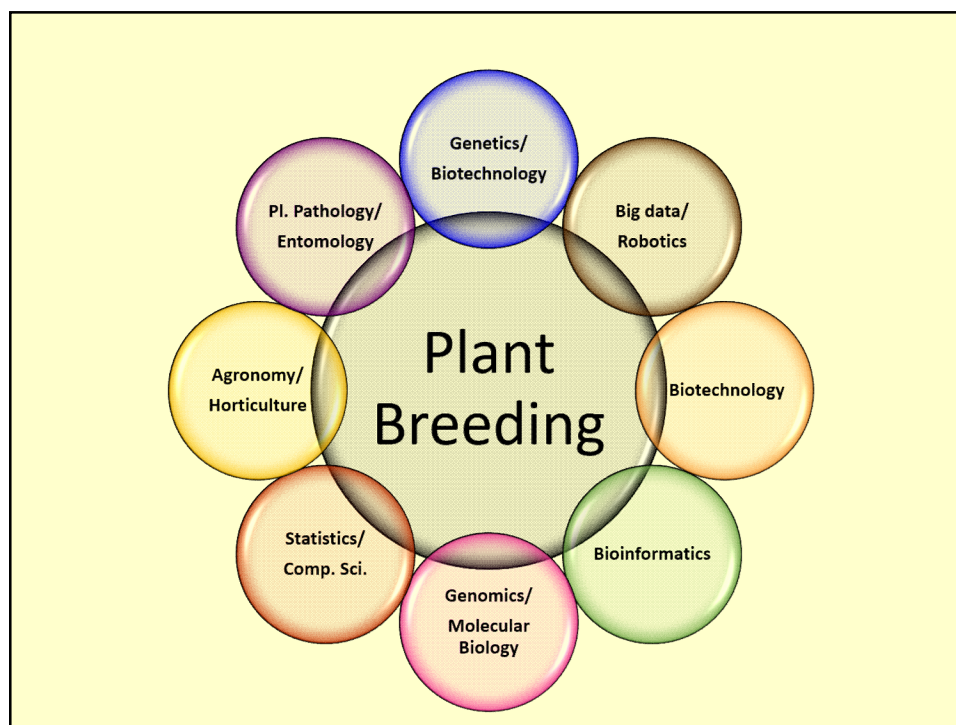


اصلاح نباتات خصوصی
به نژادی گیاهان زراعی
Plant Breeding



گندم

- گندم (Wheat) مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا
- بیشترین سطح زیر کشت و بیشترین میزان تولید
- در اکثر جوامع انسانی به ویژه در جوامع کم‌درآمد، گندم مهم‌ترین منبع غذایی
- کشورهای صادرکننده گندم، به عنوان «قدرت سبز» معرفی می‌شوند
- علاوه بر نان، انواع شیرینی، ماکارونی، دکستروز، الکل، خمیر کاغذ و محصولات متنوع دیگر
- نوع و میزان پروتئین‌های موجود در گندم، در مناسب بودن آنها برای تهیه هر یک از فرآورده‌های مذکور مؤثر می‌باشد
- اهمیت گندم در تهیه نان به خاطر وجود پروتئینی به نام گلوتن (گلوتنین+گلیادین) در اندوسپرم دانه
- به علت ایجاد خاصیت چسبندگی و الاستیکی در خمیر گندم مانع خروج گاز CO_2 حاصل از تخمیر و سبب حجیم شدن نان می‌شود.
- تنها دانه گندم و به میزان کمتری دانه چاودار دارای این خاصیت می‌باشند

اهمیت اصلاح گندم

- $P_0(1+r)^n$
- $P = \text{Population}$ $r = \text{rate}$ $n = \text{year}$ $P_0 = \text{base Population}$
- اگر نرخ رشد $(r = 0.04)$ و $n = 20$ و $P_0 = 89,000,000$ باشد، با همین نرخ ۲۰ سال آینده جمعیت به ۱۹۰ میلیون نفر می‌رسد.
- مساحت زمینهای زیر کشت در ایران: ۱۶ میلیون هکتار
- ۸ میلیون هکتار آبی و ۸ میلیون هکتار دیم
- طبق استانداردهای سازمان ملل، هر هکتار زمین کفاف دو نفر
- یعنی در مجموع ۳۲ میلیون نفر
- کشت دیم تناوب دارد و یکسال در میان کشت میشود و کفاف ۸ میلیون نفر را میدهد.
- پس ۳۲ میلیون نفر به ۲۴ میلیون نفر کاهش می‌یابد.
- با دو فرض خوشبینانه: (۱) دیم را هر ساله بکاریم و (۲) هر هکتار برای ۳ نفر کفایت کند:
- مجموع زمینهای کشاورزی ما برای ۴۸ میلیون نفر کافی خواهد بود.
- در حال حاضر جمعیت کشور ما بیش از ۷۰ میلیون نفر است
- اصلاح نباتات یا کشاورزی نوین معادله ۴۸ میلیون نفر را می‌تواند به هم بزنند.

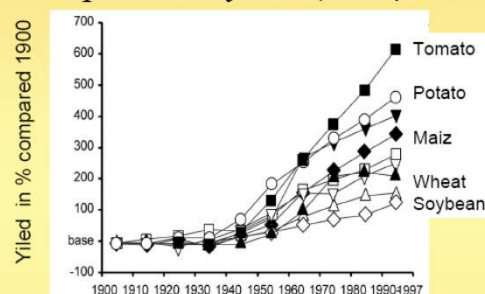
تعریف اصلاح نباتات

- Peter در سال (۱۹۷۶) عنوان داشت که «بدون وجود به‌نژادگر هیچ گیاهی به‌صورت اهلی شده در طبیعت وجود نداشت و بدون گیاهان اهلی غذایی در جهان نبود. زیرا به نژادگر به گیاهان وحشی مدل داد و آنها را به صورت امروزی درآورد.»
- تعریف به نژادی یا اصلاح نباتات
- اصلاح نباتات دارای سه جنبه هنر، علم و تکنولوژی است که بوسیله آن ساختار ژنتیکی گیاه را در جهت منافع اقتصادی خود تغییر می‌دهیم و اهلی کردن گیاهان جنبه‌ای از اصلاح نباتات می‌باشد
- هنر: در قدیم بیشتر روی گیاهان زینتی به عنوان تفریح و هنر کار می‌شد و امروزه فردی که گیاهان را از جنبه‌های مختلف اصلاح می‌کند یک هنرمند است چون مهارت زیادی در انتخاب گیاهان باید داشته باشد
- علم: به واسطه آن می‌توان مرزهای دانش را گسترش داد. مثل کشف قوانین مندل، کشف ترانسپوزون‌ها
- تکنولوژی: به نژادگر با کار خود نه تنها مرزهای دانش را گسترش می‌دهد بلکه علوم گذشته را نیز بکار می‌گیرد، تکنولوژی یعنی کاربرد علم

هنر و اعجاز اصلاح نباتات

- عملکرد یولاف، گندم، جو، برنج، پنبه، سویا، در اکثر کشورهای جهان دو برابر
- ذرت، سورگوم، بادام زمینی و توتون در واحد سطح در دنیا سه برابر
- متوسط عملکرد سیب زمینی در دنیا ۴ برابر و در بعضی مکان‌ها ۸ برابر
- بین $\frac{2}{3}$ تا $\frac{1}{3}$ این پیشرفت‌ها سهم اصلاح نباتات است (بین ۳۳ درصد تا ۶۷ درصد)
- اگر ذرت هیبرید در این ارقام وارد شود ۶۷ درصد عدد مناسبی است و اگر برای سایر گیاهان ۳۳ درصد عدد مناسبی باشد، در مجموع ۵۰ درصد عدد مناسبی برای سهم اصلاح نباتات برای کلیه گیاهان می‌باشد.

Development of yield (example USA, 1900-1997)



Due to:

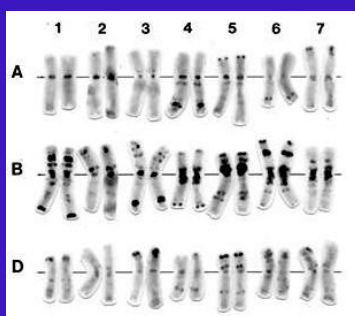
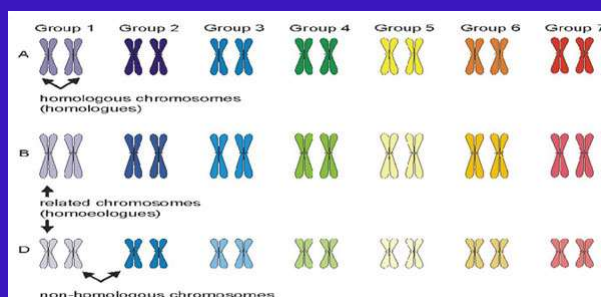
more favorable cultural conditions (soil nutrients, water supply, pest control) and improved genetic potential of cultivars (plant breeding 20 – 30%)

مبدأ ژنتیکی Genetic origin

- اهمیت: هنگامی که نیاز به ژن های مفید خصوصاً ژن های مقاوم به استرس ها می باشد و آنها را در گندم های هگزاپلوئید و تتراپلوئید زراعی پیدا نمی کنیم با مراجعه به خویشاوندان آن این امر تحقق می یابد
- آلو هگزاپلوئید ؟؟؟؟
- یعنی چندین گروه فامیلی در طبیعت باعث تشکیل این گیاه پلی پلوئید شده اند
- گونه های جنس تری تیکوم (*Triticum*) از لحاظ سطح پلوئیدی
 - دیپلوئید: (*T. monococcum* شامل $2n=2x=14$, Diploid)
 - تتراپلوئید: (*T. turgidum* شامل $2n=4x=28$, Tetraploid) که برای مصرف ماکارونی و اسپاگتی است. گندم تتراپلوئید را *emmer* نیز گویند.
 - هگزاپلوئید: (*T. aestivum* شامل $2n=6x=42$, Hexaploid) که عمدتاً برای مصرف نان به کار می رود
- چرا $2n$ ؟؟؟؟
- چرا $6x$ ؟
- چون رفتار گندم دیپلوئیدی است، یعنی در میوز هیچ وقت تتراد به شکل سه یا ... کروموزومی نداریم
- چون از ۶ دسته کروموزومی تشکیل شده است که ۲ به دو شبیه هم هستند.

ژنتیک گندم

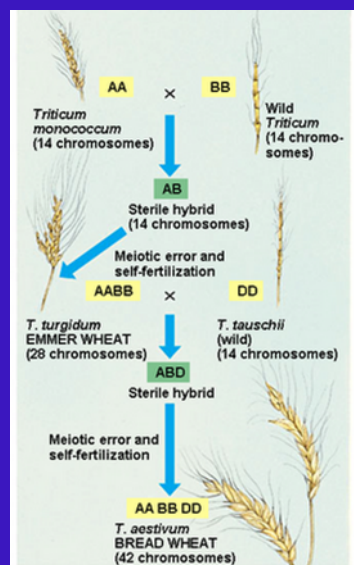
- گونه‌های دیپلوئید از یک گونه دیپلوئید بوجود آمده‌اند که تا به امروز به چندین ژنوم تفرق یافته‌اند
- گونه‌های تتراپلوئید از ترکیب دو گونه دیپلوئید
- گونه‌های هگزاپلوئید از اضافه شدن ژنوم دیپلوئید سوم به گونه تتراپلوئید
- در گندم هگزاپلوئید عدد ژنتیکی (Genetic number) کروموزومی برابر با ۲۱ می‌باشد، که به ۷ گروه همیولوگ (Homoeologous group) تقسیم می‌شود.
- هر گروه همیولوگ دارای سه کروموزوم تقریباً همولوگ می‌باشد چون از ژنوم‌های مختلف D و B, A آمده‌اند
- اگر کروموزوم‌ها کاملاً شبیه هم باشند همولوگ و چون در اینجا کروموزوم‌ها از فامیل‌های مختلف آمده‌اند در بعضی لوکوس‌ها مشابهند و به همین دلیل همیولوگ گفته می‌شود.
- کروموزوم‌های داخل یک گروه همیولوگ دارای تعداد زیادی مکان ژنی (Loci) مشترک
- مشترک بودن لوکوس‌ها نشان‌دهنده این است که ژنوم‌ها احتمالاً دارای یک جد مشترک
- به طور کلی در تکامل گیاهان هر چه لوکوس‌های مشترک بیشتر باشند جد مشترک آنها در سال‌های اخیرتر بوده است و هر چه لوکوس‌های مشترک آنها کمتر باشد جد مشترک آنها در سال‌های دورتر بوده است.



رفتار دیپلوئیدی

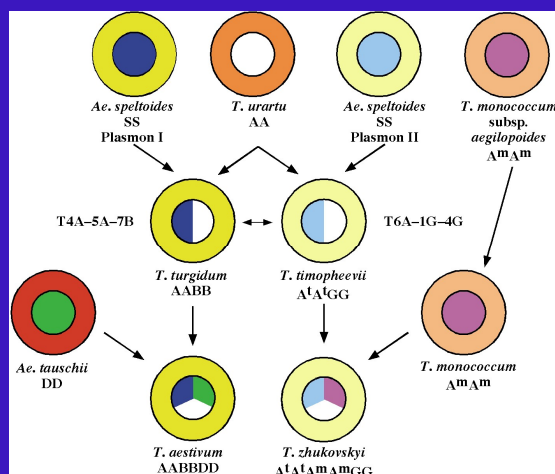
- گندم نان دارای ۶ گروه کروموزومی است و هگزاپلوئید گفته می‌شود (۶X). اما چون در هنگام میوز رفتار دیپلوئیدی از خود نشان می‌دهد آن را ۲n می‌نامند
- بدلیل اشتراکات زیاد مکان‌های ژنی (لوکوس‌ها) روی کروموزوم‌های همیولوگ انتظار داریم که رفتار میوز به طور طبیعی انجام نشود یعنی بی‌نظمی‌هایی در جفت شدن بینیم
- یک ژن غالب بنام *ph* روی کروموزوم 5B قرار دارد که نمی‌گذارد کروموزوم‌های همیولوگ با هم جفت شوند
- اگر به‌نحوی این ژن یا این کروموزوم را حذف کنیم انواع اشکال جفت شدن نامنظم در هنگام میوز بین کروموزوم‌های همیولوگ مشاهده می‌گردد.

نحوه تکامل گندم



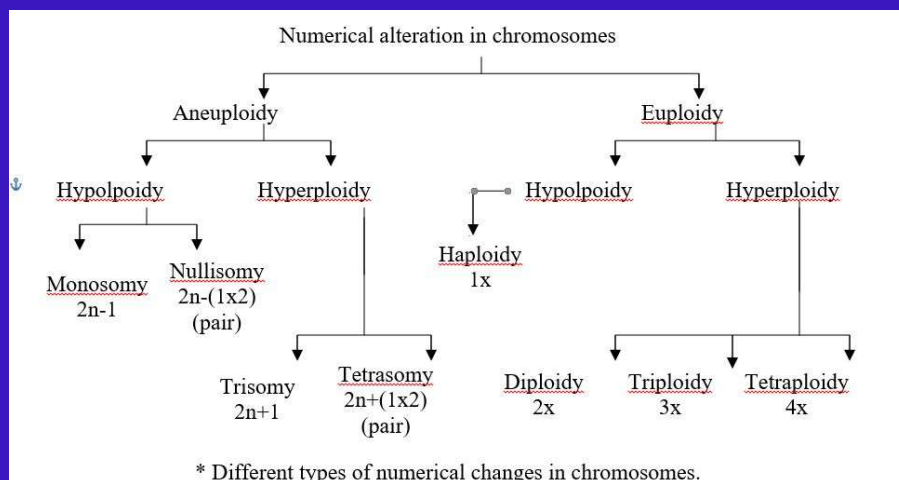
- منشأ جغرافیایی گندم آسیای جنوب غربی
- از لحاظ سطح پلوئیدی به سه گروه دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید

Current theory of the evolution of wheat



مطالعه وراثت صفات

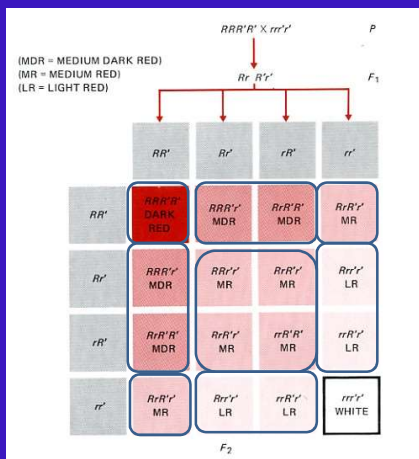
- به دلیل هگزاپلوئید بودن گندم، امکان مطالعه وراثت صفات به روش‌های معمولی مندلی از طریق تلاقی، تست کراس و کراسینگ‌اوور وجود ندارد
- یک صفت توسط هر سه ژنوم کنترل شود که در این صورت نسبت‌های مندلی ما را از حقیقت دور خواهند کرد
- برای بررسی نحوه توارث صفات در گندم (جایگاه ژن روی کروموزوم)، از مونوسومی استفاده می‌شود
- پس از ایجاد مونوسوم‌ها، آنها را با افراد تستر تلاقی می‌دهند و سپس تفکیک نتاج را از نظر صفت مورد ارزیابی مورد بررسی قرار می‌دهند
- اگر ژن کنترل‌کننده صفت مورد نظر روی کروموزوم مونوسوم باشد، نسبت نتاج با حالت طبیعی فرق خواهد کرد
- با استفاده از این روش می‌توان دانست که مکان ژن روی کدام کروموزوم است و فاصله ژن‌ها در روی کروموزوم‌ها قابل محاسبه نخواهند بود.
- تمرین: چگونگی تعیین مکان ژن غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت را با استفاده از مونوسومی با رسم دیاگرام مربوطه شرح دهید.



