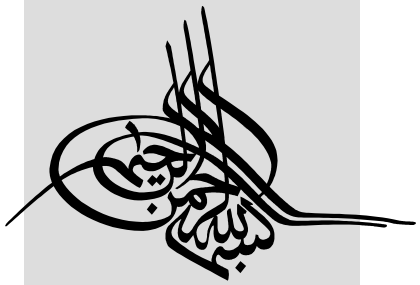


سری کتاب‌های کمک آموزشی کارشناسی ارشد

اصول اصلاح نباتات

مجموعه مهندسی کشاورزی

مؤلفان: محمد مجد، سهیل زرندی

به‌روز رسانی شده (همراه با معلم اینترنتی)
www. Mahanportal.ir

مجد، محمد
اصول اصلاح نباتات/ محمد مجد ـ سهیل زرندی
مهر سبحان، ۱۳۹۲
۱۹٤ص: جدول، نمودار (آمادگی آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی)
ISBN: ۹۷۸-۹٦٤-۱٦٤-۹٦۳-۲
فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
فارسی ـ چاپ دوم
۱- اصول اصلاح نباتات ۲- آزمونها و تمرینها (عالی) ۳- آزمون دورههای تحصیلات تکمیلی
٤- دانشگاهها و مدارس عالی ـ ایران ـ آزمونها
محمد مجد، سهیل زرندی
ج ـ عنوان
۲٦ الف ۳ م / ۱۸۵/۷ SB
رده‌بندی دیویی: ٦۳۱/٥۲۰۷٦
شماره کتابشناسی ملی: ۱۲۸۱۲٦۹

☑ نام کتاب: اصول اصلاح نباتات
☑ مؤلفان: محمد مجد، سهیل زرندی
☑ ناشر: مهر سبحان
☑ نوبت و تاریخ چاپ دوم/ ۱۳۹۲
☑ تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
☑ قیمت: ۱٥۰/۰۰۰ ریال
☑ شابک: ISBN ۹۷۸-۹٦٤-۱٦٤-۹٦۳-۲

انتشارات مهر سبحان: خیابان ولیعصر، بالاتر از تقاطع مطهری، روبروی قنادی هتل بزرگ تهران، جنب بانک ملی، پلاک ۲۰٥۰ تلفن: ٤- ۸۸۱۰۰۱۱۳

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به موسسه آموزش عالی آزاد ماهان میباشد.
هر گونه اقتباس و کپیبرداری از این اثر بدون اخذ مجوز پیگرد قانونی دارد.

مقدمه ناشر

آیا آنانکه می‌دانند با آنانکه نمی‌دانند برابرند؟ (قرآن کریم)

پس از حمد و سپاس و ستایش به درگاه بی همتای احدیت و درود بر محمد مصطفی، عالی نمونه بشریت که در تاریک دور تاریخ، بنا به فرمان نافذ صمدیت از میان مردمی برخاست که خود بودند در پست‌ترین حد توحش و ضلال و بربریت و آنگاه با قوانین شامل خویش هم ایشان را راهبری نمود و رهانید از بدویت و استعانت جوییم از قرآن کریم، کتابی که هست جاودانه و بی‌نقص تا ابدیت.

کتابی که در دست دارید آخرین ویرایش از مجموعه کتب خودآموز مؤسسه آموزش عالی آزاد ماهان است که برمبنای خلاصه درس و تأکید بر نکات مهم و کلیدی و تنوع پرسش‌های چهار گزینه‌ای جمع‌آوری شده است. در این ویرایش ضمن توجه کامل به آخرین تغییرات در سرفصل‌های تعیین شده جهت آزمون‌های ارشد تلاش گردیده است که مطالب از منابع مختلف معتبر و مورد تأکید طراحان ارشد با ذکر مثال‌های متعدد بصورت پرسش‌های چهار گزینه‌ای با کلید و در صورت لزوم تشریح کامل ارائه گردد تا دانشجویان گرامی را از مراجعه به سایر منابع مشابه بی نیاز نماید.

لازم به ذکر است شرکت در آزمون‌های آزمایشی ماهان که در جامعه آماری گسترده و در سطح کشور برگزار می‌گردد می‌تواند محک جدی برای عزیزان دانشجو باشد تا نقاط ضعف احتمالی خود را بیابند و با مرور مجدد مطالب این کتاب، آنها را برطرف سازند که تجربه سال‌های مختلف موکد این مسیر به عنوان مطمئن‌ترین راه برای موفقیت می‌باشد.

لازم به ذکر است از پورتال ماهان به آدرس www.mahanportal.ir می‌توانید خدمات پشتیبانی را دریافت دارید.

و نیز بر خود می‌بالیم که همه ساله میزان تطبیق مطالب این کتاب با سؤالات آزمون‌های ارشد- که از شاخصه‌های مهم ارزیابی کیفی این کتاب‌ها می‌باشد- ما را در محضر شما سربلند می‌نماید.

در خاتمه بر خود واجب می‌دانیم که از همه اساتید بزرگوار و دانشجویان ارجمند از سراسر کشور و حتی خارج از کشور و همه همکاران گرامی که با ارائه نقطه نظرات سازنده خود ما را در پربارتر کردن ویرایش جدید این کتاب یاری نمودند سپاسگزاری نموده و به پاس تلاش‌های بی چشمداشت، این کتاب را به محضرشان تقدیم نماییم.

