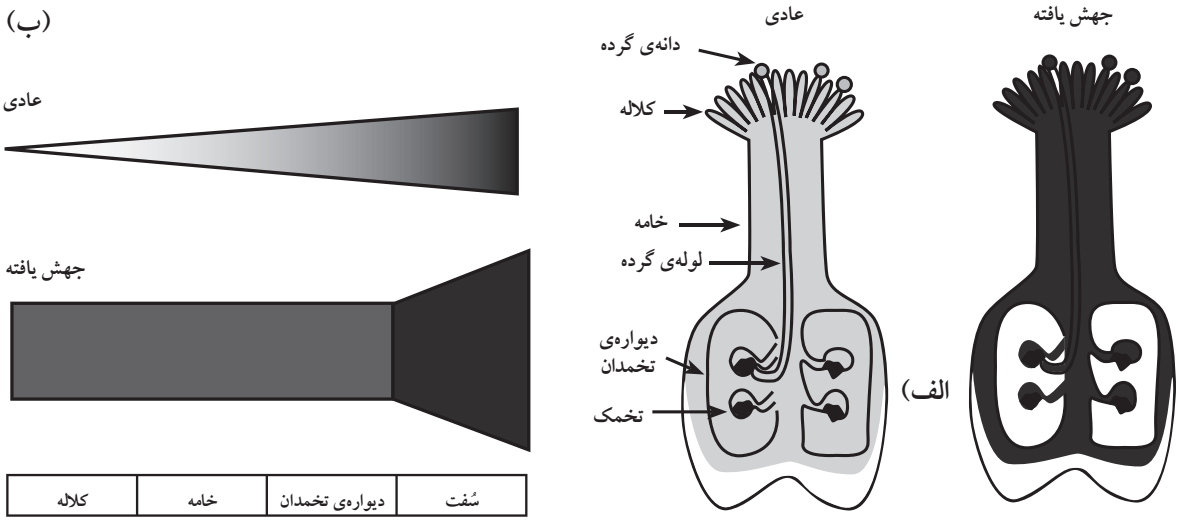


شکل ۳. ناسازگاری بین گرده‌ی یک گیاه با مادگی همان گیاه و سازگاری و پذیرش گرده‌ی غیرخودی

گابا (GABA)[3] نیز از جمله ترکیباتی است که در رشد و هدایت لوله‌ی گرده نقش دارد. برای رشد و هدایت لوله‌ی گرده شیب غلظتی از گابا لازم است. گابا با برخی از گیرنده‌های اختصاصی گیاهان واکنش می‌دهد و به این وسیله در تغییرات رشد و هدایت سلول‌ها نقش ایفا می‌کند. از طرف دیگر، ارتباطی بین زایا یا نازابودن گیاه و میزان گابا وجود دارد. این ماده در غلظت‌های بالا رشد لوله‌ی گرده را مهار می‌کند، اما در غلظت‌های پایین القاکننده‌ی آن است. جهش یافته‌هایی که گاباهای بیش‌تری را در گل‌ها تجمع می‌دهند، دانه‌های کم‌تری تولید می‌کنند.

در گیاهان عادی، مقادیر گابا در طول مسیر خود به بافت‌های ماده افزایش می‌یابد. در جهش یافته‌ها، این شیب غلظت گابا، ابتدا در طول مسیر گرده به

مکانیسم دیگر مؤثر بر رشد لوله‌ی گرده، وجود مقدار زیادی یون‌های کلسیم است که از سلول‌های خامه به سلول‌های لوله‌ی گرده‌ای وارد می‌شوند



شکل ۴. گابا در گیاه عادی در شیبی تولید می‌شود که از کلاله تا سُفت، افزایش نشان می‌دهد (الف)، ولی در گیاه جهش یافته یا غلظت مشابه در همه‌ی طول مسیر مشاهده می‌شود (الف) و یا شیب غلظت میان کلاله تا دیواره‌ی تخمدان وجود ندارد، ولی بین دیواره‌ی تخمدان تا سُفت این شیب غلظت مشاهده می‌شود (ب).

هم می‌ریزد و همه‌ی بافت‌ها دارای غلظت مشابهی می‌شوند. اکثر لوله‌های گرده‌ی جهش یافته قبل از رسیدن به تخمک‌ها متوقف می‌شوند و بخشی از لوله‌ها که تا تخمک گسترش یافته‌اند، دیگر به سلول صحیح هدف‌گیری نمی‌شوند، بلکه از مسیر منحرف می‌شوند.

گابا با برخی از گیرنده‌های اختصاصی گیاهان واکنش می‌دهد و به این وسیله در تغییرات رشد و هدایت سلول‌ها نقش ایفا می‌کند

نتیجه

برای موفقیت در لقاح، لوله‌ی گرده و آنتروزوئیدها باید به کیسه‌ی رویانی تخمک نهاندانه و تخمزا برسند. به همین علت باید رشد مناسب لوله‌ی گرده جهت هدایت آنتروزوئیدها صورت گیرد و عواملی در رشد لوله‌ی گرده در مادگی نهاندانگان دخالت دارد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شناسایی سطح کلاله
- سازگاری و ناسازگاری
- وجود آنزیم کوتیناز برای هضم پوشش کوتینی سطح کلاله
- وجود آرابینوگالاکتان‌ها در مجرای انتقالی لوله‌ی گرده که نشانه‌های تغذیه‌ای و هدایتی را برای رشد لوله‌ی گرده فراهم می‌آورد.
- وجود بافت‌های راهنما (بافت پارانشیم ذخیره‌ای) در خامه
- وجود مواد غذایی و نشانه‌های رشد در خامه
- وجود نشانه‌های پروتئین‌ها، یون کلسیم، اولیگوساکاریدها و آمینواسیدها در مجرای انتقالی
- ترشحات تخمدان، تخمک‌ها و ایجاد گرایش مثبت
- آنتروزوئیدها
- شیب غلظت کلسیم
- شیب غلظت GABA

پی‌نوشت

1. compatible
2. incompatible
3. gama amino butiric acid

منابع

1. L. Holdway et.al, *Effect of extracellular calcium, PH and borate on growth oscillation in Lilium formasanum pollen tubes.* Journal of Experimental Botany.
2. N. Bouche et.al, *GABA signaling: a conserved and ubiquitous mechanism,* TRENDS in cell Biology journal.
3. R. Palanivelu et.al, *Pollen tube growth and guidence is regulated by POP2, an Arabidosis gene that controls,* GABA levels. cell journal.
4. M.K. Kandasamy et.al, *Pollen-pistil interactions and developmental regulation of pollen tube growth in Arabidopsis.* Development,. JOURNAL ARTICLES.
5. Shivana. *Pollen Biology and Pollen Biotecnology.*