نحوه توارث و دست‌ورزی کروموزوم

Inheritance & chromosome manipulation

- به دلیل ماهیت پلی‌پلوئید بودن گندم، مطالعه نحوه توارث در آن مشکل
- چون مکان‌های ژنی مشترک بین ژنوم‌های A ، B و D وجود دارد، بسیاری از صفات توسط بیش از یک ژن کنترل می‌شود و منشأ آن ژن‌ها از ژنوم‌های مختلف
- داشتن مکان‌های ژنی مشترک در یک موجود را اضافات ژنتیکی (Genetic redundancy) گویند.
- برای مثال نیلسون اهل دو رقم گندم قرمز و سفید را تلاقی داد، F_1 را خودگشن نمود و به F_2 برد و رنگ دانه در F_2 را گروه‌بندی کرد Nilsson Ehle



۱ فرد قرمز تیره، ۴ فرد قرمز کمی تیره، ۶ فرد قرمز متوسط، ۴ فرد قرمز روشن و ۱ فرد سفید با اضافه شدن هر ژن غالب، رنگ قرمز تشدید می‌شود. این خاصیت را اثر افزایش یا تراکمی ژن‌ها (Additive gene effect) گویند

ضرایب از این فرمول بدست می‌آیند:

$$(R+r)^4 = R^4 + 4R^3r + 6R^2r^2 + 4Rr^3 + r^4$$

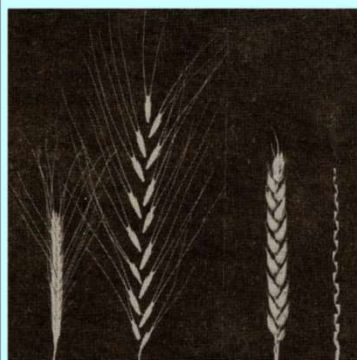
عادت رشد گندم

- عمده فامیل غلات در منطقه جنوب غرب آسیا
- تنوع ژنتیکی گندم در تمام سطح پلوتیدی
- به دلیل همین تنوع است که می‌توان گندم را در ناحیه وسیع آب و هوایی کاشت
- آب و هوای خنک و خشک ایده‌آل‌ترین محیط برای رشد گندم
- یکی از محدودیت‌های رشد گندم در بعضی از مکان‌ها، عادت رشد (Growth habit) می‌باشد
- به‌نژادگران سعی می‌کنند تا با بی‌اثر کردن عادت رشد، بتوان گندم را در محیط وسیع‌تری کشت نمود
- گندم دارای طیفی از تیپ زمستانه یا پائیزه تا بهاره می‌باشد
- نوع زمستانه در اوایل رشد حالت روزت یا خوابیده (Prostrate) دارد و حال آنکه تیپ بهاره حالتی ایستاده (Errect) دارد
- تفاوت مشخص بین این دو نوع گندم، نیاز تیپ زمستانه به دوره سرمادهی یا ورنالیزاسیون می‌باشد
- معمولاً ۶ هفته در ۴°C است، (در پتسری‌دیش بعد از جوانه‌زنی در حدود ۱ سانتی‌متر، ظرف را در یخچال می‌گذارند)
- تفاوت دیگر آنست که تحمل تیپ زمستانه به سرما بیشتر است
- گندم‌های بینابین (Facultative) قابل کشت در بهار و پاییز می‌باشند، ولی معهذاً نیاز به کمی سرما دارند تا در بهار تحمل خود را افزایش دهند

اهمیت عادت رشد

- دانستن تیپ زمستانه و بهاره در یک برنامه به‌نژادی ضروری است
- چون اگر این دو را با هم تلاقی دهیم در نسل F_2 برای این صفت تفرق داریم
- اگر نیاز سرمایی ژنوتیپ‌هایی که تمایل به تیپ زمستانه دارند، تأمین نشود به گل نخواهند رفت و در نتیجه تعداد زیادی افراد را از دست می‌دهیم
- موفقیت در هر برنامه به‌نژادی این است که جمعیت بیشتری ایجاد کنیم
- بهاره بودن بر زمستانه بودن نسبتاً غالب
- عادت رشد توسط ۲ تا ۳ ژن کنترل می‌شود

Wild plant *versus* cultivated plant



T. monococcum

T. aestivum

Difference in:

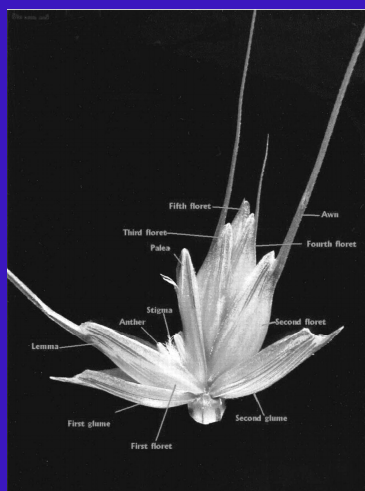
- yield
- content
- germination synchronity
- maturation
- resistance

ذخایر یا منابع ژنتیکی Genetic Resources

- لازمه هر برنامه به نژادی وجود تنوع
- متأسفانه به دلایلی فرسایش ژنتیکی (Genetic erosion) رخ داده است که همان از دست رفتن تدریجی ذخایر ژنتیکی می باشد
- نقطه مقابل آن انقراض ژنتیکی (Genetic extinction) می باشد که همان حذف کامل یک ژنوتیپ از طبیعت است.
- دلایل فرسایش ژنتیکی عبارتند از:
- (۱) استفاده از ارقام اصلاح شده یکنواخت به جای ارقام بومی (Land race)
- (۲) گسترش شهرنشینی و تبدیل زمین های زراعی به فرودگاه و خانه و ...
- (۳) چرای بیش از حد خصوصاً برای گیاهان خوش خوراک
- (۴) گسترش خشکی (کویر گسترش می یابد)
- (۵) جنگ (قسمت های خط مقدم که زیر آتش بوده یا خاک پایین و بالا مخلوط شده و گیاه خشک می شود)
- (۶) بانک ژن که به دلیل نداشتن بودجه کافی و یا شرایط نگهداری نامطلوب، ژنوتیپ ها قوه نامیه خود را از دست داده و فرسایش رخ می دهد.
- (۷) بلایای طبیعی مثل سیل و ...
- دو مرکز بین المللی مهم نیز علاوه بر کشورها این امر را انجام می دهند تا فرسایش رخ ندهد.
- (۱) CIMMYT (International wheat & maize improvement center) یا مرکز بین المللی اصلاح گندم و ذرت که مقر آن در مکزیک می باشد.
- (۲) ICARDA (International center for agriculture research in dry areas) یا مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک که مقر آن در سوریه می باشد.

ساختمان گل آذین

- گل آذین گندم را سنبله می گویند.
- سنبله ها بدون پایه و مستقیماً در محل بندها به محور گل آذین (Rachis) متصل می شوند.
- به هر بند گل آذین یک سنبله متصل می شود.
- هر سنبله دارای ۵-۲ گلچه است که توسط یک جفت گلوم در برگرفته شده است.
- هر گلچه شامل سه پرچم، یک مادگی تک برچهای با خامه دوشاخه و کلاله پرمانند و دو عدد غده متورم به نام لودیکول (Lodicules) در سمت قاعده تخمدان می باشد که توسط پوشینک خارجی (Lemma) و پوشینک داخلی (Palea) احاطه شده است.
- گل های گندم به دلیل نداشتن کاسبرگ و گلبرگ ناقص محسوب می شوند.

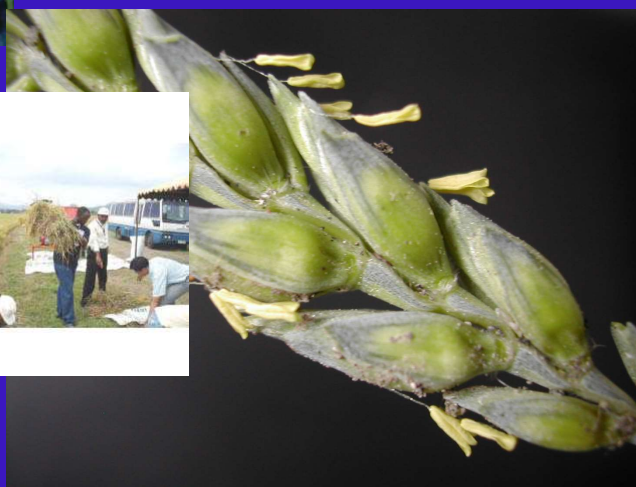


گلدهی و گرده افشانی

- گندم گیاهی است خودگرده افشان
- دانه گرده مستقیماً از بساک‌ها بر روی کلاله می‌ریزند.
- گلدهی گندم چند روز پس از خروج سنبله از داخل غلاف برگ پرچم آغاز می‌شود.
- گلدهی ساقه اصلی زودتر از پنجه‌ها انجام می‌گیرد.
- معمولاً در طی فرآیند گلدهی، گلوم‌ها باز می‌شوند، بساک‌ها از داخل گلوم‌ها بیرون می‌افتند و مقداری دانه گرده به خارج می‌ریزد.
- وقتی گل باز می‌شود، گرده بیگانه می‌تواند وارد شود و در حدود ۱ یا ۲ درصد گرده افشانی را موجب گردد.
- اگر شرایط برای باز شدن گلوم‌ها نامساعد باشد، بساک‌ها قادر به خارج شدن نخواهند بود و دانه‌های گرده در داخل همان گل ریزش خواهند کرد.
- گلدهی معمولاً از قسمت میانی سنبله شروع می‌شود و به طرف بالا و پائین ادامه می‌یابد.

هیریداسیون مصنوعی

- عمل اخته کردن (Emasculation) ۱-۳ روز قبل از گرده افشانی طبیعی انجام می گیرد.
- بساک ها باید به خوبی رشد کرده و به رنگ سبز روشن درآیند (زرد یا کرم).
- کلاله ها باید کاملاً رشد کرده باشند.
- بازدید یک سنبلچه از وسط سنبله، برای تعیین مرحله رشدی گل کافی است.



روش‌های اصلاحی گندم

- روش‌های بدون دورگ‌گیری
- (۱) وارد کردن گیاه به کشور
- (۲) گزینش لاین خالص
- (۳) انتخاب توده‌ای (Mass selection)
- روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری
- انتخاب شجره‌ای (Pedigree selection)
- روش جمعیت بالک (Bulk population method)
- روش نتاج حاصل از تک‌دانه (S.S.D) (Single seed descent)
- روش هاپلوئید دوبل (Double haploid procedure)

روش‌های بدون دورگ‌گیری وارد کردن گیاه به کشور

- این روش به معرفی گیاهی (Introduction) معروف است
- از مواد ژنتیکی وارداتی، به طور مستقیم استفاده نمود (مثل گندم اینیا یا گندم بزوستایا).
- و یا برای تکمیل ژرم پلاسما (بانک ژن) و در تلاقی‌ها از آن استفاده کرد (مثل رقم آزادی).
- نکته مهم در معرفی گیاهان توجه به همزیست‌های مثبت و منفی.
- همزیست‌های منفی همان آفات و بیماری‌ها هستند که بایستی از ورود آنها به کشور خودداری شود
- و همزیست‌های مثبت مثل باکتری‌های ریزوبیوم تثبیت‌کننده نیتروژن در خانواده بقولات هستند که بایستی همراه با گیاهان معرفی شده وارد کشور شوند.
- برای مثال برنامه به‌نژادی سویا که نیاز به باکتری ریزوبیوم خاصی داشت، ۲۴ سال پیش در ایران با شکست روبرو شد.

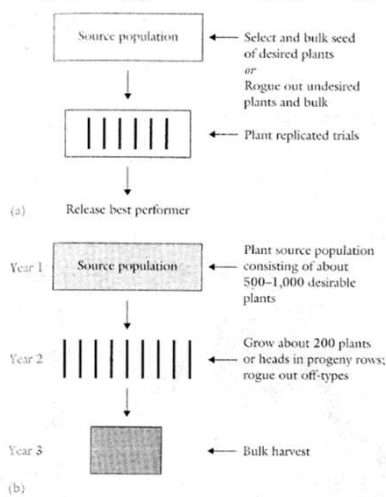
روش‌های بدون دورگ‌گیری وارد کردن گیاه به کشور

- این روش اصلاحی سهم عمده‌ای در مقاومت به تنش‌ها دارد و سهم عمده‌ای در اصلاح گندم داشته است
- مثلاً رقم Norin-10 در ژاپن اصلاح شد که رقم پاکوتاهی است.
- در سال ۱۹۴۸ در آمریکا فردی بنام O.vogel که یک به‌نژادگر گندم بود این رقم را با رقم Brever تلاقی داد
- از این تلاقی، رقم مشهور دیگری بنام Gaines که رقم پر محصولی بود را به‌دست آورد که مادر بسیاری از ارقام امروزی است.
- آقای Norman Borlag که در سیمیت کار می‌کرد از تلاقی دو رقم (Brever * Norin-10) استفاده کرد و ارقام پر محصولی مکزیکی پاکوتاه را تولید نمود که منجر به انقلاب سبز (Green revolution) گردید و در کشورهای چون مکزیک، هند و پاکستان باعث شکوفایی در اقتصاد کشاورزی و تولید بیشتر شد.

روش‌های بدون دورگ‌گیری گزینش لاین خالص

- نتاج حاصل از خودگشتی گیاه هموزیگوت را لاین خالص (Pure line) گویند
- در اینجا جمعیت ناخالص است
- و یا اگر خالص بود به علت اختلاط ارقام، هیبریداسیون طبیعی و یا موتاسیون ناخالص گردیده است
- در بین آن‌ها لاین‌های برتر، ایزوله می‌گردند.
- مسلماً در مکان‌هایی که رقم بومی که از لحاظ ژنتیکی متغیر است، کاشته می‌شود، این روش راندمان بالایی دارد. مشخصات ارقام یا واریته‌های بومی عبارتند از:
- (۱) مخصوص نواحی است که مبدأ این گیاه بوده و سابقه چندین ساله دارد و لذا به آنها اندمیک گویند.
- (۲) به‌صورت ژنوتیپ مخلوط هستند.
- (۳) کاملاً با محیط سازگار شده‌اند و در مقابل استرس‌های زنده سازگارترند.
- (۴) منشأ ژرم پلاسما لازم برای برنامه‌های به‌نژادی می‌باشند.

روش‌های بدون دورگ‌گیری گزینش لاین خالص off-type



Generalized steps in breeding by mass selection for (a) cultivar development, and (b) purification of an existing cultivar

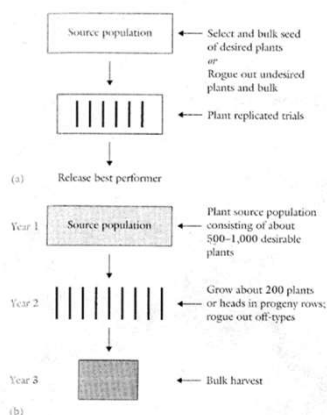
روش‌های بدون دورگ‌گیری انتخاب توده ای

- جمعیت رقم بومی و یا جمعیتی که به علت اختلاط، جهش و یا دگرگشتی طبیعی ناخالص شده است
- وارد جمعیت شده و افراد برتر انتخاب می‌شوند و بدون آزمون نتاج (Progeny test) با همدیگر ترکیب و مخلوط می‌گردند،
- چون آزمون نتاج نداریم نمی‌توانیم برتر بودن را به علت ژنوتیپ گیاه بدانیم. شاید این برتری محیطی باشد.
- همچنین به دلیل نداشتن آزمون نتایج نمی‌توانیم گیاهان هموزیگوت را از هتروزیگوت تشخیص دهیم.
- در این روش، بعد از مدتی پیشرفت ژنتیکی (Genetic advance or Genetic gain) نداریم.
- آسیب‌پذیری ارقام حاصل از انتخاب توده‌ای در برابر شرایط محیطی کمتر از روش لاین خالص می‌باشد.
- چون در روش انتخاب توده‌ای تنوع ژنتیکی بیشتر از روش قبلی می‌باشد، در نتیجه نسبت به شرایط محیطی انعطاف‌پذیری بیشتری دارد.