مؤسسه آموزش عالی آزاد ماهان

معاونت آموزش

مقدمه مؤلفان:

با توجه به افزایش رقابت برای ورود به تحصیلات تکمیلی و تغییراتی که هر ساله در روند طراحی سؤالات صورت می‌گیرد استفاده از منابع جدید، جزوات درسی دانشگاههای معتبر و سؤالات چهار گزینه‌ای آزمونهای کارشناسی ارشد چند سال اخیر ضروری به نظر می‌رسد. لذا کتاب حاضر سعی کرده است که نکات فوق را مدنظر قرار دهد و مطالب ارایه شده در این کتاب به صورت کنکوری و با توجه به سرفصل‌های تعیین شده توسط ستاد انقلاب فرهنگی تدوین شده است لازم به ذکر است که دروس اصلاح نباتات و ژنتیک به نحوی تدوین شده است که برای دو رشته «اصلاح نباتات» و «بیوتکنولوژی کشاورزی» قابل استفاده بوده و همچنین دروس «آمار و احتمالات» و «طرح آزمایشهای کشاورزی» نیز برای سایر رشته‌های کشاورزی که این دروس جزء موارد امتحانی است، قابل استفاده می‌باشد. در پایان هر درس نیز مجموعه سؤالات چهار گزینه‌ای آزمون کارشناسی ارشد ۵ سال اخیر بصورت تشریحی آورده شده که می‌تواند در درک بهتر دروس مربوطه مؤثر باشد.

بی‌شک مطالب ارایه شده در این کتاب خالی از ایراد نمی‌باشد لذا از اساتید و دانشجویان محترم خواهشندیم با راهنمایی خود، در جهت بهبود کمی و کیفی مطالب ما را یاری دهند.

محمد مجد – سهیل زرندی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه‌ای بر اصلاح نباتات	۷
فصل دوم: باروری و تولید مثل در گیاهان	۱۱
فصل سوم: تکامل گیاهان و نگهداری منابع ژنتیکی	۲۵
فصل چهارم: ژنتیک کمی در اصلاح نباتات	۳۵
فصل پنجم: روشهای اصلاح گیاهان زراعی	۵۱
فصل ششم: زیست شناسی مولکولی و کاربرد آن در اصلاح نباتات	۷۹
فصل هفتم:کشت بافت **Tissue Culture**	۸۷
فصل هشتم: مروری بر اصلاح گیاهان زراعی مهم	۹۱
فصل نهم: اصلاح برای مقاومت به بیماری و آفات	۱۲۳
سوالات و پاسخنامه کنکور سراسری سال ۸۲-۹۲	۱۳۹
منابع	۱۹۴

فصل اول

مقدمه‌ای بر اصلاح نباتات

عناوین اصلی

- تعریف اصلاح و نباتات
- اهداف اصلاح نباتات
- مهمترین خصوصیات اصلاحی
- علومی که اصلاح‌گر باید از آنها آگاهی داشته باشد

فصل اول

مقدمه‌ای بر اصلاح نباتات

تعریف اصلاح نباتات : اصلاح نباتات علم و هنر بهبود ژنتیکی گیاهان و در واقع تغییر ژنتیکی گیاهان است که امروزه از دو طریق اصلاح کلاسیک (اصلاح از طریق انتخاب، تلاقی و ....) و مهندسی ژنتیک (اصلاح از طریق دستورزی ژن ها) صورت می‌گیرد.

اهداف اصلاح نباتات : هدف نهایی اصلاح نباتات بهبود خصوصیاتی است که باعث می‌شود گونه مورد نظر ارزش اقتصادی بیشتری پیدا کند.

مهمترین خصوصیات اصلاحی:

۱- عملکرد: از مهمترین اهداف برنامه های اصلاحی به شمار میرود. اصلاح برای عملکرد مشکل می‌باشد زیرا قابلیت توارث عملکرد پایین است زیرا اولاً عملکرد توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و به عبارتی عملکرد از خصوصیاتی است که کنترل آن پلی ژنیک است و صفتی کمی محسوب می‌شود ثانیاً عملکرد تحت تأثیر اثرات محیطی قرار می‌گیرد.

۲- مقاومت به آفات و بیماریها : مثل مقاومت ارقام گندم به زنگ ساقه

۳- مقاومت در برابر تنش های محیطی : تنش‌های محیطی به دو نوع زنده (Biotic) و غیر زنده (Abiotic) تقسیم بندی می‌شوند. تنش محیطی زنده مانند بیماریهای ویروسی، قارچی، باکتریایی و تنش های محیطی غیر زنده مانند خشکی، شوری و سرما.

۴- سازگاری به مکانیزاسیون : که اصلاح در این مورد بدین منظور است که برداشت محصول مورد نظر بوسیلهٔ دستگاههای برداشت راحت تر صورت گیرد مثلاً ایجاد ارقام مقاوم به ریزش بذر.

۵- تغییر کیفیت محصولات کشاورزی : که در جهت بهبود کیفیت مثلاً بهبود الیاف پنبه صورت می‌گیرد.

۶- تولید گیاهان زراعی جدید : بهترین مثال در این مورد گیاه تریتیکاله است که از تلاقی گندم و چاودار بدست می‌آید که کیفیت بالا را از گندم و مقاومت به عوامل محیطی (سرما) را از چاودار به ارث می‌برد. محدودیت مهم در تولید گیاهان زراعی جدید این است که در اثر تلاقی دو گیاه متفاوت برای ایجاد گیاه جدید، اختلالات زیادی از نظر سیتولوژی به وجود می‌آید و معمولاً باعث عقیمی گیاهان حاصله در اثر عدم تعادل کروموزومی می‌شود.

۷- تولید واریته های هیبرید : استفاده از پدیدهٔ هتروزیس یکی از مهمترین عوامل افزایش محصول است که در واریته های هیبرید ظاهر می‌شود که در گیاهانی مانند ذرت، ذرت خوشه ای، آفتابگردان، پیاز و .... به وفور از این پدیده جهت افزایش محصول استفاده شده است.

علومی که اصلاح‌گر باید از آنها آگاهی داشته باشد:

۱- گیاهشناسی ۲- ژنتیک ۳- تکامل ۴- فیزیولوژی گیاهی ۵- بیماریهای گیاهی ۶- آفات گیاهی ۷- آمار حیاتی (بیومتری) ۸- بیوشیمی ۹- شناخت عوامل تولید ازدیادی

فصل دوم

باروری و تولید مثل در گیاهان

عناوین اصلی

- نظام‌های تولیدمثل در گیاهان
- انواع تولیدمثل
- انواع گل
- اجزای گل
- خودگشنی و دگرگشنی در گیاهان زراعی
- عوامل مؤثر در دگر باروری
- انواع آپومیکسی

فصل دوم

باروری و تولید مثل در گیاهان

نظامهای تولید مثل در گیاهان

روش های اصلاح نباتات بستگی کامل به نظامهای متفاوت تولیدمثل دارد. داشتن اطلاعات کافی در باره نظام تولید مثل به شناخت مکانیسم ژنتیکی گیاه نیز کمک می‌کند.

انواع تولید مثل

در گیاهان زراعی تولید مثل یا جنسی (Sexual) و به طریق بذر بوده و یا به طریق غیر جنسی (Asexual) با اعضای رویشی است.

در تولید مثل جنسی گامت های نر و ماده تولید می‌شود (طی پدیدهٔ گامت خونی) و از ترکیب این دو جنین تولید می‌شود و بالاخره بذر تولید می‌شود. در تولید مثل غیر جنسی از قسمت های رویشی مثل غده، ریزوم، ساقه های خزنده و پیاز استفاده می‌شود. همچنین انواع پیوندها و ساقه خوابانیدن نیز جزء تولید مثل غیر جنسی محسوب می‌شود.

* مهمترین عضو در تولید مثل جنسی گل است که از چهار بخش کاسبرگ، (sepal) گلبرگ، (petal) پرچم (stamen) و مادگی (pistill) تشکیل شده است.

انواع گل

- **گل کامل:** هر چهار عضو مزبور را دارند مثل گل پنبه، کتان، تنباکو، کلم، سیب زمینی، سویا، شبدر قرمز، شبدر سفید، یونجه، ماش، سیب و گلابی.

- **گل ناقص:** یک یا چند عضو مزبور را ندارند مثل گندم، جو، برنج، یولاف، نیشکر، ذرت، ذرت خوشه ای. مثلاً در چغندر قند چون فاقد گلبرگ است در نتیجه گل ناقص می‌باشد.

- **گل دو جنسه:** دارای پرچم و مادگی می‌باشد مثل گندم، جو، یولاف، چغندر قند.

- **گل یک جنسه:** یکی از دو عضو پرچم یا مادگی را دارا می‌باشد مثل گردو، ذرت، پسته، خرما.

نکته: گلهای یک جنسه ممکن است فقط دارای پرچم باشند که آنها را گلهای نر (Staminate) و گلهای که فقط مادگی دارند را گلهای ماده (Pistillate) می‌گویند.

نکته: گیاهان دارای گلهای یک جنسه ممکن است یک پایه یا دو پایه باشند. به گیاهانی که گلهای نر و ماده آنها روی یک پایه قرار دارد یک پایه (Monoecius) می‌گویند مثل ذرت، گردو، گیاهانی که گلهای نر و ماده آنها روی دو پایه قرار دارد دو پایه (Dioucius) گویند مثل خرما، پسته، بید، کاج، کنف و رازک.

نکته: گلهای یک جنسه همیشه جزء گلهای ناقص محسوب می‌شوند ولی بعضی از گلهای ناقص دو جنسه بوده و دارای پرچم و مادگی می‌باشند.

اجزای گل:

(میله پرچم) Filament و (پرچم) Stamen و (کیسه گروه) Anther

(تخمدان) Ovary و (خامه) Style و (کلاله) Stigma

(کاسبرگ) Sepal و (گلبرگ) Petal و (مادگی) Pistill

گرده افشانی و باروری (Pollination and Fertilization)

برای تولید بذر در گیاه مراحل متعدد و متوالی باید طی شود که با عمل گرده افشانی شروع می‌شود که پرچم ها و مادگی نقش مهمی را به عهده دارند.

انتقال دانه گرده به سطح کلاله را گرده افشانی یا Pollination می‌گویند. عامل انتقال گرده در گیاهان زراعی متفاوت است که شامل موارد زیر است:

۱- باد : غلات (ذرت، چاودارو ...)، پسته، چغندر قند، فندق

۲- حشرات : سیب، گلابی، یونجه، آفتابگردان، شبدر قرمز

۳- پرندگان : آناناس، توتون، بامیه

۴- آب : شقایق نعمان، فلفل سیاه

۵- جاذبه زمین : گندم، جو، برنج

دانه گرده روی سطح کلاله رشد نموده و هسته رویشی آن ایجاد لوله ای به نام Pollen tube می‌نماید که از طریق خامه و سوراخ میکروپیل به تخمدان وارد می‌شود. هسته زایشی دانه گرده با یک تقسیم هسته ای ایجاد دو هسته زایشی می‌کند. این هسته های زایشی داخل لوله گرده بوده و همزمان با ورود لوله گرده در داخل تخمدان رها می‌شوند. بعد از رها شدن هسته های زایشی دانه گرده در تخمدان، یکی از هسته ها با تخم ترکیب شده و زیگوت (Zygote) را به وجود می‌آورد که این مرحله را باروری (Fertilization) می‌گویند. هستهٔ دوم با هسته‌ای که از ترکیب دو هسته های قطبی تشکیل شده آمیخته می‌شود و هستهٔ حاصله را هسته اولیه اندوسپرم می‌گویند که سه هسته ای است. ترکیب این هسته و ترکیب تخم با هسته زایشی را باروری دو گانه (Double Fertilization) می‌گویند.