روش‌های بدون دورگ‌گیری انواع انتخاب توده ای

- الف) انتخاب توده‌ای مثبت (Positive mass selection):
داخل جمعیت رفته و افراد برتر، انتخاب و ترکیب می‌شوند. هدف از انتخاب اصلاح رقم است.
- ب) انتخاب توده‌ای منفی (Negative mass selection):
هدف از این نوع انتخاب، حفظ رقم اصلاح شده است. یعنی داخل جمعیت رفته و افراد نامتجانس (Non target) انتخاب و حذف می‌شوند. معمولاً به این افراد نامتجانس و افراد غیر عادی داخل رقم (Off-type) گفته می‌شود که با رقم اصلی مخلوط شده است.

روش‌های بدون دورگ‌گیری انواع انتخاب توده ای



نتیجه گیری

- نکته مهم این است که در روش انتخاب لاین خالص و توده‌ای، جمعیت‌ها به شدت خالص می‌شوند و لذا انتخاب در آنها پس از مدتی راندمانی ندارد.
- بر این اساس به‌نژادگر بایستی از تلاقی یا هیبریداسیون استفاده نماید،
- یعنی به طرق مختلف ارقام را تلاقی داده و سپس در جمعیت‌های F_2 به بعد به دنبال افراد مورد نظر باشد و آنها را گزینش نماید، مسلماً در نسل F_2 و نسل‌های بعدی، تفکیک متجاوز (افراد برتر از والدین) (Transgressive segregation) مشاهده می‌شود که در نسل F_2 و نسل‌های بعد قابل بهره‌برداری است.
- با توجه به نکات مذکور، روش بعدی در اصلاح گندم هیبریداسیون است. قبل از اینکه روش‌های حاصل از هیبریداسیون ذکر شود، لازم است به نکاتی که معمولاً بعد از تلاقی رخ می‌دهد توجه شود.

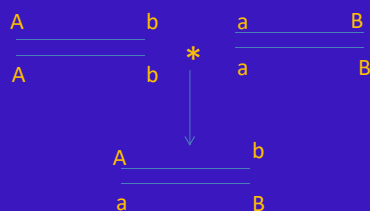
نکات مهم در هیبریداسیون

- لینکاژ (همبستگی ژنها)
- رابطه ژن و صفت
- اپیستازی
- اثر آستانه
- عوامل جزئی تغییردهنده
- تظاهر و نفوذ

نکات مهم در هیبریداسیون

همبستگی ژنها Linkage

- لینکاژ روی نتایج حاصل از تلاقی اثر می‌گذارد، فرض می‌کنیم می‌خواهیم ژن‌های غالب را کنار هم داشته باشیم ولی با ژن‌های مغلوب لینکاژ دارند.



- فاصله ژنتیکی این دو ژن تأثیر زیادی بر تعداد بوته مورد نیاز برای تلاقی دارد. مثلاً: اگر فاصله ژنتیکی Ab حدود ۲ درصد و یا ۰.۰۲ / ۰.۲ واحد (سانتی مورگان) باشد، در اینجا احتمال ایجاد گامت مطلوب AB چه برای دانه گرده و چه برای تخمک؟؟؟
- یک درصد است و در نتیجه احتمال ایجاد چنین ژنوتیپ مطلوبی یک ده هزارم می‌باشد.

نکات مهم در هیبریداسیون

همبستگی ژنها Linkage

♂ AB (0.01)	
♀ AB (0.01)	AABB (0.0001)

طبق برهان خلف مقدار احتمال مطلوب را می‌نیمیم و چون کمترین احتمال ۱ و ۵ درصد برای حالت‌های مطلوب ۹۹ یا ۹۵٪ می‌باشد، برای اینکه احتمال این امر را زیاد کنیم یعنی برای اطمینان از اینکه یک ژنوتیپ مطلوب با احتمال زیاد داشته باشیم سعی می‌کنیم احتمال نامطلوب را می‌نیمیم نموده تا احتمال مطلوب افزایش یابد.

$$(0.9999)^n = 0.01 \quad \text{و} \quad \text{نامطلوب} = 1 - 0.0001 = 0.9999$$

برای حل از طرفین معادله $\log$ می‌گیریم:

$$n \log(0.9999) = \log(0.01)$$

$$n = \frac{\log 0.01}{\log 0.9999} = 46049$$

یعنی در F_2 حدوداً به ۴۶ هزار بوته نیاز داریم. بر این اساس باید طوری در تلاقی والدین و F_1 برنامه‌ریزی کنیم تا این تعداد گیاه بدست آید، به عبارت دیگر اگر ۴۶ هزار بوته داشته باشیم (در نسل F_2) با اطمینان ۹۹٪ مطمئن خواهیم بود یک بوته مطلوب $AABB$ حتماً وجود دارد.

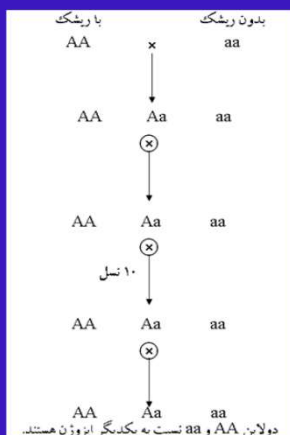
نکات مهم در هیبریداسیون همبستگی ژنها Linkage

- تمرین: فاصله ژنتیکی ۵٪ و ۱۰٪ را جداگانه با اطمینان ۹۹٪ حل نمائید؟

نکات مهم در هیبریداسیون رابطه ژن و صفت

- می دانیم فعالیت ابتدایی ژن در سلول بعد از یک سلسله مراتب طولانی و پیچیده، منجر به تظاهر فنوتیپی می گردد.
- اصولاً ژن های کوچک اثر (Minor genes) یا ژن های کمی فرعی که صفات مهم اقتصادی را کنترل می کنند بیشتر از ژن های بزرگ اثر (Major genes) یا ژن های کیفی یا اصلی تحت تأثیر محیط داخل گیاه و خارج گیاه قرار می گیرند ؟؟؟؟؟؟؟
- و بالطبع توارث پذیری (Heritability) پایین تری دارند
- در مورد رابطه ژن و صفت بعضی از ژن ها خیلی خوب اثر فنوتیپی خود را نشان می دهند. مثل جو ۶ ردیفه که در یک ژن با جو دو ردیفه متفاوت است.
- گاهی ژن های اصلی دارای اثرات چندگانه (Pleiotropic) هستند، یعنی یک آلل چند اثر فنوتیپی دارد.
- مثلاً در جو وجود ریشک باعث افزایش عملکرد و وزن حجمی زیاد بذر گردیده است.
- برای تشخیص اینکه یک آلل یک اثر یا چند اثر دارد بایستی زمینه های ژنتیکی یکسانی برای آنها ایجاد کرد، یعنی ایزوژنیک لاین (Isogenic lines) برای آنها ایجاد کنیم. این لاین ها فقط در یک ژن تفاوت دارند،
- اما اگر در بیشتر از یک ژن تفاوت داشته باشند به آنها لاین های تقریباً ایزوژنیک لاین (Near isogenic lines) گویند.

رابطه ژن و صفت تولید لاینهای ایزوژنیک



- (۱) روش بک کراس: که در قسمت مربوط به خود بحث خواهد شد. در این روش بعد از تلاقی دو لاین، نسل‌های F_1 و F_2 ... با یکی از والدین تلاقی داده می‌شود.
- (۲) روش تلاقی و حفظ هتروزیگوت‌ها: مثلاً می‌خواهیم دو لاین ایزوژنیک در مورد ریشک داشته باشیم، به طریق زیر عمل می‌نمائیم.
- طی این ده نسل به هموزیگوتی در تمام مکان‌ها به جز مکان ژنی ریشک که ما از آن جلوگیری می‌کنیم می‌انجامد و در سایر مکان‌ها کاملاً هموزیگوت می‌شود که برای ما اهمیتی نخواهد داشت.
- سپس با استفاده از طرح‌های آماری آنها را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم و عملکرد آنها با وزن دانه آنها رکودگیری می‌کنیم، حال اگر ریشک دار بودن باعث افزایش وزن شده از لحاظ آماری استدلال می‌کنیم، که یک مسیر متابولیکی منجر به ظهور ریشک و افزایش عملکرد می‌گردد.

نکات مهم در هیبریداسیون اپیستازی (Epistasis)

- دو نوع اثر متقابل ژنی وجود دارد.
- تشابه آنها مثل اتوبوس داخل شهری و بین شهری می‌باشد.
- اولین حالت، اثر متقابلی داخل ژنی است (اتوبوس داخل شهری) که به آن حالت غالبیت (Dominance) یا اثر متقابل درون‌آلی (Intra allelic interaction) گویند.
- اما اپیستازی یا اثر متقابل بین ژنی (Inter allelic interaction)، یعنی پوشاندن اثر ژنی به وسیله ژن دیگر روی همان کروموزوم یا کروموزوم و کروموزوم‌های دیگر که به آن اثر متقابل بین‌آلی گویند.
- به هر صورت انحراف از نسبت $9:3:3:1$ را همیشه بایستی انتظار داشته باشیم و هر چه اپیستازی بیشتر باشد، جمعیت F_2 نیز باید بیشتر باشد.

انواع اپیستازی

- ۱- اپیستازی بارز (۱:۳:۱۲)
یعنی یکی از آللهای بارز نسبت به دیگری اپیستاتیک است و نسبت کلاسیک ۱:۳:۳:۱۲ تبدیل به ۱:۳:۱۲ میشود.
مثال: رنگ موی بدن در سگ: ۱ قهوه ای، ۳ سیاه، ۱۲ سفید
- ۲- اپیستازی نهفته (۴:۳:۹)
یعنی یکی از ژنوتیپهای نهفته مثلاً aa بیان آللهای لوکوس B جلوگیری می کند و نسبت کلاسیک ۱:۳:۳:۹ تبدیل به ۴:۳:۹ میشود.
مثال: رنگ بدن موشهای رات: ۹ سیاه، ۳ کرم، ۴ زل
- ۳- ژنهای مضاعف شده واجد اثرات تجمعی (۱:۶:۹)
یعنی اگر شرایط بارزی (هموزیگوس یا هتروزیگوس) در هر لوکوسی (ولی نه در هر دو لوکوس) فنوتیپهای مشابه ای تولید کنند نسبت کلاسیک ۱:۳:۳:۹ تبدیل به ۱:۶:۹ میشود.
مثال: رنگ دانه گندم: ۹ قرمز، ۶ قهوه ای، ۱ سفید

انواع اپیستازی

- ۴- ژنهای بارز مضاعف (۱:۱۵)
یعنی اگر هر ژنوتیپ بارزی در هر شرایطی فنوتیپ یکسانی را بوجود بیاورند نسبت کلاسیک ۱:۳:۳:۹ تبدیل به ۱:۱۵ میشود.
مثال: شکل کپسول دانه گیاه چنته چوپان: ۱۵ مثلی، ۱ بیضوی
- ۵- ژنهای نهفته مضاعف (۷:۹)
یعنی اگر تمام ژنوتیپهای نهفته هموزیگوس فنوتیپهای یکسانی تولید کنند نسبت کلاسیک ۱:۳:۳:۹ تبدیل به ۷:۹ میشود.
مثال: رنگ گل نخود شیرین (نخود معطر): ۹ بنفش، ۷ سفید
- ۶- تداخل عمل بارز و نهفته (۳:۱۳)
یعنی اگر یک ژنوتیپ بارز در یک لوکوس (A-) و ژنوتیپ نهفته در لوکوس دیگر (bb) اثرات فنوتیپی مشابه ای ایجاد کنند نسبت کلاسیک ۱:۳:۳:۹ تبدیل به ۳:۱۳ میشود.
مثال: رنگ پر در مرغ و خروس: ۳ رنگین، ۱۳ سفید

نکات مهم در هیبریداسیون اثر آستانه (Threshold effect)

- بعضی از ژن‌ها در شرایط متعارفی اثر خود را نشان می‌دهند، اما بعضی دیگر نسبت به عوامل محیطی عکس‌العمل نشان داده و با تغییر شرایط محیطی، تظاهری متغیر از خود نشان می‌دهند،
- این تغییر تظاهر ممکن است کار به نژادگر را مشکل سازد.
- مثلاً در جو ژنی وجود دارد که در درجه حرارت ۷°C و یا کمتر باعث وجود آلبینیسم می‌شود و جو آلبینو می‌گردد.
- اما در درجات حرارت بیشتر خصوصاً بیش از ۷°C تمام جوها کلروفیل خود را بدست می‌آورند.

نکات مهم در هیبریداسیون عوامل جزئی تغییر دهنده (Modifying genes factors)

- برخی ژن‌ها، تغییر بزرگی را در یک صفت خاص پدید نمی‌آورند، ولی در میزان تظاهر یا شدت و ضعف آن صفت مؤثر هستند.
- این امر در بیماری‌های گیاهی خصوصاً زنگ، به وفور دیده شده است،
- اما مثال تیپیک آن در مورد گاو هلشتاین است که دارای لکه‌های سفید کوچک و بزرگ می‌باشد، داشتن لکه تحت تأثیر یک تا دو ژن می‌باشد، یعنی توارث کیفی دارند. اما تعداد زیادی ژن هستند که وسعت این لکه‌ها را معین می‌کنند به این ژن‌ها عوامل جزئی تغییر دهنده گویند.

نکات مهم در هیبریداسیون تظاهر و نفوذ

- ژن در افراد وجود دارد ولی همه آن را نشان نمی‌دهند = نفوذ (Penetrance)
- و آنهایی که فعالیت خود را نشان می‌دهند نیز شدت و ضعف دارند = تظاهر (Expressivity)
- مثلاً در lima (لویای بزرگی در آمریکای لاتین) ژنی وجود دارد که باعث سوختگی لبه برگ می‌شود.
- با وجود اینکه تمام بوته‌ها دارای ژن مربوطه هستند اما تمام بوته‌ها سوختگی را نشان نمی‌دهند و یک محیط خاص را نمی‌توان برای آنها پیدا نمود.
- مثلاً در محیط‌های خاصی میزان ۱۰ درصد افراد این صفت را نشان می‌دهند یعنی نفوذ این صفت ده درصد است.
- حال در افرادی که این صفت را نشان می‌دهند میزان تظاهر یکسان نمی‌باشد. مثلاً بعضی از آنها در نوک برگ و بعضی در قسمت‌های دیگر برگ سوختگی نشان می‌دهند. یعنی تظاهر یکسان ندارند.
- معمولاً تظاهر را نیز بر اساس درصد بیان می‌کنند، مثلاً ۳۰ درصد سوختگی و یا تظاهر دارد.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری انتخاب شجره‌ای (Pedigree selection)

- در این روش والدین همدیگر را تکمیل می‌کنند و به نژادگر به دنبال صفات مطلوب هر دو والد می‌باشد، به دلیل اینکه در تمام کتب تلاقی دو والدی ذکر می‌شود، ما نیز حالت سینگل کراس (یا دو والدی) آن را ذکر می‌کنیم. ولی این روش برای هر توده مبدأ صادق است.
- $A \times B$: crossing generation
- F_1 generation
- ۵۰ تا ۱۰۰ گیاه F_1 رشد می‌یابند.
- قبل از برداشت، گیاهان حاصل از خودگشتی را حذف می‌کنیم معمولاً برای اینکار از مارکرهای مورفولوژیکی که در گیاه وجود دارد، استفاده می‌کنند، اگر پایه نر ریشک داشته باشد و پایه ماده بدون ریشک باشد، F_1 نمی‌تواند بدون ریشک باشد (ریشک‌دار بودن غالب باشد) و اگر ریشک را مشاهده نکردیم آن گیاه را قبل از برداشت حذف می‌کنیم.
- بعد از اینکه بهترین شرایط کشت این نسل آماده گشت، بذور F_1 با فاصله کاشته می‌شود و بهترین شرایط برای گرفتن هر چه بیشتر بذر، برای نسل F_2 آماده می‌شود. زیرا هر چه جمعیت F_2 یا بذر F_2 بیشتر باشد احتمال یافتن ژنوتیپ‌های مطلوب بیشتر می‌شود.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Pedigree selection) انتخاب شجره‌ای

F_2 generation

حدود دو تا سه هزار گیاه رشد می‌یابند و کشت به صورت فاصله‌دار (Spaced plant) انجام می‌شود تا امکان ارزیابی مهیا باشد.
در این نسل شرایط انتخاب را فراهم می‌کنیم، اگر به دنبال مقاومت به بیماری هستیم از ردیف‌های اسپریدر (Spreader) استفاده می‌کنیم یعنی از گیاهان فاصله‌انداز که منبع تولید انبوه اسپور بیماری برای سایر ردیف‌ها باشند.