با تقسیمات متوالی این دو هستهٔ جنینی و اندوسپرم در نهایت بذری به وجود می‌آید که هم دارای جنین است و هم دارای مواد غذایی ذخیره ای می‌باشد.

نکته: در غلات قسمت اعظم بذر از اندوسپرم تشکیل شده ولی در بذر سویا، بادام زمینی و سایر گیاهان خانواده بقولات اندوسپرم جذب جنین شده و مواد غذایی در برگهای اولیه (کوتیلدون) ذخیره می‌شود. پوسته بذر (Seed Coat) نیز از رشد سلولهای اطراف تخمک به وجود می‌آید.

خودگشنی و دگرگشنی در گیاهان زراعی

* **خودگشنی** (Self Pollination): عبارتست از انتقال دانه گروه یک گل به کلاله همان گل یا به کلاله سایر گلها در همان بوته مانند غلات (گندم و جو).

* **دگر گرده افشانی** (Cross Pollination): انتقال دانه گرده یک گیاه به کلاله گیاه دیگر مثل ذرت و شبدر.

* **گرده افشان باز** (Open Pollination): یعنی گیاه آزاد است که با خودش یا گیاهان دیگر گرده افشانی کند مثل پنبه، ذرت خوشه ای که از اینها تحت عنوان خود – دگر گرده افشان نیز نام برده می‌شود.

***آنتزیس** (Anthesis): مراحلی که منجر به رها شدن دانه گرده می‌شود مثل فشار آمدن به کیسه پرچم و ترکیدن آن.

عوامل موثر در خود باروری

علاوه بر کارهای اصلاحگران مثل پوشاندن گل با کیسه های سلوفان و یا عقیم کردن، عوامل ساختمانی و طبیعی نیز وجود دارد که باعث خود باروری اجباری می‌شوند که عبارتند از :

۱- کلیستوگامی (Cleistogamy) : به گلهایی که هیچ وقت باز نمی شوند اطلاق می‌شود، مانند Hordeum maritimum، Festuca megalura و ۱۰۰٪ خودبارونده.

۲- شازموگامی (Chasmogamy) : در این حالت گلها دیر باز می‌شوند یعنی عمل لقاح و گرده افشانی قبل از باز شدن گل صورت می‌گیرد مثل گندم، جو، یولاف و برنج، تریتیکاله و از ۰/۵ -۰/۵- دگر گروه افشانی دارند.

نکته: مقدار دگرگشنی در گیاهان شازموگام بیشتر از گیاهان کلیستوگام است.

۳- خارج نشدن گل آذین از غلاف مانند گندمیان علوفه ای.

۴- احاطه شدن مادگی با ستون پرچم مثل پنبه، کاهو.

۵- احاطه شدن اندامهای زایشی با گلبرگها و اندامهای دیگر مثل نخود، ماش و لوبیا.

عوامل موثر در دگرباروری

۱- دیکوگامی (Dickogamy) که به واسطهٔ همزمان نرسیدن دانه گرده و کلاله است و اختلاف زمانی در رسیدن کیسه بساک و کلاله سبب بالا رفتن میزان دگرگشنی می‌شود که به دو حالت زیر دیده می‌شود.

الف) پروتاندری (Protandry) که دانه گرده قبل از کلاله می‌رسد مثل ذرت، هویج و آفتابگردان، کنجد، گردو، خیار، نارگیل و ...

ب) پروتوژنی (Protogyny) که کلاله قبل از دانه گرده می‌رسد مثل توت فرنگی و گوجه فرنگی.

۲- یک جنسی بودن: از عوامل موثر در دگرگشنی یک پایگی است یعنی اینکه یا گل نر یا ماده داشته باشد مثل ذرت و یا اینکه دو پایه باشند که در یک پایه‌ها حدود ۵٪ خودباروری دیده می‌شود ولی دو پایه‌ها ۱۰۰٪ خودبارونده.

نکته: مهمترین مکانیسمی که باعث تضمین دگرگشنی می‌شود دو پایگی است مثل شاهدانه، خرما و اسفناج.

۳- خود ناسازگاری: عبارتست از عدم توانایی گیاه دارای سلولهای جنسی نر و ماده فعال برای تولید جنین بوسیلهٔ خود گرده افشانی.

انواع خود ناسازگاری : الف) هترومورفیک ب) هومومورفیک

الف) خود ناسازگاری هترومورفیک

این ناسازگاری به طول نسبی میله پرچم و خامه بستگی دارد. مثلاً در گل پامچال، یک گونه از گیاهان دارای خامه های بلند و پرچم های کوتاه است که Pin می‌گویند و یک گونه خامه های کوتاه و پرچم بلند است که Thrum می‌گویند.

ژنوتیپ Pin، SS و ژنوتیپ Thrum، Ss می‌باشد و ژن S کاملاً بر ژن s غالب است. تلاقی های سازگار در این گونه عبارتند از :

$$\mathrm{Pin(ss)}\times\mathrm{Thrum(Ss)}\rightarrow ۱\mathrm{Pin(ss)}:۱\mathrm{Thrum(Ss)}$$

$$\mathrm{Thrum(Ss)}\times\mathrm{Pin(ss)}\rightarrow ۱\mathrm{Pin(ss)}:۱\mathrm{Thrum(Ss)}$$

و تلاقی $\mathrm{pin}\times\mathrm{pin}$ و $\mathrm{Thrum}\times\mathrm{Thrum}$ ناسازگار است و به عبارتی گیاهانی تلاقی می‌یابند که طول خامه یک گیاه با طول پرچم گیاه دیگر مساوی باشد.

نکته: اثرات اصلی ژن های S و s در ایجاد خودناسازگاری تنها از طریق ایجاد تفاوت طول نسبی میله پرچم و خامه نبوده بلکه در اثر ناسازگاری در کیفیت خامه و لوله گرده نیز می‌باشد. یعنی دانه گرده با ژنوتیپ ss در داخل خامه گیاهی با ژنوتیپ Ss رشد می‌کند و بالعکس.

نکته: در این حالت ژنوتیپی که دانه گرده را تولید می‌کند عمل گرده افشانی را کنترل می‌کند و به این دلیل می‌گویند که نحوه عمل گرده، اسپوروفیتیک می‌باشد.

ب) خودناسازگاری هومورفیک: که شامل خودناسازگاری اسپورفیتی و گامتوفیتی است.

- **خودناسازگاری گامتوفیتیک:** در این نوع، سلول جنسی نر در صورتی قادر به باروری است که عامل موجود در مکان ژنی S با هر دو عامل موجود در مادگی متفاوت باشد که در تنباکو، شبدر قرمز و شبدر سفید، چاودار، چغندرقند و اطلسی مشاهده شده است.

نکته: خود ناسازگاری اسپوروفیتیک وقتی است که دانه گرده و کلاله بطور معمولی دارای یک آلل مشترک باشند.

$S_۱S_۲$ ♀ ماده $\times$ $S_۱S_۲$ ♂ نر $\rightarrow$ ناسازگاری (خود ناسازگاری کامل)

در مثال فوق علت ناسازگاری این است که دانه گرده دارای ژنوتیپ S_1S_2 می‌باشد واجد اللهای S_1 و S_2 است. که هر دوی آنها در کلاله وجود دارد بنابراین نمی‌تواند رشد کند.

نکته: خودناسازگاری گامتوفیتی توسط **ژنوتیپ گامت‌ها** کنترل می‌شود.

$S_1S_2 ♀ \times S_1S_3 ♂ \rightarrow S_1S_3, S_2S_3$ (خودناسازگاری جزیی)

در تلاقی بالا چون گامت نری که آلل S_3 را حمل می‌کند با هیچ کدام از آللهای خامه (S_1, S_2) مشابه نمی باشد در نتیجه ناسازگار نمی باشد. و در شبدر قرمز با یک ژن در چاودار دو ژن و در چغندرقند با ۴ ژن کنترل می‌شود.

$S_1S_2 ♀ \times S_3S_4 ♂ \rightarrow S_1S_3, S_1S_4, S_2S_3, S_2S_4$

توجه: عامل خودناسازگاری گامتوفیتک در «خامه» می‌باشد. و در کلم و آفتابگران مشاهده شده است و در تک لپه‌ایها مشاهده نشده است.

- **خود ناسازگاری اسپورفیتیک :** در این نوع، رابطه خود ناسازگاری گرده به وسیلهٔ «گیاه تولید کننده گرده» تعیین می‌شود و در این نظام یکسری آللها در یک لوکوس دخیل می‌باشند.

در این سیستم آلل S_1 نسبت به همه آللهای دیگر غالب است. آلل S_2 نسبت به آللهای دیگر به جز S_1 غالب است و بدین ترتیب.

رابطهٔ غالبیت $S_1 > S_2 > S_3 > ... > S_n$

$S_1S_2 ♀ \times S_1S_3 ♂ \rightarrow$ ناسازگار

تلاقی بالا به این دلیل ناسازگار است چون هر دو گرده با ژنوتیپ S_1 و S_3 دارای فنوتیپ آلل S_1 هستند و ژنوتیپ S_1 با بافت کلاله S_1S_2 سازگار نمی باشد.

مقایسه خود ناسازگاری اسپورفیتی و گامتوفیتی

۱- عامل خودناسازگاری اسپورفیتی «کلاله» است ولی خود ناسازگاری گامتوفیتی «خامه» است.

۲- خود ناسازگاری اسپوروفیتی در یک مکان ژنی و همراه با وجود غالبیت است ولی خود ناسازگاری گامتوفیتی در یک یا چند مکان ژنی است و غالبیت وجود ندارد یا نوع خاصی از غالبیت وجود دارد.

۳- میزان خود ناسازگاری اسپروفیتی یا صفر است یا صد درصد. ولی میزان خودناسازگاری گامتوفیتی متغیر است.

نکته: هر چه تعداد مکانهای ژنی بیشتر شود امکان ناسازگاری کمتر می‌شود. و خود ناسازگاری کاملاً مانع خودباروری نمی‌شود بلکه مقداری بذر در اثر عواملی‌مثل موتاسیون، سرما و گرما و اپیستازی در اثر خود باروری ایجاد می‌شود که به این حالت سازگاری کاذب می‌گویند.

خودناسازگاری نسبی:

این سیستم با درجه تأثیر کمتر گردهٔ خودی در ایجاد باروری در مقایسه با گردهٔ خارجی از فرد دیگر همراه است. این وضعیت حتی اگر خودناسازگاری کامل نباشد اجازه تولید درصد بالای بذر دگر گرده افشان به وسیله گرده افشانی آزاد را میدهد.

دو مکانیسم عامل کاهش توانایی گرده خودی در باروری تخمک است :

۱- لوله گرده خودی برای رسیدن به تخمدانها دارای رشد کافی در خامه نمی باشند.

۲- لوله های گرده خودی که برای رسیدن به تخمدان به اندازه کافی رشد کرده اند نسبت به لوله های گرده خارجی قابلیت نفوذ کمتری به تخمدان دارند.

۴- نر عقیمی (Male Sterility)

نر عقیمی در حالت های مختلف بروز می‌کند :

الف) گرده به طور کلی تولید نشود یا بسیار کم تولید شود که به این حالت گرده عقیمی (Pollen Sterility) می‌گویند.