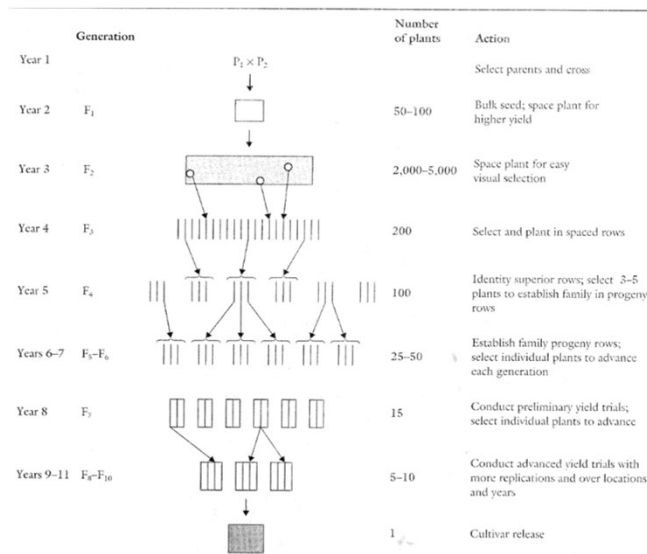
F_3 - F_5 generation

نتایج نسل قبل را با فاصله روی ردیف‌ها می‌کاریم تا امکان ارزیابی تک‌بوته‌ها میسر شود.
ردیف‌های برتر را شناسایی و از آنها ۵-۳ گیاه برتر را انتخاب می‌کنیم
در اینجا دو نوع انتخاب بین ردیف‌ها (Between rows) و درون ردیف‌ها (Within rows) انجام می‌شود.
معمولاً کمتر از ۳۰ فامیل یا خط، در آخر F_5 انتخاب می‌شود، که این عدد ثابتی نیست.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Pedigree selection) انتخاب شجره‌ای

- F_6 generation
خطوط (فامیل‌ها) کاشته می‌شوند تا بذری کافی از آنها بدست آید. گاهی فامیل‌های مشابه را به صورت بالک برداشت می‌کنند.
- F_7 generation
آزمایش مقدماتی عملکرد (Preliminary yield trial) انجام می‌گیرد.
- F_8 - F_{10} generation
 - لاین‌های برتر سال قبل در مقایسه با رقم تجاری استاندارد یا شاهد مقایسه عملکرد می‌شود، که به آن آزمایشات نهایی عملکرد (Advanced yield trial) می‌گویند که به مدت سه سال انجام می‌شود.
 - فقط لاین‌های برتر از شاهد به نسل بعد می‌روند
 - در طول آزمایشات عملکرد مشاهدات روی صفات دیگر از جمله ارتفاع زودرسی، مقاومت به بیماری و آفات، کیفیت و ... انجام می‌گیرد.
 - به منظور یافتن سازش (Adaptation) این لاین‌های برتر نسبت به طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی، مقایسات عملکرد در این سه سال در شرایط آب و هوایی مختلف انجام می‌گیرد و فقط لاین‌های برتر از شاهد برای تکثیر انتخاب می‌گردند.
- F_{11} - F_{12} generation
از دیاد بذر و توزیع آن به عنوان واریته جدید به دست زارع

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Pedigree selection) انتخاب شجره‌ای



مزایا و معایب انتخاب شجره‌ای

- این روش برای صفاتی که به راحتی مشاهده و با هم ترکیب شوند، بسیار مناسب است.
- انواع تغییرات روی این روش انجام شده است، مثلاً گاهی آزمایش عملکرد از F_3 و F_4 شروع می‌شود.
- مزایای این روش را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:
- (۱) به دلیل یادداشت‌برداری زیاد، کار زیادی را می‌طلبد و باعث می‌شود رقمی که با آن کار می‌کنیم را بهتر بشناسیم.
- (۲) قدرت انتخاب در به‌نژادگر افزایش می‌یابد.
- (۳) چون شجره گیاه مشخص است، لاین‌های مشابه به نسل‌های بعدی نمی‌روند. یعنی جمعیت بزرگی به نسل‌های دیرتر (Later generation) نمی‌رود و فقط صفات مطلوب هر دو والد به نسل بعد می‌روند.
- (۴) اطلاعات ژنتیکی که از این روش بدست می‌آید بسیار زیاد است و قابل مقایسه با دیگر سیستم‌ها نمی‌باشد.
- (۵) این روش مناسب محصولاتی است که بصورت تک‌بوته (Single Plant) برداشت می‌شوند مثل غلات، توتون و بادام‌زمینی.
- از معایب این روش مخارج و کار زیاد می‌باشد
- همچنین به‌نژادگر در استفاده از تعداد گیاهانی که می‌تواند انتخاب کند محدودیت دارد و برای رفع آن محدودیت بایستی در هر سال هیبریدهای مختلفی را شروع کند.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Bulk population method) روش جمعیت بالک

- *Crossing generation*
- *F₁ generation*
 - ۵۰ تا ۱۰۰ گیاه رشد یافته و قبل از برداشت گیاهان حاصل از خود گشتی حذف می‌شوند. همانند (*F₁* پدیگری)
- *F₂ generation* :
 - ۲ تا ۳ هزار گیاه *F₂* کاشته می‌شوند بذور به صورت بالک برداشت می‌شوند.
- *F₃-F₄ generation* :
 - بذور برداشت شده نسل قبل در پلات‌های یک پنجاهم تا یک صدم هکتار کاشته می‌شوند.
- *F₅ - generation* :
 - ۵-۳ هزار بذر با فاصله کاشته می‌شوند و از آن میان حدود ۱/۰ یعنی ۳۰۰ تا ۵۰۰ گیاه برتر انتخاب می‌شوند.
- *F₆ - generation* :
 - گیاهان انتخاب شده در ردیف‌های جداگانه کاشته می‌شوند و حدود ۱/۰ آن یعنی ۳۰ تا ۵۰ ردیف برتر که صفات مطلوب هر دو والد را دارند، برداشت می‌شوند. (در صورتی که ردیف‌های برتر تفرق نشان دهند برای رسیدن به لاین‌های بدون تفرق ممکن است انتخاب مجدد (Reselection) انجام گیرد.
- *F₇-F₁₀ - generation* :
 - مقایسات عملکرد همانند روش پدیگری انجام می‌شود.
- *F₁₁-F₁₂ - generation* :
 - ازدیاد بذر و توزیع واریته جدید

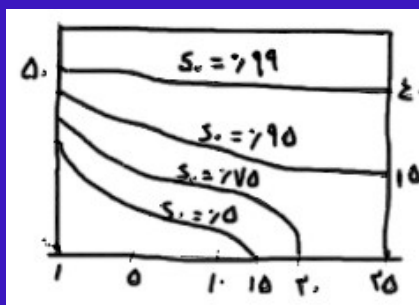
روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Bulk population method) روش جمعیت بالک

Year	Generation	Diagram	Number of plants	Action
Year 1		$P_1 \times P_2$		
Year 2	F ₁		50-100	Bulk and space plant F ₁
Year 3	F ₂		2,000-3,000	Bulk and plant at commercial seeding rate
Year 4	F ₃		2,000-3,000	Bulk and plant at commercial seeding rate
Year 5	F ₄		2,000-3,000	Bulk and plant at commercial seeding rate
Year 6	F ₅		3,000-5,000	Space plant; select superior plants
Year 7	F ₆		300-500	Select and establish family rows from plants or heads
Year 8	F ₇		30-50	Conduct preliminary yield trials
Years 9-11	F ₈ -F ₁₀		10	Conduct advanced yield trials
			1	Cultivar release

روش جمعیت بالک (Bulk population method) مزایا و معایب

- این روش ساده و ارزان است و در مقایسه با پدگیری کار کمتری در نسل‌های اولیه نیاز دارد.
- اما برای افزایش احتمال یافتن ژنوتیپ‌های مطلوب جمعیت بزرگی باید با فاصله کاشته شود.
- معمولاً این روش در محیط مورد نظر که می‌خواهیم رقم را برای آنجا آزاد کنیم، انجام می‌گیرد و لذا انتخاب طبیعی (Natural selection) به ما کمک می‌کند.
- این روش مناسب گیاهانی است که به صورت فشرده کاشته می‌شوند، مثل دانه‌ریزها (Small grains) و نه علوفه‌ای‌ها (آنهائی که محصول بیشتر به صورت بذر است و نه علوفه‌ای).
- چون کاشت گیاهان در این روش فشرده است امکان تشخیص تک‌بوته وجود ندارد.
- در مقایسه با روش پدگیری اطلاعات ژنتیکی کمی در نسل‌های اولیه بدست می‌آید.
- در خلال نسل‌های در حال تفرق (F_2 و F_6) احتمال از دست رفتن ژنوتیپ‌ها از جامعه وجود دارد، مثلاً گیاهان بلند و دیررس باعث از دست رفتن گیاهان کوتاه و زودرس می‌شوند.
- همچنین تغییراتی برای این روش ایجاد شده است، مثلاً در F_3 و F_4 کمی با فاصله کاشته شده تا به نژادگر امکان ارزیابی و انتخاب را داشته باشد.
- تمرین: تفاوت روش پدگیری و بالک را به طور کامل لیست کنید؟

مبنای تئوریک بالک یا انتخاب طبیعی



- معمولاً ژنوتیپ‌هایی که قدرت سازش بیشتری با محیط دارند، در طبیعت می‌مانند، قدرت پایداری بیشتر، به دو عامل بستگی دارد.
- الف) تعداد بذر تولیدی
- ب) تعداد بذری که برای تولیدمثل زنده می‌ماند.
- به عبارتی منحنی زنده‌ماندن ژنوتیپ ضعیف که قدرت رقابت کمتری دارد هنگامی که در رقابت با واریته دیگر قرار می‌گیرد از فرمول $A_n = 0.5^{n-1} A_0$ تبعیت می‌کند. A_0 نسبت یا درصد واریته ضعیف در نسل n ام، A نسبت درصد اولیه آن و S قدرت زنده‌ماندن می‌باشد. هر چه S کوچکتر باشد واریته ضعیف زودتر از بین می‌رود.
- تمرین: دو واریته با قدرت زنده ماندن ۱ و ۰/۸ را به طور مساوی مخلوط می‌کنیم، (مساوی یعنی 0.5 ، 0.5 نسبت واریته ضعیف در نسل دوم را محاسبه کنید؟)
- تمرین: رقم ضعیف‌تر هزار بذر تولید و نهایتاً ۷۰ درصد بوته‌های بارور تولید می‌کند حال آنکه رقم قوی‌تر هزار بذر تولید و ۹۵ درصد بوته‌ها بارور می‌باشد. نسبت ژنوتیپ مطلوب به نامطلوب یا قوی به ضعیف ۳۰ به ۷۰ است نسبت واریته ضعیف در نسل سوم را محاسبه کنید.

مبنای تئوریکي بالک یا انتخاب طبیعی

- می‌دانیم در وزن مساوی ژنوتیپی که بذر بیشتری تولید می‌کند محیط را بیشتر اشغال می‌کند که دلخواه ما نیست چون معمولاً تأکید روی وزن است نه تعداد بذر، یعنی ژنوتیپ‌های وحشی بذر بیشتری تولید می‌کنند (بذر ریز و زیاده‌تر)، حال آنکه گیاهان اهلی خلاف آن هستند یعنی بذور درشت و کمتری تولید می‌کنند. مدت‌ها دانشمندان در فکر بودند که چطور این روش با این مبنای تئوریک می‌تواند یک روش اصلاحی باشد تا اینکه آزمایشی به شرح زیر انجام دادند.
- در آمریکا ۱۱ رقم جو را با نسبت‌های مساوی مخلوط کردند، به طوری که هر کدام جمعیت را اشغال می‌کردند و هر ژنوتیپ نیز به راحتی از ژنوتیپ دیگر قابل تشخیص بود. این توده مخلوط را در ۱۰ ایستگاه به طور مداوم و به مدت طولانی کاشتند و نهایتاً دیدند در هر یک از مناطق، بهترین ژنوتیپ، رقم زراعی همان منطقه است که در مخلوط می‌باشد.
- فقط دو مورد استثناء بود که رقم یک منطقه در منطقه دیگری بهتر از رقم همان منطقه شده بود و نتیجه گرفتند، ارقامی که قدرت رقابت بالا دارند وقتی به صورت خالص (و نه در رقابت با دیگر ارقام) کاشته شوند از لحاظ عملکرد بالاتر خواهند بود. به عبارت دیگر در محیطی که تنازع بقا وجود دارد و شرایط محیط همراه با انواع تنش‌هاست رقمی که بذر بیشتر تولید می‌کند (وحشی‌تر) در جمعیت غالب می‌شود حال آنکه در محیط مناسب برای رشد گیاه مثل مزارع کشاورزان ژنوتیپ‌های اصلی‌تر و سازش یافته‌تر با محیط عملکرد بهتری را تولید کرده و در جمعیت غالب می‌شوند.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری روش نتاج حاصل از تک‌دانه (Single seed descent)

- *Crossing generation*
- F_1 generation :
- ۵۰ تا ۱۰۰ بذر کاشته می‌شود (مثل پدیگری).
- F_2 generation :
- ۲ تا ۳ هزار گیاه کاشته می‌شود و تنها یک بذر از هر گیاه برداشت می‌شود و هویت گیاهان F_2 ثبت نمی‌شود.
- $F_3 - F_4$ generation :
- بذور برداشته شده از نسل قبل کاشته شده و مجدداً یک بذر از هر گیاه برداشت می‌شود.
- F_5 generation :
- بذور برداشت شده از نسل قبل با فاصله کاشته شده و گیاهان برتر و مطلوب انتخاب و تمام بذور آنها برداشت می‌شود.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری روش نتاج حاصل از تک‌دانه (Single seed descent)

F_6 generation :

نتاج برداشت شده نسل قبل در روی خطوط کاشته شده و خطوط برتر برداشت می‌شوند، در اینجا هر خط از یک گیاه نسل F_2 آمده است، (یعنی ۲۰۰۰ خط در این نسل داریم اگر شروع آن در F_2 ۲۰۰۰ باشد). چون اگر واقعاً بذر برتر باشد خطش در F_6 برتر خواهد بود. دو خط از گیاه F_2 آمده است، (در F_2 معیار انتخاب تک گیاه است و معمولاً محیط روی تک گیاه بسیار تأثیر می‌گذارد و انتخاب ما را معتبر نمی‌سازد اما وقتی در F_6 به خط مراجعه می‌کنیم چون روی فامیل انتخاب می‌کنیم انتخاب ما معتبر است و محیط کمتر روی یک فامیل تأثیر می‌گذارد.

F_7 generation :

آزمایش مقدماتی عملکرد برای ردیفهای برتر نسل قبل.

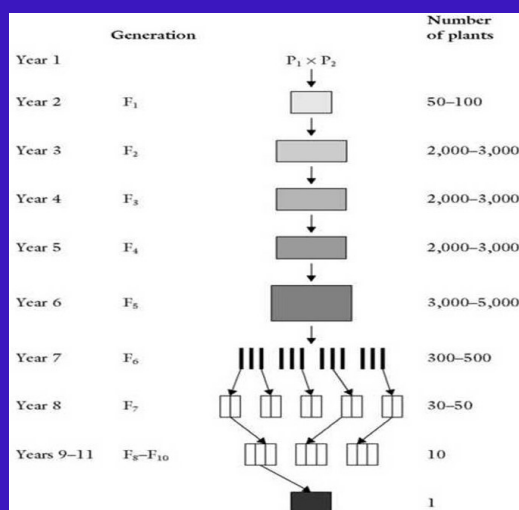
$F_8 - F_{10}$ generation :

آزمایش پیشرفته عملکرد مثل پدیگری و بالک.