ب) پرچم‌ها ناقص بوده و یا اصولاً پرچم ها یا گلهای نر رشد نکنند که به این حالت پرچم عقیمی(Staminal Sterility) می‌گویند.

ج) دانه گرده طبیعی باشد ولی قادر به شکفتن پوسته گرده و جوانه زدن نباشد که به این حالت موضع عقیمی (Positional Sterility) می‌گویند.

معمولاً منظور از نر عقیمی، گرده عقیمی می‌باشد که ممکن است در نتیجه اثرات ژن یا ژنها و یا ترکیبی از اثرات ژنها و سیتوپلاسم و یا فقط سیتوپلاسم به وجود آمده باشد.

نر عقیمی ژنتیکی :

معمولاً با یک ژن مغلوب ms کنترل می‌شود و در گوجه فرنگی، سیب زمینی و گندم یافت شده است. گیاهان دیپلوئید در حالت msms نر عقیم هستند ولی در حالتهای Msms یا MsMs نر بارورند. برای نگهداری و تکثیر گیاهان نر عقیم، گیاه نر عقیم با یک گیاه نر بارور غالب تلاقی داده می‌شود و طبق شکل زیر انجام می‌شود.

Ms Ms × ms ms

↓

صد در صد نر بارور Ms ms ⊗ selfing

↓

۲۵٪ نر عقیم (۱MsMs : ۲Ms ms : ۱ ms ms)

↓

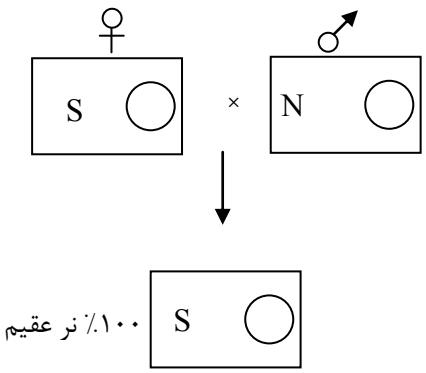
۳۳٪ نر عقیم (۲Msms : ۱ms ms)

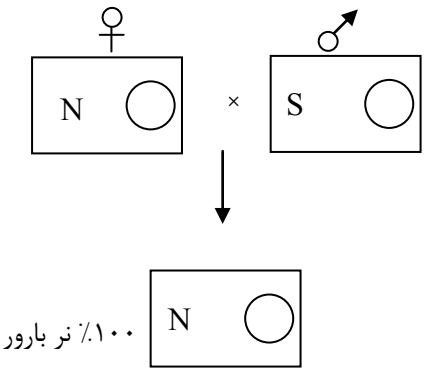
↓

۵۰٪ نر عقیم (۱Msms : ۱m ms)

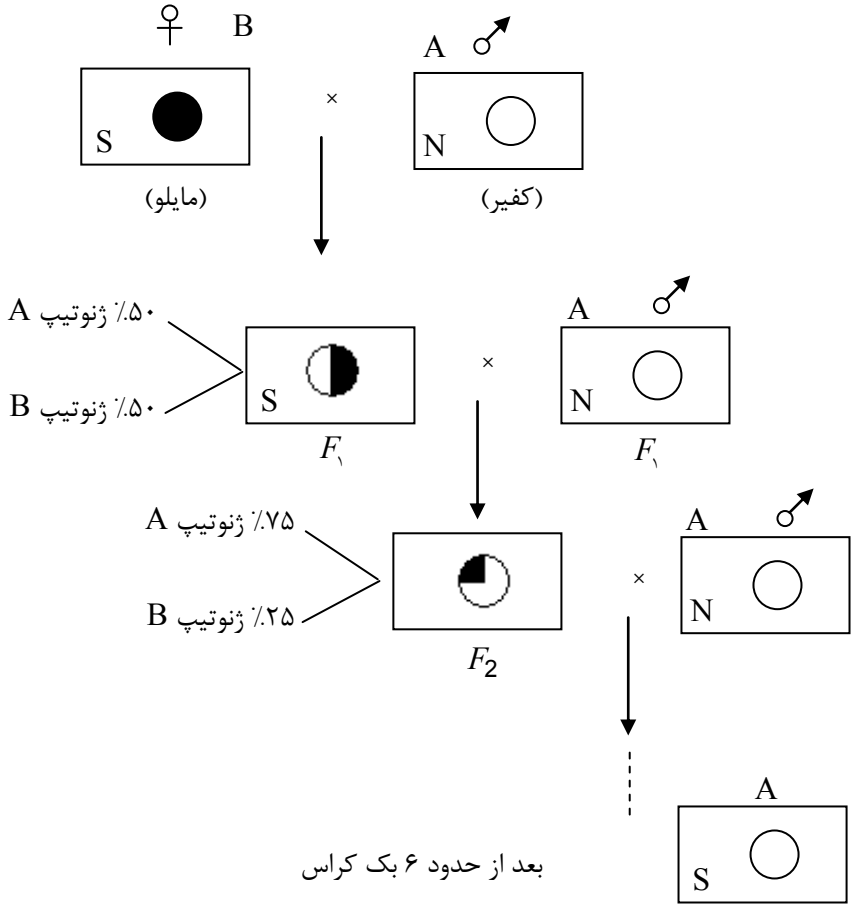
نر عقیمی سیتوپلاسمی

عواملی که باعث نر عقیمی می‌شوند در سیتوپلاسم قرار دارند که معمولاً ژنهای داخل میتوکندری می‌باشند. افراد با سیتوپلاسم S عقیم‌اند و افراد با سیتوپلاسم N نر بارور هستند. چون سیتوپلاسم از طریق والد ماده به نتاج منتقل می‌شود اگر سیتوپلاسم در ماده N باشد نتاج نیز نرمال و اگر S باشد نتاج نیز Sخواهد بود این نوع نر عقیمی در ذرت، پیاز، چغندرقند، هویج و فلفل مشاهده شده است.





نکته: نر عقیمی سیتوپلاسمی را می‌توان از طریق تلاقی برگشتی به واریته‌های مورد نظر انتقال دارد و این کار با استفاده از انتقال ژنهای هسته‌ای با استفاده از تلاقی برگشتی به داخل سیتوپلاسم انجام می‌دهند مثلاً انتقال کروموزومهای هسته‌ای کفیر به سیتوپلاسم میلو در ذرت خوشه‌ای و یا در گندم سیتوپلاسم نر عقیم از T.timopheevi شناسایی شده است.



در مثال فوق در هر نسل تلاقی برگشتی یا بک کراس از نسبت ژنوم والد بخشنده (B) کاسته می‌شود. و می‌توان نسبت ژنوم والد بخشنده را در نسلهای مختلف با توجه به فرمول زیر حساب کرد.

$$\text{نسبت والد بخشنده} = \left(\frac{۱}{۲}\right)^{n+۱}$$

که در آن n تعداد تلاقی برگشتی است و نسبت والد دوره‌ای (A) برابر است با:

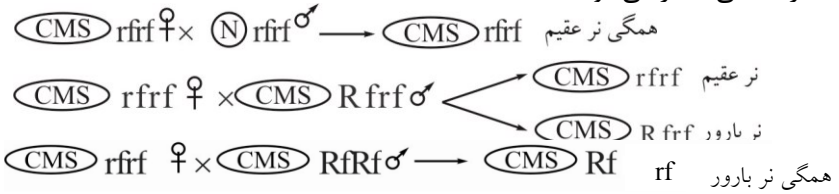
$$\text{نسبت والد دوره‌ای (A)} = ۱ - \left(\frac{۱}{۲}\right)^{n+۱}$$

نکته: نر عقیمی سیتوپلاسمی فقط از طریق والد مادری به نتاج انتقال می‌یابد.

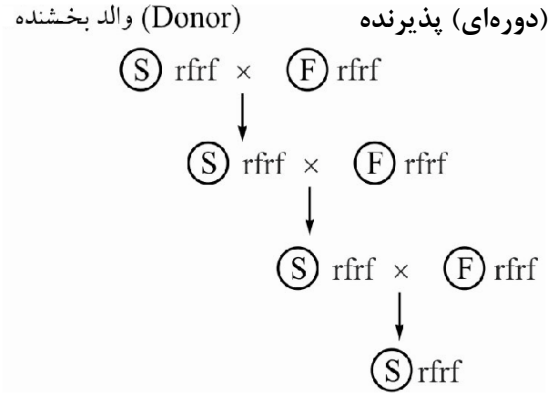
نر عقیمی سیتوپلاسمی ـ ژنتیکی:

از طریق سیتوپلاسم اداره می‌شود ولی تحت تأثیر ژنهای کروموزومی قرار می‌گیرد و مانند نر عقیمی ژنتیکی به تولید گلهایی با بساک یا دانه های گرده غیر فعال منجر می‌شود. سیتوپلاسم عامل ایجاد نر عقیمی را با CMS نشان می‌دهند و برخلاف سیتوپلاسم طبیعی (N) نمو طبیعی بساکها و گرده های فعال وجود ندارد. و برای اولین بار نر عقیمها سیتوپلاسمی ژنتیکی در پیاژه مشاهده شده است.

* نر عقیمی سیتوپلاسمی ممکن است با عمل ژنهای باز گرداننده باروری RF (Fertility – restoring genes) که روی کروموزومها قرار دارند، تغییر یابد. در حضور یک عامل غالب Rf سیتوپلاسم عقیم غیر فعال شده و بساک دانه های گرده طبیعی را تولید می‌کند ولی در حضور اللهای مغلوب f، نر عقیمی ظاهر می‌شود.



- در برخی منابع به جای CMS از علامت S استفاده می‌شود این نوع نر عقیمی را نر عقیمی سیتوپلاسمی – ژنتیکی می‌گویند.
* پدیده نر عقیمی سیتوپلاسمی – ژنتیکی را توسط روش تلاقی برگشتی می‌توان به واریته های مورد نظر انتقال داد. در هر نسل لینهٔ نر عقیم (S)rfrf را با لینه مشابه آن که نر بارور می‌باشد تلاقی می‌دهند.



نکته: در نر عقیمی سیتوپلاسمی ـ ژنتیکی حضور فقط یکی از عوامل باروری چه سیتوپلاسم بارور (N) و چه ژن نرباروری (RF) برای وجود باروری کافی است.

کاربردهای نر عقیمی در اصلاح نباتات

۱- حذف نیاز به اخته کردن برای دو رگ گیری که عمدتاً در گیاهان زراعی خود گشن استفاده می‌شود که اگر بتوان یک رقم نر عقیم را به عنوان والد ماده استفاده کرد دیگر به اخته نمودن نیازی نیست.

۲- افزایش دگر گرده افشانی طبیعی در گیاهان خودگشن

۳- تسهیل تولید بذر هیبرید: که یکی از مشکلات مهم تولید بذور هیبرید عقیم کردن پایه های مادری در مزرعه جهت تلاقی می‌باشد که بسیار وقت گیر و هزینه بردار است و با نر عقیمی این مشکل حل می‌شود.

القای نر عقیمی بطور شیمیایی

مواد شیمیایی که باعث ایجاد نر عقیمی می‌شوند تحت عناوین گامت کش، بازدارندهٔ گرده و عوامل دو رگ شیمیایی نامیده می‌شوند که قبل از گلدهی این مواد روی برگها پاشیده می‌شود و در نتیجه از تولید گرده فعال ممانعت به عمل می‌آورد.