$F_{11} - F_{12}$ generation :

ازدیاد و توزیع بذر ارقام جدید

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری روش نتاج حاصل از تک‌دانه (Single seed descent)



روش نتاج حاصل از تک‌دانه (Single seed descent) مزایا و معایب

- در ابتدا این روش به عنوان وسیله‌ای برای حفظ بالاترین تعداد نتاج F_2 که به نسل‌های بعدی یعنی F_6 می‌روند پیشنهاد گردید یعنی بدان وسیله از فرار یا از دست رفتن ژنوتیپ‌هایی که صفاتی با توارث‌پذیری کم دارند، جلوگیری کنیم و این روش برای کاهش این امر ابداع شد.
- اما امروزه هدف اصلی آن کوتاه کردن زمان اصلاحی می‌باشد. یعنی با کاشت متراکم بذور در گلخانه، استفاده از خاک ضعیف با عمق کم، استفاده از رژیم حرارتی و نوری و تحت استرس قرار دادن آن خصوصاً به صورت تنش خشکی می‌توان گلدهی زودرس را به گیاه تحمیل کرد. به‌طوری‌که کمتر از سه ماه یک نسل کامل را به‌دست آورد. مسلماً گیاهانی که با این روش اصلاح می‌شوند، قدرت رقابت با روش دابل هاپلوئید را از لحاظ زمانی دارند.
- این روش را می‌توان برای گیاهانی که سریعاً بالغ می‌شوند، مثل سویا و غلات بهاره (گندم، جو و یولاف) و گیاهانی که جمعیت متراکم گیاهی را تحمل کنند مثل دانه‌ریزها انجام داد ولی غلات زمستانه که نیاز به ورنالیزاسیون دارند، بازدهی این روش را به اندازه ۶ هفته کاهش می‌دهند.
- تغییراتی در این روش ایجاد شده است، مثلاً می‌توان در خلال نسل‌های در حال تفرق آنها را برای مقاومت به بیماری و صفات دیگر غربال (Screen) کرد. غربال کردن یعنی جداسازی ژنوتیپ‌های مطلوب از نامطلوب.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری روش هاپلوئید دابل (Double haploid procedure)

- گیاهان هاپلوئید ممکن است به طرق مختلفی حاصل شوند،
- مثلاً حذف کروموزومی (Chromosome elimination) در جو که F_1 حاصل از یک تلاقی را با *H. bolbosum* تلاقی می‌دهیم، کروموزوم‌های *H.b* جنین‌زایی را در *H. vulgar* تحریک می‌کنند ولی خودشان از بین می‌روند سپس با استفاده از کلشی‌سین گیاه n را به $2n$ تبدیل می‌کنیم.
- عیب این روش اینست که بسیار سخت و طاقت فرساست.
- دانشمندی که این روش را ابداع کرد (Kasha) بعدها توصیه نمود از روش کشت میکروسپور (Microspore Culture) استفاده شود که راحت‌تر از روش قبل می‌باشد.
- روش دیگری تولید دابل هاپلوئید، کشت بساک (Anther culture) است یعنی پرچم‌های F_1 یک تلاقی مثلاً ۲۰۰۰ تا در محیط کشت قرار داده می‌شود و آنها را وادار به باززایی (Regeneration) می‌کنیم.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Double haploid procedure) روش هاپلوئید دوبل

- عیب این روش اینست که برای هر گیاه محیط کشت خاصی نیاز است و اکثر گیاهان بازرایی شده بدون رنگیزه یا آلبینو هستند.
- ولی حسن روش اینست که تقریباً راحت است و برای اکثر گیاهان قابل کاربرد می‌باشد.
- روش دیگر روش سمیگامی (Semigamy) در پنبه است، رقمی به نام لاین دابل هاپلوئید pima باعث تحریک گیاهان n کروموزومی می‌گردد، یعنی F_1 حاصل از یک تلاقی با پنبه pima تلاقی داده می‌شود و گیاهانی که با منشأ پدری حاصل شده‌اند با روش کلشی‌سین دوبل می‌شوند.
- روش دیگر تلاقی گندم و ذرت است که روشی بسیار خوب و قابل اعتماد است، در این روش گندم به عنوان پایه مادری و ذرت به عنوان پایه پدری در تلاقی به کار می‌رود، همانند حذف کروموزومی در جو عمل می‌شود و گیاهان n کروموزومی با استفاده از ماده کلشی‌سین، دوبل و سپس خالص می‌شوند.
- عیب روش اینست که تلاقی‌پذیری (Crossability) ژنوتیپ‌های گندم با ذرت متفاوت می‌باشد، ولی در حال بهبود یافتن است.
- روش‌های دیگری نیز وجود دارد که هنوز در عمل وارد نشده است،
- به هر صورت گیاهانی که از روش دابل هاپلوئیدی حاصل می‌شوند همی‌زیگوت هستند و نه هموزیگوت،
- در ضمن گاهی به جای گیاهان F_1 از گیاهان F_2 یا F_3 در روش‌های فوق استفاده می‌شود، یعنی در F_2 و F_3 عمل انتخاب برای صفت خاصی را انجام می‌دهند و بعد وارد روش دابل هاپلوئید می‌شوند.

روش‌های اصلاحی همراه با دورگ‌گیری (Double haploid procedure) روش هاپلوئید دوبل

- F_1 generation:
رشد ۲۵ تا ۵۰ گیاه F_1 و سپس کشت بساک آن (حدود ۲ تا ۳ هزار و یا بیشتر) در محیط کشت بافت (in vitro)
- F_2 generation:
۲ تا ۳ هزار گیاه هاپلوئید تولید می‌شود و با استفاده از کلشی‌سین، کروموزوم‌های آنها دوبل می‌گردد.
- F_3 generation:
نتایج حاصل از دابل هاپلوئید رشد می‌یابند و بذور آنها برداشت می‌شود.
- F_4 generation:
رشد نتایج روی ردیف در مزرعه و انتخاب لاین‌های برتر.
- F_5 generation:
آزمایشات مقدماتی عملکرد.
- $F_6 - F_8$ generation:
ادامه آزمایشات پیشرفته عملکرد مثل پدیگری.
- $F_9 - F_{10}$ generation:
ازدیاد و توزیع لاین‌های برتر بعنوان یک واریته.

گندم هیبرید Hybrid wheat

- هتروزیس در بسیاری از صفات گندم از جمله عملکرد دیده شده است که میزان آن بسته به ژنوتیپ گندم و محیط متفاوت است.
- برای عملکرد افزایش حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد گزارش کرده‌اند. اما برآورد ۱۰ تا ۱۵ منطقی‌تر است.
- نکته مهم در گندم هیبرید آنست که آیا افزایش عملکرد حاصل از این نوع گندم می‌تواند با هزینه تولید بذر هیبرید جبران گردد.
- اصولاً توسعه ارقام هیبرید گندم بعد از یافتن نر عقیمی سیتوپلاسمی و ژن‌های برگرداننده باروری امکان‌پذیر شد.
- نر عقیمی سیتوپلاسمی (Cytoplasmic male sterility) یا CMS در گندم در دهه ۱۹۵۰ به وسیله دانشمند ژاپنی کشف گردید.
- آنها گندم تتراپلوئید دوروم و گندم‌های هگزاپلوئید نان را با گونه‌های وحشی فامیل تلاقی دادند. اما ژن‌های برگرداننده باروری (Fertility restoring) مناسبی برای آنها یافت نشد.
- در سال ۱۹۶۲ دو دانشمند کانزاسی گندم نوع نر عقیم را به‌دست آوردند.
- آنها از سیتوپلاسم *T. Timopheevii* ($2n = 4x = 28$) استفاده کردند و به‌وسیله بک‌کراس کروموزوم‌های گندم هگزاپلوئید زمستانه دانه سخت و قرمز رقم Bison را وارد سیتوپلاسم *T. timopheevii* نمودند.
- بعداً *R.W. livers* با تلاقی *T. timopheevii* (تیموفیوی) با گندم دانه سخت و قرمز Marquis دو ژن غالب رجعت‌دهنده یا برگرداننده باروری با نام RF_1 و RF_2 را شناسایی کرد.

گندم هیبرید Hybrid wheat

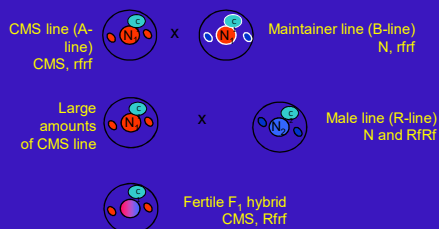
- این اکتشافات ابزار لازم را برای تولید گندم هیبرید در سطح تجاری فراهم نمود. اما متأسفانه در همین سطح تجاری هنوز مشکلات عدیده‌ای وجود دارد.
- اصولاً اصلاح و تولید ارقام هیبرید (بطور کل) شامل سه مرحله است:
- 1. Development and maintenance of male sterile line (توسعه و نگهداری لاین‌های نر عقیم).
- 2. Development of fertility restoring lines. (توسعه لاین‌های رجعت‌دهنده باروری).
- 3. Utilization of these lines in the commercial production of hybrid seed (به‌کارگیری و استفاده از این لاین‌ها در تولید بذر تجاری).

تولید نر عقیمی در گندم

- ابتدا تلاقی رقم *T. timopheevii* با رقم Bison داده شد چون سیتوپلاسم تیموفیوی نر عقیم (male sterile) بود.
- گیاهانی را که نسبتاً نر عقیم بودند (CMS) انتخاب کردند و از آنها به عنوان والد ماده استفاده نمودند و با Bison به عنوان والد نر، بک کراس های متوالی انجام دادند.
- نهایتاً نتیجه کار اینست که سیتوپلاسم نتاج حاصل از تیموفیوی است ولی در اثر بک کراس های متوالی اکثر مواد ژنتیکی هسته از Bison می باشد.
- حال اگر بخواهیم یک رقم هگزابلوتید محلی (مثل روشن یا فلات) را نر عقیم کنیم راه حل اینست که از Bison به عنوان ماده در بک کراس با آن رقم استفاده کنیم که نتیجه کار همان رقم محلی است که از نظر سیتوپلاسم عقیم است.
- مشروط بر اینکه آن رقم محلی ژن های رجعت دهنده باروری را نداشته باشد.
- عموماً ۵ تا ۷ بک کراس کفایت می کند.
- رقم Bison با رقم محلی CMS را A-line گویند که ژنوتیپ آن به صورت *S rfrf* است (هم به خاطر سیتوپلاسم عقیم است و گرده نمی دهد و هم به خاطر هسته که از نظر بارداری عقیم است).
- ژن غالب *Rf* رجعت دهنده باروری و *rfrf* ژن مغلوب عدم باروری است.
- برای نگهداری *A-line* از *B-line* استفاده می شود که لاین اینزوژن *A-line* است، ولی سیتوپلاسم آن بارور می باشد (*F rfrf*) زیرا گرده تولید می کند، یعنی *A-line* سیتوپلاسم *T. timopheevii* را به ارث برده حال آنکه *B-line* سیتوپلاسم *T. aestivum* را دارد. یادآوری می شود که نه *A-line* و نه *B-line* ژن های رجعت دهنده باروری غالب را ندارند.
- تمرین: چگونه می توان *B-line* را نگهداری نمود؟

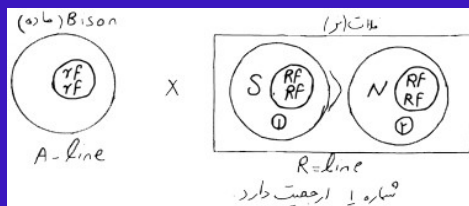
تولید نر عقیمی در گندم

- نر عقیمی سیتوپلاسمی *T. timopheevii* در اکثر محیط ها ثابت (Stable) است یعنی به طور مؤثری از تولید دانه گرده جلوگیری می کند و از لحاظ ژنتیکی پایدار می باشد و تولید اثرات جانبی مضر (Adverse side effect) نمی کند.
- یادآوری می شود به غیر از *T. timopheevii* سیتوپلاسم های دیگری از خویشاوندان گندم وجود دارد که تولید نر عقیمی می کنند و برای آنها نیز ژن های رجعت دهنده باروری وجود دارد، اما متأسفانه بیشتر این سیتوپلاسم ها دارای اثرات جانبی مضر می باشند.



تولید بذر هیبرید با استفاده از CMS

- برای تولید بذر هیبرید، از A-line به عنوان والد ماده و از R-line به عنوان والد نر و گرده‌دهنده استفاده می‌شود.
- R-line سه ویژگی مهم دارد:
- (1) A-line را گرده‌افشانی می‌کند.
- (2) باروری را به نتاج منتقل می‌کند.
- (3) ترکیب‌پذیری خوبی با A-line دارد به طوری که یک هیبرید قوی تولید می‌کند، برای مثال می‌خواهیم رقم فلات و قدس را هیبرید کنیم:
- Bison را با فلات تلاقی می‌دهیم (در شکل ملاحظه می‌شود).
- R-line ممکن است سیتوپلاسم نر عقیم یا سیتوپلاسم بارور داشته باشد که هر دو تولید گرده می‌کنند، چون در یک برنامه بذر هیبرید با مواد زیادی کار می‌کنیم ممکن است ژنوتیپ RFRF (N) را با RFRf (N) (به عنوان B-line) اشتباه کنیم که قطعاً نتایجی را که می‌خواهیم به زارع دهیم بایستی با لاین‌های نر عقیم تست کراس کنیم، اما اگر RFRF (S) را استفاده کنیم مطمئن هستیم که باروری بذور هیبرید قطعاً به‌خاطر RF هسته می‌باشد.



تولید بذر هیبرید گندم با استفاده از CMS

- یادآوری می‌شود علاوه بر RF_1 و RF_2 یک ژن سوم یا اصلی و تعداد زیادی ژن فرعی نیز برای رجعت باروری تحت شرایط آسترس محیطی مورد نیاز می‌باشد.
- درجه حرارت بالا، فتوپریود و بعضی از ژنوتیپ‌های CMS راندمان رجعت باروری را کاهش می‌دهند که حتی در محیط‌های بدون آسترس نیز مشکل ایجاد می‌کند.
- نکته قابل توجه برای R-line آنست که باید قدرت ترکیب‌پذیری (Combining ability) خوبی با A-line داشته باشد.
- معمولاً وقتی مطمئن می‌شویم A-line و R-line ترکیب‌پذیری خوبی دارند، ژن‌های RF_1 و RF_2 را با یک کراس به R-line منتقل می‌کنیم و برای موفقیت در امر رجعت کامل باروری، از ژن‌های تغییردهنده نیز استفاده می‌کنیم.
- بعد از شناسایی A-line و R-line و تولید آنها، آنها را در نوارهای متفاوت کاشته و بذور را از روی A-line جمع‌آوری و به بازار می‌فرستیم،
- اگر A-line وجود نداشته باشد با استفاده از دست نیز می‌توان کار اخته کردن را انجام داد و از تولید گرده در لاین مادری جلوگیری نمود.

تولید بذر هیبرید گندم

- با خود ناسازگاری و استفاده از مواد شیمیایی (Chemical hybridization agents) نیز می‌توان بذر هیبرید تولید کرد.
- می‌توان از مواد شیمیایی برای تولید بذر هیبرید نیز استفاده نمود و تولید گرده را متوقف ساخت.
- شرکت‌های زیادی روی این مواد و تولید آن کار کرده‌اند. نهایتاً مواد شیمیایی عقیم‌کننده (Chemical sterilants) را ارائه نمودند که اگر در مرحله خاصی از شروع گلدهی روی گندم اسپری شود، گرده تولید نمی‌شود.
- خوشبختانه این مواد فقط روی توسعه پرچم و گرده اثر می‌گذارد و روی پذیرش استیگما و یا توسعه بذر اثری ندارد و استفاده از آن ساده‌تر از سیتوپلاسم نر عقیمی CMS است.
- چون برای تولید بذر هیبرید، دو لاین والدی لازم است که فقط با هم ترکیب‌پذیری خوبی داشته باشند و هیبریدهایی پر عملکرد تولید کنند یعنی یکی از آنها را با این مواد عقیم‌کننده اسپری نموده و به نام A-line می‌شناسیم و والد دیگر را به عنوان R-line در نظر می‌گیریم. (R-line گرده دهنده).
- پس در اینجا تولید و نگهداری A-line و بک‌کراس‌های آن و تولید B-line و ژن‌های رجعت‌دهنده را لازم نداریم.

تولید بذر هیبرید گندم

- سؤال: چرا همیشه از این مواد استفاده نمی‌شود؟
- این مواد عقیم‌کننده متأسفانه معایبی دارند:
- (۱) زمان اسپری باید هنگامی باشد که این مواد به گل‌های نابالغ نیز برسد تا از تولید دانه گرده جلوگیری کند.
- (۲) این مواد بایستی برای مدت زمان طولانی مؤثر باشد.
- (۳) این مواد نباید تحت تأثیر استرس‌های محیطی باشد و بی‌اثر شود.
- (۴) اثرات جانبی مضر نداشته باشد.
- (۵) این مواد بایستی تحت شرایط آب و هوایی متفاوت، آزمایش شوند، تا مطمئن شویم که این مواد تحت طیف وسیع آب و هوایی مؤثر هستند. چون ما بذور را به مناطق مختلف می‌فرستیم این امر الزامی است.

علل عدم تجاری شدن بذر هیبرید گندم

- علت تجاری نشدن بذر هیبرید گندم به دلایل زیر می‌باشد:
- (۱) تشکیل کم بذر که علت آن کافی نبودن انتشار دانه گرده می‌باشد، گندم ذاتاً خودگشن است و ما به اجبار آن را دگرگشن کرده‌ایم و این مشکل نه فقط در سیستم CMS بلکه در سیستم شیمیایی نیز وجود دارد.
- (۲) انتشار دانه گرده تحت شرایط محیطی تحت تأثیر شدت و جهت باد، حرارت، رطوبت و همچنین متأثر از خصوصیات گل در رقم مادری می‌باشد. تحت بهترین شرایط، برای تولید بذر هیبرید در مزرعه حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد بذر تولید می‌شود که خیلی زیاد نیست و این امر در محیط‌های نامناسب به مراتب کمتر است. یعنی زارع باید بذر بیشتری خریده و هزینه‌هایش بالاتر می‌رود.
- (۳) مطلوب‌ترین حالت برای تولید بذر هیبرید نسبت کاشت ۲:۱ یعنی ۲ لاین نرعیق و یک لاین نریارور است، مشروط به اینکه نوارهای نرعیق عرض بیشتر از ۹ متر نداشته باشد، اگر بیشتر باشد تولید بذر به شدت کاهش می‌یابد.

عوامل موثر در افزایش بذر هیبرید گندم

- به دلیل تنوع زیاد ژرم پلاسما گندم توصیه شده که اگر نکات زیر را رعایت کنیم تولید بذر هیبرید افزایش می‌یابد:
- (۱) خروج بیشتر پرچم
- (۲) پرچم بزرگتر
- (۳) تعداد بیشتر دانه گرده در هر پرچم
- (۴) طولانی بودن عمر دانه گرده
- (۵) گلچه بازتر (لما و پالتا بازتر باشد)
- (۶) مدت زمان بیشتری کلاله آماده پذیرش دانه گرده باشد
- (۷) گلدهی همزمان (Synchronize flowering)

هتروزیس یا قدرت هیبرید

Hybrid vigour or Heterosis

$$\text{Heterosis} = \frac{f_1 - \frac{P_1 + P_2}{2}}{\frac{P_1 + P_2}{2}} \leftarrow \text{mid parent value}$$

$$\frac{f_1 - P_1}{P_1} = \text{Heterobeltiosis}$$

- معمولاً افزایش یا بزرگی صفات در نتاج را در مقایسه با والد یا والدین، هتروزیس گویند.
- گاهی از میانگین والدین (Midparent value) و گاهی از بهترین والد (Best parents) برای برآورد هتروزیس استفاده می‌کنیم
- مورد اخیر (بهترین والد) بیشتر مورد علاقه اصلاحگران و کشاورزان می‌باشد.

فرضیه های هتروزیس

- ۱- فرضیه غالبیت یا غلبه: برتری هیبرید به دلیل تجمع آلل‌های غالب در هیبرید است مثلاً $AAbbcc$ در تلاقی با $aaBBCC$ فرد $AaBbCc$ را ایجاد می‌کند. ایرادی که بر این فرضیه وارد است اینست که باید پس از خودگشتی هیبرید، ژنوتیپ $AABBCC$ بدست آید که عملکرد شبیه یا بالاتر از هیبرید داشته باشد که تا به حال هیچ لایینی بوجود نیامده که عملکرد مشابه یا بیشتر از هیبرید داشته باشد. ثانیاً باید مقدار زیادی کراسینگ اوور رخ دهد تا همه ژن‌های غالب بتوانند در یک جا جمع شوند که احتمال و امکانش خیلی ضعیف است
- ۲- فرضیه فوق غلبه یا هتروزیگوسیتی هتروزیس: هیبریداسیون منجر به ایجاد حالت هتروزیگوسیتی تحریک فعالیت فیزیولوژیکی ارگانیسم می‌شود و این فعالیت‌ها در اثر اینبریدینگ متوالی به نسبت افزایش هموزیگوسیتی در نتایج کاهش می‌یابد. به این فرضیه، فرضیه ناخالصی نیز می‌گویند و علت هتروزیس ناخالصی ژن‌ها در هیبرید است.
- ۳- تئوری ایستازی: این فرضیه کم اهمیت می‌باشد، شاید اثرات بین مکان‌های ژنی سبب عملکرد بالاتر در هیبرید شده است در مقایسه با حالتی که ژن‌ها بصورت مستقل عمل می‌کنند.

اهداف اصلاحی در گندم

- اصولاً اهداف اصلاحی هر گیاه بستگی به محیطی که بایستی در آن گیاه رشد کند متفاوت می باشد. اما به طور کلی این اهداف به سه گروه تقسیم می شود.
- (۱) پتانسیل عملکرد (Yield potential):
یعنی تحت شرایط ایده آل ظرفیت تولید چقدر است.
- (۲) پایداری عملکرد (Yield stability):
که بوسیله اصلاح در تاریخ رسیدن، مقاومت به خوابیدگی، مقاومت به ریزش، تحمل به خشکی، سرما، بیماری و آفت و ... انجام می گیرد.
- (۳) کیفیت دانه (Grain quality):
مسلماً یک به نژادگر نمی تواند تمام اهداف اصلاحی را دنبال کند ولی بایستی روی مهمترین اهداف تمرکز نماید.

اهداف اصلاحی در گندم عملکرد بذری (Yield of grain)

- عملکرد دانه که با پتانسیل عملکرد مرتبط می باشد، اولین و مهم ترین هدف در اصلاح گندم می باشد.
- تنوع برای این صفت و پتانسیل عملکرد در ژنوتیپ های گندم به شدت وجود دارد.
- پتانسیل عملکرد گندم را ۱۹ تن در هکتار برآورد کرده اند، ولی در ایران مجموع عملکرد آبی و دیم کمتر از ۳ تن است.
- مهمترین صفاتی که با پتانسیل عملکرد بالا همبستگی دارند عبارتند از:
• ساقه کوتاه تر و خوشه بزرگ تر،
• ساقه کوتاه تر معمولاً به علت تجمع ژن های پاکوتاهی (Dwarfing genes) در ارقام به وجود می آید
- رقم ژاپنی Norin-10 و فامیل های آن نقش بسزایی را ایفا می کند.
- این رقم نه تنها باعث پاکوتاهی می شود، بلکه حفظ عملکرد و حتی افزایش آن را (به خصوص افزایش تعداد دانه در خوشه) دربردارد که در مقایسه با گونه های زراعی دیگر باید گفت ژن های پاکوتاهی باعث کاهش ارتفاع و کاهش عملکرد می شوند.

اهداف اصلاحی در گندم عملکرد بذری (Yield of grain)

- دو ژن پاکوتاهی در Norin-10 شناسایی شده است که Rht_1 و Rht_2 نام گرفته‌اند.
- ژن سوم نیز در رقم tom thum بنام Rht_3 شناسایی شده است.
- متأسفانه ژن‌های پاکوتاهی دیگر، با کاهش عملکرد همبستگی دارند.
- یادآوری می‌شود تمام ارقام پاکوتاه با عملکرد بالا، دارای این ژن‌های پاکوتاهی نیستند، گاهی پاکوتاهی از تجمع ژن‌های مغلوب حاصل می‌شود.
- در این حالات است که مشکل بتوان عملکرد بالا و پاکوتاهی را با هم در یک رقم جمع کرد، چون همبستگی خوبی بین بلندی و عملکرد بالا وجود دارد.
- علیرغم این مطلب ارقام دارای عملکرد بالا بدون ژن پاکوتاهی نیز تولید شده‌اند که ارتفاع این گیاهان، مشابه ارتفاع ارقام نیمه پاکوتاه (Semi dwarf) و یا کمی کوتاه‌تر بوده است.
- بسیار دیده می‌شود که از تلاقی بین Norin 10 و لاین‌های پر عملکرد در نسل F_2 و به بعد تفکیک متجاوز دیده می‌شود یعنی پاکوتاهی و عملکرد بالا با هم در یک لاین جمع شده‌اند.
- چون به‌نژادگر ابتدا گیاهان در حال تفرق را ارزیابی ظاهری می‌کند، مسلماً برای تست نهایی بایستی آنها را در آزمایشات عملکرد به‌طور دقیق وارد نماید تا از انتخاب خود مطمئن شد.

معیارهای انتخاب ارقام پر عملکرد

- تا به حال کوشش‌های زیادی صورت گرفته است که بتوان به یک سری معیارهای انتخاب (Selection criteria) رسید تا بر اساس آن بتوان در نسل‌های اولیه در حال تفرق، لاین‌های پر عملکرد را شناسایی کنند که متأسفانه هیچ کدام به‌طور کامل رضایت بخش نیست، هر چند تا حدی کمک کرده است.
 - یک راه اندازه‌گیری این امر، اندازه‌گیری اجزای عملکرد (Components of yield) می‌باشد.
 - آقای گریفیوس پیشنهاد نمود که عملکرد شبیه به یک باکس است که در آن V حجم یا عملکرد، a تعداد خوشه در واحد سطح، b = تعداد دانه در هر خوشه، c = وزن هزار دانه است و عملکرد رابطه خطی با این سه جزء دارد.
- $$V = a \times b \times c$$
- افزایش در یک جزء باعث افزایش در حجم یا عملکرد می‌شود، مشروط به اینکه کاهش در اجزای دیگر نداشته باشیم.
 - ر عمل اگر یک جزء افزایش یابد، اجزای دیگر تمایل به کاهش دارند که احتمالاً به دلیل رقابت برای جذب آسمیلات‌ها یا شیره پرورده موجود می‌باشد.

معیارهای انتخاب ارقام پر عملکرد

- پیشنهاد دوم، استفاده از ارقام تک‌ساقه (Unicolm) یا بدون تیلر دهی (Nontillering) می‌باشد یعنی عمل انتخاب را برای این گیاهان انجام دهیم.
- چون تیلر اصلی دارای بالاترین عملکرد می‌باشد و مزرعه‌ای که فقط از ارقام تک‌ساقه استفاده شده است، دارای عملکرد بالایی خواهد بود.
- لازم به ذکر است عملکرد این نوع گیاهان در محیط‌های ایده‌آل بسیار بالا می‌باشد (محیط ایده‌آل جایی است که جمعیت گیاهی نزدیک به جمعیت کامل می‌باشد و این جمعیت تا زمان برداشت حفظ می‌گردد).
- از طرفی دیگر، می‌دانیم گندم کمتر در محیط ایده‌آل رشد می‌کند و معمولاً به وسیله استرس‌های زنده و غیر زنده جمعیت گیاهی کاهش می‌یابد و تحت تأثیر این شرایط پهنه‌زنی مزیتی خوب برای جبران کاهش تعداد جمعیت می‌باشد.
- معیار دیگر، استفاده از شاخص برداشت (Harvest Index) است. یعنی ارقامی که شاخص برداشت بالاتری دارند انتخاب شوند و این معمولاً در ارقام پاکوتاه با عملکرد بالا متجلی می‌شود (ریشه را گاهی در فرمول می‌گنجانند که در مزرعه اینکار عملی نیست).
- هر وقت شاخص برداشت بالا رود راندمان گیاه بالا می‌رود چون آسیمیلات‌ها را به دانه و نه به کاه می‌فرستد.
- پیشنهاد شده است روی شاخص برداشت فوکوس کنیم. اما متأسفانه چون شاخص برداشت صفتی نیست که با چشم ارزیابی شود و لذا اندازه‌گیری وزن کاه و دانه الزامی است، بنابراین روش مشکلی می‌باشد و در برداشت‌های مکانیزه تقریباً غیرممکن است.
- در عمل توصیه شده است، به‌نژادگر به دنبال انتخاب عملکرد بالا و ساقه کوتاه‌تر باشد که غیرمستقیم با شاخص برداشت بالاتر ارتباط دارد.

معیارهای انتخاب ارقام پر عملکرد

- برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر در نسل‌های اولیه در حل تفرق اولاً تجربه و دانش به‌نژادگر بایستی زیاد باشد، ثانیاً به طور کلی می‌توان گفت:
- الف) ظرفیت پهنه‌دهی متوسط
- ب) خوشه بزرگتر
- ج) بذور چاق و سنگین
- د) ساقه کوتاه‌تر
- بهترین معیارهای انتخاب هستند که با پتانسیل عملکرد مرتبط می‌باشد.

پایداری عملکرد

- در مورد پایداری عملکرد، اولین مورد زمان رسیدن است. به نژادگران متمایلند گندم را زودرس نمایند، مزایای زودرسی به ترتیب زیر می‌باشند:
- الف) فرار از گرما، خشکی، حشرات و بیماری (فرار از استرس‌های زنده و غیرزنده که در کشور ما خشکی از همه آنها مهم‌تر است).
- ب) قبل از وقوع آسیب‌هایی چون طوفان، سیل، باران و ... اجازه برداشت را به، به‌نژادگر می‌دهد.
- ج) زودرسی، اجازه چندکشتی (Multiple cropping) را می‌دهد. اما ممکن است معایبی هم داشته باشد:
- عملکرد رقم زودرس پائین است چون دوره کوتاه‌تری برای مراحل رویشی و زایشی دارد. ارقام زودرس زمستانه که در بهار کاشته می‌شود و رشدشان را در بهار نسبتاً زود شروع می‌کنند (در مقایسه با ارقام دیررس زمستانه) خطر سرمازدگی بهاره یک مشکل و محدودیت جدی برای آنها به شمار می‌رود.
- زمان رسیدگی تحت تأثیر نحوه توارث گیاه و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ می‌باشد.
- گزارش شده است زودرسی نسبت به دیررسی غالبیت یا غالبیت نسبی دارد و اکثراً با تعداد معدودی ژن اصلی و تعداد زیادی ژن‌های جزئی تغییردهنده کنترل می‌شود.

پایداری عملکرد

- در رابطه با محیط می‌توان گفت طول روز، درجه حرارت، ارتفاع از سطح دریا یا نوع خاک و توزیع فصلی رطوبت روی زودرسی اثر دارد، زمان رسیدن از طریق مختلف قابل اندازه‌گیری است:
- (۱) تعداد روز تا زمان گلدهی
- (۲) تعداد روز تا زمان خوشه‌دهی
- (۳) تعداد روز تا زمان ابریشم‌دهی
- (۴) تعداد روز تا رسیدگی
- در دانه‌ریزها خوشه‌دهی و در دانه‌درشت‌ها مثل ذرت ابریشم‌دهی اهمیت دارد. در دانه‌ریزها خوشه دهی بهتر از رسیدگی می‌باشد چون کمتر تحت تأثیر درجه حرارت، کمبود رطوبت خاک و دیگر عوامل محیطی می‌باشد.
- چون در یک پلات همه گیاهان با هم نمی‌رسند و گلدهی مشابهی ندارند، هرگاه ۷۵ درصد پلات به گلدهی رسید آن تاریخ را به عنوان زمان رسیدن ثبت می‌کنیم. یادآوری می‌شود، تاریخ رسیدن با واکنش به فتوپریود وابسته می‌باشد.

مقاومت به ورس و ریزش

Lodging and shatter Resistance

- توانایی گندم در ایستادن و سر پا بودن در مزرعه تا زمان رسیدن به طوری که دانه‌ای از دست ندهد، یک خاصیت مهم در عملکرد بالا تلقی می‌شود.
- بکارگیری کود بیشتر خصوصاً کود ازته باعث شده است که به‌نژادگران ارقام پاکوتاه و محکم‌تر (Sturdier) را که مقاوم به خوابیدگی هستند، توسعه دهند.
- مقاومت به ریزش برای جلوگیری از خسارت گندم بسیار اساسی و مهم می‌باشد.

مقاومت به ورس

- خم شدن (Bending) و یا شکستگی (Breaking) ساقه گندم را خوابیدگی گویند. خسارت حاصل از خوابیدگی در مراحل زیر رخ می‌دهد:
- خوابیدگی قبل از رسیدن که منجر می‌شود دانه‌ها نتوانند به‌طور کامل پر شوند. گندم خوابیده روی زمین هرگز برداشت نمی‌شود و در مزرعه رها شده باقی می‌ماند و محیط مناسبی برای زنگ، سفیدک و یا دیگر بیماری‌ها ایجاد می‌کند.
- باران، تگرگ، طوفان و باد بعد از گلدهی گندم (اما قبل از رسیدن گندم) سبب خوابیدگی می‌شوند.
- ساقه خم‌شده ممکن است بعداً به حالت اولیه برگردد و خساراتی را تولید نکند، اما اگر ساقه شکسته شود خوشه پر نمی‌شود و خسارت حاصله، کامل می‌باشد.
- گیاهانی که ذاتاً ساقه ضعیف دارند و یا ساقه شاداب و پر آب دارند (که به علت مصرف زیاد کود ازته و یا رطوبت زیاد خاک حاصل شده‌اند) حساس به خوابیدگی می‌باشند.

مقاومت به ورس

- مقاومت به خرابیدگی با اصلاح صفات زیر امکان پذیر خواهد بود :
- (۱) ساقه‌های محکم و سفت و مستقیم (ساقه‌های نازک به‌وسیله باد خیلی زود شکسته می‌شوند)
- (۲) ساقه کوتاه (این امر بوسیله استفاده از ژن‌های کمی، یا استفاده از ژن‌های پاکوتاهی و یا هر دو میسر می‌گردد)
- (۳) سیستم ریشه‌دهی خوب، که لنگر محکمی در خاک می‌باشد.
- (۴) ساقه با قابلیت ارتجاعی بیشتر، که از شکستگی توسط باد جلوگیری می‌کند.
- (۵) مقاومت به بیماری و حشراتی که باعث تضعیف ساقه یا سیستم می‌گردند. مثل مگس گندم‌خوار (Hessian fly) و لارو آن، انواع پوسیدگی‌های ریشه و ...

مقاومت به ورس

- خرابیدگی ممکن است در فاصله بین رسیدن و برداشت رخ دهد،
- به دلیل وجود باران و تأخیر در برداشت، شکستگی ساقه رخ می‌دهد.
- ارقام دارای ساقه کوتاه و نیرومند، مدت زمان بیشتری سر پا هستند و شکسته نمی‌شوند.
- تردی (Brittleness) کاه یا ساقه بسیار مهم می‌باشد، چون ارقام دارای کاه محکم فقط تحت فشار باد بسیار قوی شکسته می‌شوند.
- ارزیابی مقاومت به خرابیدگی یک ارزیابی چشمی است.
- یعنی مقایسه میزان خمیدگی یا شکستگی با ارقام شاهدی که در کنار آنها هستند، انجام می‌گیرد.
- این ارزیابی باید در چندین مکان و فصل توسط به‌نژادگر انجام گیرد.
- استفاده از کود، رطوبت و رها کردن گیاهان بعد از رسیدن به مدت طولانی، به ارزیابی مقاومت به خرابیدگی کمک می‌کند.
- خرابیدگی به‌وسیله مقیاس‌های مختلف (درصد گیاهان ایستاده، یا درصد گیاهان خوابیده) به وسیله به‌نژادگران ارزیابی می‌شود.