نکته: زمانی که نر عقیمی وجود نداشته باشد برای تولید هیبرید به سراغ خود ناسازگاری می‌رویم.

انواع لینه:

لینه خالص: نتایج حاصل از خود باروری یک فرد هموزیگوس. (Pure line)

لینه اینبرد: نتایج حاصل از خود باروری یک فرد هتروزیگوس. (Inbred Line)

لینه ایزوژن: لینه‌هایی که در تمامی صفات به جز یک یا دو صفت مطلوب مشابه هستند و از طریق برگشتی به دست می‌آیند.

آپومیکسی (Apomixis)

یک پدیدهٔ غیر جنسی است که جایگزین تولید مثل جنسی در گیاهان گلدار خاصی شده است و عبارت است از تولید بذر بدون اتحاد گامت های نر و ماده.

آپومیکسی به دو نوع اجباری و اختیاری تقسیم بندی می‌شود.

- آپومیکسی اجباری : تمام بذور تولیدی حاصل تولید مثل غیر جنسی است.

- آپومیکسی اختیاری : قسمت اعظم بذر از طریق غیر جنسی تولید می‌شود ولی تولید مثل جنسی بطور منظم انجام می‌شود.

انواع آپومیکسی

۱- آپوسپوری (Apospory) : در این حالت کیسهٔ جنین از تقسیم یک سلول دیپلوئید اطراف تخمک بدون کاهش کروموزومی حاصل می‌شود و در نتیجه تخمزا دیپلوئید خواهد بود. اگر این تخمزای دیپلوئید رشد کند و به جنین تبدیل شود جنین به گیاهی تبدیل می‌شود که مشابه والد مادری خواهد بود. در ذرت خوشه ای مشاهده شده است.

۲- دیپلوسپوری (Diplospory) : در این حالت سلول دیپلوئید مادری مگاسپور مستقیماً به جنین تبدیل می‌شود و جنین رشد کرده و گیاه کامل ایجاد می‌کند که در سورگوم و گندمیان علوفه‌ای مثل اگروپیرون مشاهده شده است. در آپوسپوری آندوسپرم ۵n کروموزومی است چون باروری کاذب داریم. و در این نوع از آپومیسکی معمولاً باروری کاذب انجام نشده و در نتیجه آندوسپرم ۴n کروموزومی است.

۳- آپوگامی (Apogamy) : جنین از ترکیب دو هسته داخل کیسهٔ جنینی غیر از تخمزا حاصل می‌شود. ممکن است دو هسته قرینه (سینرژید) یا دو هسته متقاطرها (آنتی پدال) با هم ترکیب شوند و جنین ایجاد شود که در سرخس‌ها allium مشاهده شده است. جنین در این حالت می‌تواند هاپلویید (n) یا دیپلویید (۲n) باشد.

۴- پارتنوژنز (Parthenogene)(**بکرزایی، ماده‌زایی**) : اگر جنین مستقیماً از رشد تخمزا و بدون ترکیب با گامت نر حاصل شود. در ذرت دیده شده است.

- **پارتنوژنز تکراری** : جنین از رشد "تخمزای دیپلوئید" به وجود می‌آید و در نتیجه چون جنین دیپلوئید است قادر به تولید مثل است و می‌تواند مشابه خود را تولید کند.

- **پارتنوژنز غیر تکراری** : جنین از رشد "تخمزای هاپلوئید" به وجود می‌آید و گیاه حاصل هاپلویید است و قادر به تولید مثل نمی‌باشد.

۵- آندروژنی (Androgenesis) : در این حالت، دانه گرده رشد کرده و جنین تشکیل میدهد و تخمزا دخالتی ندارد. این جنین هاپلوئید (n) به یک گیاه هاپلوئید تبدیل می‌شود. در ذرت مشاهده شده است.

۶- سمی گامی (Semigamy) : تلاقی صورت می‌گیرد ولی هسته تخمزا با هسته دانه گرده ترکیب نمی شود و یک جنین دی هاپلوئید $(n+n)$ ایجاد می‌شود که در پنبه مشاهده شده است.

۷- جنین زایی نابجا: در این حالت بافت خورش به جنین تبدیل می‌شود پی جنین ۲n کروموزومی می‌شود چون خورش ۲n کروموزومی است. در مرکبات مشاهده شده است.

نکته: به جز آندروژنی که جنین n کروموزومی شبیه پدری است و جنین زای نابجا که ۳n کروموزومی است در بقیه حالات جنین‌های n یا ۲n کروموزومی شبیه مادری دیده می‌شود.

نکته: آپوسپوری آپومیسکی اختیاری است ولی دیپلوسپوری آپومیکسی اجباری است.

نکته: آپومیسکی تحت کنترل ژن و محیط است و اکثراً امکان ژنی در این کار دخیل است و از عوامل محیطی هم طول روز بیشتر دخیل است.

راههای تشخیص آپومیکسی

۱- استفاده از ژنهای نشانگر : دو بوته را که یکی والد مادری که دارای صفت مغلوب است و دیگری والد پدری که دارای صفت غالب است تلاقی داده و اگر نتاج حاصل شبیه والد مادری باشد تکثیر به طریق آپومیکسی است.

۲- تلاقی دو بوته با تعداد کروموزومهای متفاوت : اگر تعداد کروموزومهای نتاج برابر والد مادری باشد تکثیر به طریق آپومیکسی است. مثلاً از تلاقی $♀2x \times 4x ♂$ اگر نتاج ۲x باشد، آپومیکسی است.

۳-حذف پرچم‌ها و تشکیل جنین

۴-مطالعات سیتوژنتیکی که نحوه تشکیل گامت ماده و ایجاد کیسه جنین بررسی می‌شود.