مقاومت به ریزش

- افتادن بذر قبل و یا هنگام برداشت را ریزش نامیده‌اند.
- بعد از زمان رسیدن، تأخیر در برداشت باعث ریزش می‌شود،
- خصوصاً اگر گندم در خلال هوای خشک و گرم برسد.
- اصلاح برای این صفت در مکان‌هایی که رطوبت تابستان کم باشد، دارای اهمیت می‌باشد.
- مسلماً میزان چسبندگی لما و پالٹا با مقاومت به ریزش همبستگی دارد.
- البته اگر این چسبندگی نیز زیاد گردد، در زمان بوجاری و جداسازی بذور از خوشه مشکل خواهد بود.

مقاومت به سرما

Winter hardiness

- خسارت حاصل از سرما (Freezing injury) به طرق مختلفی حاصل می‌شود:
- (۱) کشتن مستقیم گیاه به وسیله درجه حرارت کم
- (۲) پریدن طوقه که با یخ بستن و ذوب شدن آب خاک (به‌طور متناوب) به وقوع می‌پیوندد.
- (۳) خسارت حاصل از منجمد شدن که با تشکیل کریستال‌های یخ در بافت گیاهی همراه است.
- میزان خسارت حاصل از سرما تحت تاثیر عوامل متعددی
- از جمله مرحله رشد گیاه، فاصله کاشت، بافت خاک، میزان رطوبت خاک، باد، تیمارهای کودی، مقاوم شدن به سرما (Hardening) از قبیل، پوشیده شدن با برف، میزان رشد سبزینه‌ای و بیماری‌ها و آفات می‌باشد.
- به‌دلیل پیچیده بودن عوامل فوق، تنها راه رضایت‌بخش برای ارزیابی مقاومت به سرما، کاشتن ژنوتیپ‌های گندم در محیطی با سرمای طبیعی می‌باشد که این امر در چندین مکان و فصل باید انجام شود. ب
- هنژادگران می‌توانند میزان خسارت را با به‌کارگیری تیمارهایی از قبیل تاخیر در کاشت، کاشت تعداد بوته کم، عدم مصرف تیمارهای کودی و کاشت ژنوتیپ‌ها در حاشیه مرکز منطقه سرد (چون کشتن گیاهان بیشتر از مرکز سرما رخ می‌دهد) افزایش دهند تا تفاوت‌های بیشتری را بین ارقام شناسایی نمایند:

مقاومت به سرما

Winter hardiness

- ارقام گندم به دو گروه زمستانه و بهاره تقسیم می شود و تفاوت زمستانه با بهاره به قرار زیر می باشد:
- (۱) ارقام زمستانه رشد رزت دارند تا نیاز سرمایی آنان برآورده شود.
- (۲) ظرفیت مقاوم شدن از قبل را هنگامی که در معرض سرما قرار می گیرند، دارا می باشند.
- (۳) توانایی مقابله با درجه حرارت سرد (نزدیک به یخ بستن) را بعد از مقاوم شدن دارا هستند.
- (۴) تنوع ژنتیکی در بین ارقام از لحاظ مقاوم شدن وجود دارد. مقاومت به سرما حتی تا ۲۰- تا ۲۵- درجه سانتیگراد دیده شده است.

مقاومت به سرما

Winter hardiness

- خسارت های حاصل از سرما عموماً عبارت است از:
- یخ بستن به دلیل درجه حرارت پایین، کاهش رطوبت خاک، پریدن طوقه.
- معمولاً ارقام مقاوم به سرما مقاوم به خشکی نیز هستند
- چون زمانی که آب در خاک یخ می زند برای گیاه قابل دسترس نمی باشد و گیاه با کمبود آب روبروست.
- پس مقاومت به سرما در شرایط خشک آب و هوایی (و نه مرطوب) نیز دیده می شود.
- اگر رطوبت خاک در زمان یخ بستن و سرما زیاد باشد، پریدن طوقه رخ می دهد و ریشه های گیاه قطع می شوند.
- به طور کلی گندم های نرم مقاومت خوبی به پریدن طوقه دارند، اما اگر درجه حرارت پایین به همراه عدم رطوبت کافی وجود داشته باشد، گندم های نرم نمی توانند به خوبی گندم های سخت زنده بمانند.
- مقایسه ارقام از لحاظ ظرفیت مقاوم شدن می تواند به طور مصنوعی انجام گیرد.
- اما چون مقاومت به یک حالت و شکل ساده ای از استرس می باشد، لذا ممکن است رضایت بخش نباشد.
- هیچ آزمایش رضایت بخشی که بتواند میزان مقاوم شدن را روی تک بوته اندازه گیری کند، هنوز بدست نیامده است.

مقاومت به سرما Winter hardiness



- مسئله مقاومت به سرما در گندم به قدری حائز اهمیت می باشد که مطالعات بر روی آن منجر به ایجاد تریتیکاله (*Triticale*) گشت که در آن ژن مقاومت به سرما را از چاودار (مقاوم ترین غله در مقابل سرما) به گندم منتقل کردند.
- ولی همراه این انتقال، خصوصیات نامطلوب زیادی نیز منتقل شده است و به همین دلیل تریتیکاله تاکنون یک محصول کاملاً موفق نبوده است، گر چه تنها گیاه تولیدی بشر است که در حد تجاری کشت می گردد.

Rye (<i>Secale cereale</i>) Diploid Sporophyte = 14 haploid gamete: $n = 7$	x	Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i>) Hexaploid Sporophyte = 42 triploid gamete: $3n = 21$
Rye ($n = 7$) + Wheat ($3n = 21$) = Triticale ($4n = 28$) $\xrightarrow{\text{colchicine}}$ Triticale ($8n = 56$)		
Rye (<i>Secale cereale</i>) Diploid Sporophyte = 14 haploid gamete: $n = 7$	x	Durum Wheat (<i>Triticum turgidum</i>) Tetraploid Sporophyte = 28 diploid gamete: $2n = 14$
Rye ($n = 7$) + Wheat ($2n = 14$) = Triticale ($3n = 21$) $\xrightarrow{\text{colchicine}}$ Triticale ($6n = 42$)		

مقاومت به سرما Winter hardiness

- برای به وجود آوردن تریتیکاله، کشت جنین نیز لازم است.
- زیرا جنین حاصله نمی تواند از آندوسپرم تغذیه نماید.
- بنابراین جنین را در محیط مصنوعی قرار می دهند و برای دو برابر کردن تعداد کروموزوم ها، گیاه حاصل را به هنگام پنجه دهی یا قبل از آن با کلشی سین تیمار می کنند.
- این ماده در تشکیل تارهای دوکی و در نتیجه در جدا شدن کروموزوم ها از هم اختلال ایجاد کرده و موجب دو برابر شدن تعداد کروموزوم ها در بعضی از سلول های حاصل می گردد.
- در تریتیکاله اکتاپلوئید درصد چروکیدگی دانه زیاد و قدرت باروری کم است. بنابراین اقدام به تولید تریتیکاله های هگزاپلوئید کرده اند که دانه های چاق تر با تعداد بیشتر تولید می کنند.

Rye (<i>Secale cereale</i>) Diploid Sporophyte = 14 haploid gamete: $n = 7$	x	Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i>) Hexaploid Sporophyte = 42 triploid gamete: $3n = 21$
Rye ($n = 7$) + Wheat ($3n = 21$) = Triticale ($4n = 28$) $\xrightarrow{\text{colchicine}}$ Triticale ($8n = 56$)		
Rye (<i>Secale cereale</i>) Diploid Sporophyte = 14 haploid gamete: $n = 7$	x	Durum Wheat (<i>Triticum turgidum</i>) Tetraploid Sporophyte = 28 diploid gamete: $2n = 14$
Rye ($n = 7$) + Wheat ($2n = 14$) = Triticale ($3n = 21$) $\xrightarrow{\text{colchicine}}$ Triticale ($6n = 42$)		

مقاومت به سرما Winter hardiness

- تربیتکاله‌هایی که از تلاقی گندم و چاودار بدست می‌آیند، تربیتکاله‌های اولیه نامیده می‌شوند.
- در این تلاقی‌ها، چاودار به عنوان والد گرده‌دهنده (نر) و گندم به عنوان والد پذیرنده (ماده) به کار می‌رود.
- زیرا لوله‌های گرده حاصل از دانه گرده گندم در بافت خامه چاودار رشد کندگی دارد.
- تربیتکاله‌های حاصل از تلاقی تربیتکاله‌های اولیه با خودشان یا با گندم را تربیتکاله‌های ثانویه می‌گویند
- تربیتکاله‌های ثانویه از لحاظ عملکرد با گندم رقابت می‌کنند
- از نظر چاقی دانه و قدرت باروری نیز بهتر شده‌اند.
- ولی خاصیت نانوائی کمی دارند
- و بدین علت در حال حاضر جهت تغذیه دام‌ها به صورت علوفه مصرف می‌شوند و نیز می‌توان از آنها در بیسکویت‌سازی استفاده نمود.
- چاودار گیاهی مقاوم به شرایط نامساعد محیطی از قبیل حاصلخیزی کم خاک و سرما است
- گندم نیز عملکرد و خاصیت نانوائی مطلوبی دارد.
- بنابراین هدف از تولید تربیتکاله کشت آن در مناطقی است که به دلیل سرمای زیاد امکان کشت گندم وجود ندارد.

تحمل به خشکی Drought tolerance

- در مناطقی که درجه حرارت بالا و میزان نزولات جوی پایین می‌باشد، خسارت حاصل از خشکی و گرما دیده می‌شود.
- این خسارت به همراه باد شدید افزایش خواهد یافت.
- گندم مهم‌ترین گیاه مناطق معتدل است که با تنش خشکی روبرو می‌شود.
- اجزاء تحمل به خشکی در گیاه شامل اجتناب و تحمل به از دست دادن آب (Dehydration) و خشک شدن (Desiccation) می‌باشد. مکانیزم‌های گیاه گندم برای تحمل به خشکی عبارتند از:
- (۱) زودرسی (قبل از روبرو شدن با خشکی قابل برداشت باشد)
- (۲) سیستم ریشه‌ای عمیق و قوی (برای مصرف آب قابل دسترس در اعماق خاک)
- (۳) بسته شده روزنه در خلال تنش خشکی (میزان اتلاف آب را پایین می‌آورد)
- (۴) واکسی (مومی) شدن سطح برگ (که میزان اتلاف تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهد)
- گندم‌های متحمل به خشکی دارای برگ‌های باریک‌تر، نسبت کمتری از و عملکرد پایین‌تر می‌باشند.

مکانیزم‌های تحمل به خشکی

- ۱- اجتناب از خشکی (Drought avoidance)
این مکانیزم شامل سیستم ریشه‌دهی عمیق برای بهره‌برداری از آب در سطوح پایین خاک و خصوصیات از گیاه است که از هدر رفتن آب جلوگیری می‌نماید و یا آن را کاهش می‌دهد،
مثل بسته شدن روزنه‌ها، لوله شدن برگ‌ها و وجود مواد واکسی (مومی) روی سطح برگ‌ها.
- انتخاب بر اساس این خصوصیات به گزینش ارقام مقاوم به خشکی کمک می‌کند.
- ۲- تحمل به خشکی (Drought tolerance)

تحمل به خشکی (Drought tolerance)

- خصوصیات این مکانیزم برخلاف خصوصیات مکانیزم اجتناب، قابل تشخیص نیست.
- معمولاً خشکی و گرما با یکدیگر در مزرعه رخ می‌دهند
- با مقادیر آبیاری‌های مختلف و عدم آبیاری می‌توان ژنوتیپ‌ها را برای تنش خشکی ارزیابی کرد.
- همبستگی زیادی بین تحمل به گرما و تحمل به خشکی وجود دارد.
- به همین دلیل می‌توان گیاهان را در درجات حرارت بالا، خاک خشک یا اتمسفر خشک قرار داد تا ژنوتیپ‌های مقاوم‌تر را شناسایی کرد.
- در آزمایشگاه میزان هدایت الکتریکی در برگ‌ها (Electrical conductivity in leaf disks)، آب از دست رفته برگ جدا شده (Excised leaf water loss) و دیگر خصوصیات فیزیولوژیکی را می‌توان برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به کار برد.
- اما در مزرعه خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی متفاوت، مطالعه و ارزیابی مقاومت به خشکی را پیچیده می‌کنند که این صفات را نمی‌توان در آزمایشگاه بوسیله آزمایش‌های منفرد اندازه‌گیری نمود.

مقاومت به بیماری‌ها

Disease resistance

- در یک برنامه اصلاحی بیماری‌های مختلف، هر یک مشکل مجزایی می‌باشند که باید مورد توجه قرار گیرند،
- اما برای جلوگیری از کاهش عملکرد، بایستی ارقام گندم به تمام بیماری‌ها و حشرات موجود در منطقه مورد نظر مقاوم باشند.
- به دلیل اثر متقابل میزبان و پاتوژن، بایستی در یک برنامه اصلاحی به‌نژادگر و پاتولوژیست گیاهی به صورت تیمی کار کنند.
- بیماری‌های مهم گندم عبارت است از:
- زنگ سیاه یا زنگ ساقه (Stem rust)،
- زنگ قهوه‌ای یا زنگ برگ (Leaf rust)،
- زنگ زرد یا زنگ نواری (Stripe rust)،
- سیاهک آشکار (Loose smut)،
- سیاهک پنهان (Dwarf bunt)،
- سفیدک پودری (Powdery mildew)،
- ویروس‌ها و بیماری‌های دیگر.

زنگها

rusts

- سه نوع مهم زنگ در گندم وجود دارد:
- زنگ ساقه یا زنگ سیاه (*Puccinia graminis f.s.p tritici*)
- زنگ برگ یا زنگ قهوه‌ای (*Puccinia recondita f.s.p tritici*)
- و زنگ نواری یا زنگ زرد (*Puccinia.striiformis*).
- زنگ ساقه یا سیاه یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های گندم در جهان است.
- معمولاً به ساقه حمله می‌کند، ولی ممکن است روی برگ‌ها، گلوم‌ها، ریشک‌ها و یا دیگر قسمت‌های گیاه نیز دیده شود.
- قسمتی از سیکل زندگی زنگ ساقه روی گیاه زرشک انجام می‌گیرد و بعد روی گندم پخش می‌شود.
- زمستان‌گذرانی این قارچ در مناطق گرم‌تر انجام می‌گیرد و در فصل رشد به مناطق دیگر می‌رود.
- زنگ برگ تقریباً در هر جایی که گندم دیده می‌شود، حضور دارد.
- این بیماری روی برگ مشاهده می‌شود.
- خسارت این زنگ از زنگ ساقه کمتر است.
- کاهش عملکرد ۱۰-۵ درصد امری عادی می‌باشد و اگر بیماری شدید شود، گیاهچه‌ها از بین می‌روند.
- زمستان‌گذرانی در مناطقی با آب و هوای ملایم انجام گرفته و بعد به مناطق دیگر پخش می‌شود.

زنگ زرد

- نام آمریکایی زنگ زرد، زنگ نواری می‌باشد که تولید نوارهای طولانی از جوش‌های زنگ می‌کند.
- گاهی این بیماری روی گلوم و ریشک نیز دیده می‌شود.
- این بیماری در آب و هوای مرطوب و خنک دیده می‌شود.
- میزبان جایگزین برای این بیماری تاکنون پیدا نشده است که روی آن زمستان‌گذرانی نماید.
- نحوه توارث به زنگ زرد اولین بار بوسیله (۱۹۰۵) Biffen در انگلستان گزارش شد.
- زنگ‌ها دارای تعداد زیادی بیوتیپ تخصصی هستند که از لحاظ ژنتیکی با یکدیگر متفاوت هستند.
- درست همانند تفاوت‌های ژنتیکی موجود بین ارقام گندم می‌باشند.
- نوع واکنش هر رقم می‌تواند به صورت مقاومت یا حساسیت باشد
- و پاتوژن نیز می‌تواند بیماری‌زا (Virulence) و یا غیر بیماری‌زا (Avirulence) باشد که به ترتیب تولید آلودگی بالا و پایین می‌کنند.
- پاتوژن‌ها می‌توانند بوسیله تلاقی، موتاسیون و نوترکیبی غیرجنسی ژنوتیپ‌های جدید تولید نمایند. پاتوژن و میزبان با هم اثر متقابل دارند و طبق فرضیه ژن برای ژن تولید مقاومت و حساسیت می‌کنند.

Gene for gene hypothesis

RR = homozygous resistant ; Rr = heterozygous resistant; rr = homozygous susceptible
 AVR AVR = homozygous avirulent; AVR avr = heterozygous avirulent; avr avr = homozygous virulent

		HOST GENOTYPE	
		RR or Rr	rr
PATHOGEN GENOTYPE	AVR avr or AVR AVR	Disease-resistant	Susceptible to disease
	avr avr	Susceptible to disease	Susceptible to disease

زنگها

- چرا ارقام مقاوم گندم بعد از مدتی بوسیله زنگ خسارت می بینند؟
- ژنوتیپ میزبان معمولاً ثابت می باشد و در مقابل نژاد غیر بیماریزا واکنش مقاوم نشان می دهد.
- اما بر اثر موتاسیون یا نوترکیبی نژاد جدید بیماریزا خلق می شود و در نتیجه واکنش حساسیت تظاهر پیدا می کند (مثل جدول فوق).
- خلق نژاد بیماریزا معمولاً به دلیل فشار انتخاب و کاشت وسیع رقم مقاوم است،
- یعنی تحت این شرایط اسپور نژادهای غیر بیماریزا کاهش می یابد و با خلق نژاد بیماریزا، فرکانس آن به شدت افزایش می یابد.
- تفکیک نژادها بر اساس نوع تیپ آلودگی است
- که آن نژاد روی یک سری از گیاهان محک (Differential host varieties) ایجاد می کند.
- یعنی هر ساله در مزرعه و طبیعت به دنبال ایزوله های مختلف هستند و بعد آنها را در گلخانه روی گیاهان محک آزمایش و نژاد را نامگذاری می کنیم.

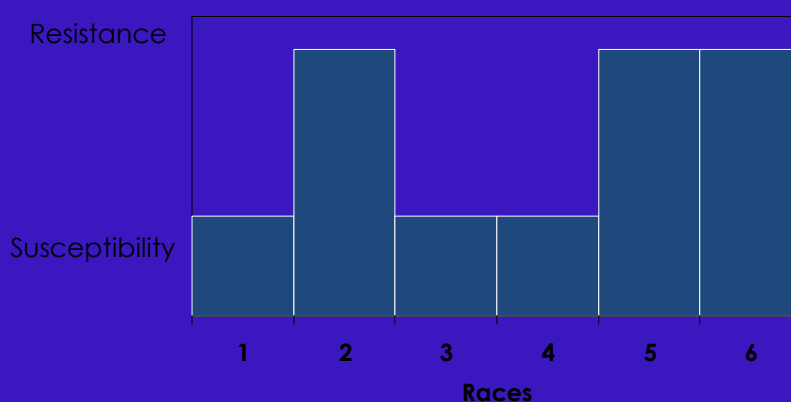
زنگها

- به دلایل زیر مفهوم نژاد (Race) از مد افتاده است:
- (۱) بسیاری از نژادها مخلوطی از بیوتیپها هستند که فقط بوسیله آزمایش روی گیاهان محک اضافی قابل تشخیص هستند.
- (۲) نژادها بوسیله نوع واکنش در مرحله گیاهچه شناسایی می شوند که برای شناسایی در مرحله بلوغ کافی نمی باشد.
- (۳) نوع واکنش گیاهچه ممکن است با درجه حرارت متفاوت باشد.
- اخیراً با انتقال ژنهای مقاوم به یک رقم کاملاً حساس، ایزوژنیک لاین (ایزولاین) تولید کرده اند که این امر بوسیله یک کراس های موازی انجام گرفته است و از این لاین ها به جای ارقام محک (Additional differential plants) فوق استفاده کرده و نژادها را شناسایی و نامگذاری می کنند.
- بحث های فوق برای دیگر بیماری های نژاد اختصاصی (Race-specific genes) یا ژن های اختصاصی معتبر می باشند.
- اصولاً مقاومت بر اساس ژن های اختصاصی زودگذر و فانی می باشد و لذا به نژاد گران به دنبال مقاومت پایدار هستند.

اصلاح برای مقاومت به زنگ

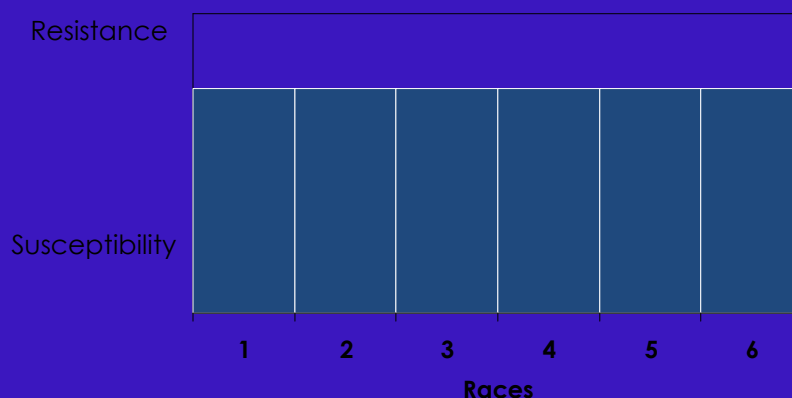
- ۱- اجتناب
- اصلاح خصوصياتی در میزبان که آن را قادر می سازد تا از خسارت زنگ فرار کند.
- بلوغ زودتر گیاه قبل از اینکه اسپور بیماری در مزرعه پخش گردد (در دشت های مرکزی آمریکا صورت می گیرد).
- ۲- مقاومت نژاد اختصاصی
- این نوع مقاومت معمولاً بوسیله یک ژن غالب و یا به وسیله تعداد کمی ژن کنترل می شود.
- یعنی این ژن ها در مقابل نژاد غیر بیماری زا مقاومت نشان می دهند و در برابر نژادهای بیماری زا حساس هستند.
- ارقامی که این نوع مقاومت را دارا می باشند باعث فشار انتخابی (Selection pressure) روی جمعیت نژادها می شوند
- و ژن های موتانت بیماری زا که جدیداً خلق می شوند ارقام مقاوم را تبدیل به ارقام حساس می کنند.
- این نوع مقاومت را گاهی مقاومت عمودی (Vertical resistance) نیز گویند.
- ۳- مقاومت نژاد غیر اختصاصی (Race- non specific resistance)

Vertical vs Horizontal Resistance



Vertical Resistance to Races 2, 5, and 6

Vertical vs Horizontal Resistance



Horizontal Resistance to all Races

۳- مقاومت نژاد غیر اختصاصی

Race- non specific resistance

- الف) مقاومت عمومی (General resistance)
- توارث این نوع مقاومت پیچیده می باشد.
- یعنی تعداد زیادی ژن با اثرات کوچک، این مقاومت را کنترل می کنند و ممکن است مغلوب افزایشی باشند.
- این مقاومت از مقاومت اختصاصی ثابت تر می باشد،
- چون قبل از شکسته شدن مقاومت باید بین این ژن های مقاوم و ژن های بیماری زایی اثر متقابل رخ دهد، که نمی دهد.
- این نوع مقاومت هرگز تظاهر مقاومت کامل را نشان نمی دهد
- و به علت تعداد زیاد ژن کنترل کننده، مشکل است که در یک برنامه به نژادی به کار گرفته شود.
-
- ب) مقاومت در مرحله بلوغ (Adult plant resistance)
- این نوع مقاومت از مقاومت اختصاصی متفاوت است
- و به عنوان مقاومتی که در مرحله بلوغ گیاه ظهور می کند، تعریف می شود.
- اما مقاومت اختصاصی در هر دو مرحله گیاهچه و بلوغ تظاهر دارد.

۳- مقاومت نژاد غیر اختصاصی Race- non specific resistance

- (ج) تحمل (Tolerance)
- اگر زنگ، آزادانه روی ارقام توسعه یابد اما نتواند بطور اساسی عملکرد را کاهش دهد به آن گیاه متحمل گویند و این نوع مقاومت را تحمل نامند.
- شناسایی این نوع مقاومت و به کارگیری آن در برنامه به نژادی مشکل می باشد.
- اگر زنگ در مرحله آخر زندگی ظهور کرده و توسعه یابد، به کارگیری این نوع مقاومت مفید خواهد بود.
- اما اگر بیماری زنگ مدت طولانی تری قبل از برداشت توسعه یابد، ممکن است این مقاومت کافی نباشد.
- (د) آهسته (دیر) آلوده شدن به زنگ (Slow or late rusting)
- این نوع مقاومت مدت طولانی تری را برای نهفتگی و آلودگی نسبت به اسپورهای زنگ به ارمغان می آورد و توسعه جوش های زنگ را کاهش می دهد.
- مکانیزم این نوع مقاومت بسته به ژنوتیپ گیاه، اندام گیاه و مرحله توسعه گیاه متفاوت می باشد.
- نحوه توارث، کمی و غالباً افزایشی می باشد.

۳- مقاومت نژاد غیر اختصاصی Race- non specific resistance

- (ه) مقاومت پایدار (Durable resistance)
- اشکال مقاومت غیر اختصاصی که در بالا به آن اشاره شد، غالباً شناسایی و طبقه بندی آنها با مشکل مواجه می شود،
- لذا تأکید بیشتری روی مقاومت پایدار صورت می گیرد.
- اگر رقمی در سطح وسیع، مدت زمان طولانی و در محیط مناسب بیماری کاشته شود و مقاومت خود را حفظ کند، به آن مقاومت پایدار گویند.
- این نوع مقاومت بوسیله ژن های اختصاصی یا پلی ژن های غیر اختصاصی ممکن است کنترل شود.
- داشتن اطلاعات در مورد نحوه توارث مقاومت در طراحی برنامه های به نژادی بسیار مفید است.
- مسلماً این امر ممکن است برای سطوح بالای مقاومت که توارث پذیری بالایی دارند، ضروری نباشد.
- (و) مولتی لاین
- این روش توسط نورمن بورلاگ برای غلبه بر زنگ ساقه پیشنهاد شد.
- برای این کار ژن های مقاوم اختصاصی در برنامه های یک کراس مجزا به رقم مورد نظر وارد می شوند و در نهایت یک سری ایزولاین یا ایزوژنیک لاین داریم (لاین هایی که در یک ژن متفاوت هستند و آن هم ژن مقاومت می باشد) که ترکیب این لاین ها را مولتی لاین گویند.
- تولید مولتی لاین و نگهداری آن در یک برنامه اصلاحی کار زیادی را می طلبد.
- این روش برای مناطقی که پاتوژن با ژن های بیماری زای اختصاصی سبب خسارت شدید و مداوم می گردد، مناسب می باشد.

(و) مولتی لاین

- اساس مولتی لاین بر تنوع استوار است
- چون ارقام مقاوم اختصاصی کمتر از ۱۰-۵ سال، مقاومتشان شکسته می شود.
- اصولاً بعد از تعقیب تغییرات در نژادهای پاتوژن، ترکیب مولتی لاین مشخص می گردد یعنی هر ساله ترکیبی خاص از مولتی لاین داریم.
- مولتی لاین مقاومت نسبی را به طیف وسیعی از نژادهای یک بیماری فراهم می آورد و حتی اگر نژاد جدیدی به وجود آید نمی تواند تمام ژن های داخل جمعیت مولتی لاین را بشکند.
- در یک جمعیت مولتی لاین بعضی از لاین ها حساس و بعضی مقاوم به بیماری می باشند.
- این مخلوط مقاومت و حساسیت اثر بافری یا حائل و ضربه گیر بر علیه توسعه سریع بیماری دارد و طول عمر ژن های مقاوم را افزایش می دهد.

(و) مولتی لاین

- معایب مولتی لاین عبارتند از:
- (۱) فقط در مناطقی که بیماری خسارت شدید ایجاد می کند و بطور مداوم رخ می دهد، استفاده می شود و استفاده از آن در مناطق دیگر محدودیت دارد.
- (۲) عمل به نژادی فقط برای بیماری صورت می گیرد و به عملکرد و صفات دیگر توجهی نمی شود.
- (۳) تولید و نگهداری ایزولاین ها کار زیادی را می طلبد.
- (۴) منابع قابل دسترس (تنوع ژنتیکی) اصلاحی را برای خصوصیات (به غیر از بیماری) کاهش می دهد.
- (۵) بعد از اصلاح یک رقم، برای ساختن مولتی لاین آن از آزاد شدن تا تولید و تکثیر ایزولاین ها زمان بر است و لذا با تأخیر به دست کشاورزان می رسد.
- (۶) در زمان تولید مولتی لاین برای یک رقم خاص، ممکن است رقم دیگری اصلاح و آزاد شود که مورد استقبال کشاورزان قرار گیرد.

۳- مقاومت نژاد غیر اختصاصی Race- non specific resistance

- (Blend variety) ارقام مخلوط
- مخلوط واریته‌ها سیستم ساده‌ای است که تنوع ژنتیکی ایجاد می‌کند،
- یعنی مخلوطی از بذور دو یا چند رقم را می‌توان بر علیه بیماری استفاده کرد که در مقابل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط پایدارتر خواهد بود و عملکرد آن در مقایسه با یک رقم در تمام محیط‌ها ثابت‌تر است ولی عملکرد بالایی نخواهد داشت (برخلاف استفاده از یک رقم).
- مکانیزم کار همانند مولتی‌لاین است یعنی ارقام، دارای ژن‌های مقاوم متفاوتی هستند.
- لازم به ذکر است این ارقام بایستی دارای زمان رسیدن و کیفیت مشابه یا تقریباً مشابه باشند. این مخلوط بایستی دائماً ساخته شود تا بتوان آن را نگهداری کرد.

۳- مقاومت نژاد غیر اختصاصی Race- non specific resistance

- (Pyramiding of genes) هرمی کردن ژن‌ها
- کنار هم آوردن ژن‌های مقاوم در یک کالبتوار را هرمی کردن ژن‌ها گویند.
- مسلماً کنار هم آوردن ژن‌های بزرگ‌اثر در یک رقم آسان است و پاتوژن بایستی به تعداد آن ژن‌ها، موتاسیون ایجاد کند که از لحاظ تئوری تقریباً غیر ممکن است.
- اما در عمل با موتاسیون گام به گام این امر میسر شده و مقاومت آن ارقام شکسته می‌شود.
- از سوی دیگر کنار هم آوردن ژن‌های کوچک‌اثر در یک رقم مشکل است، ولی اگر چنین شود شکسته شدن آن غیر ممکن خواهد بود.
-
- (Gene deployment) صف‌آرایی ژن‌ها
- در این روش نقطه شروع حرکت پاتوژن و مسیر آن شناسایی می‌گردد و این مسیر مهاجرت، به وسیله کاشت ارقام مقاوم متفاوت شکسته شده و لذا پاتوژن نمی‌تواند در مقابل این ارقام، تکثیر و افزایش یابد و فراوانی آنها کاهش خواهد یافت.
- این امر در مکزیک، آمریکا و کانادا انجام شده است.
- روابط سیاسی بین کشورها از عوامل محدودکننده این روش می‌باشد.

مقاومت به حشرات

- بیوتایپ‌های حشرات، تقریباً مشابه و قابل مقایسه با نژادهای فیزیولوژیک در بیماری‌ها می‌باشند.
- مگس گندم‌خوار تقریباً در همه قاره‌های دنیا دیده می‌شود.
- خسارت این حشره باعث کوتولگی گیاه، کاهش پنجه‌زنی، افزایش خسارت حاصل از سرما و شکستگی ساقه پس از رسیدن می‌شود.
- مقاومت در بیشتر ارقام مقاوم (به این حشره) به‌صورت آنتی‌بیوسیس (Antibiosis) است (یعنی حشره بعد از تغذیه روی گیاه می‌میرد).
- در برخی ارقام دیگر، مقاومت به‌صورت تحمل است (یعنی حشره تغذیه خود را ادامه می‌دهد اما گیاه با تولید و رشد پنجه جدید، خسارت را به نحوی جبران می‌کند).
- بیوتایپ‌های متفاوتی از این حشره شناخته شده است.
- زنبور ساقه‌خوار گندم (Wheat stem sawfly) باعث شکستن ساقه می‌شود.
- ساقه‌های توپر (Solid stem) خسارت بسیار جزئی می‌بینند و یا از خسارت فرار (Escape) می‌کنند.
- در حالی‌که ساقه‌های توخالی (Hallow stem) با خسارت شدیدی مواجه می‌شوند.
- ارقام ساقه توپر در آمریکا و کانادا به عنوان ارقام مقاوم توسعه یافته‌اند.

مقاومت به حشرات

- سوسک برگ‌خوار غلات (Cereal leaf beetle) در اروپا، آسیا و شمال آفریقا دیده می‌شود.
- اولین بار (۱۹۶۰) در آمریکا دیده شد.
- لارو و حشره بالغ از برگ‌ها تغذیه می‌کنند و حدود ۲۵٪ کاهش عملکرد را سبب می‌شود.
- در برنامه اصلاحی برای مقاومت به این آفت از مکانیسم مقاومت عدم ترجیح (Non-preference) در آمریکا استفاده شده است.
- یعنی ارقامی که دارای برگ‌های کرک‌دار (Pubescent leaves) بودند توسعه یافته‌اند که حشره ترجیح نمی‌دهد از آن‌ها تغذیه کند.
- سن سبز (Green bug) گندم گونه‌ای از شته‌ها (Aphid) هستند. این حشره دارای بیوتیپ‌های مختلفی است. رقم مقاومی به نام Amigo در آمریکا توسعه یافت، اما بعداً در تکزاس حساس گردید و ظهور بیوتیپ جدیدی را نشان داد. مقاومت این رقم به صورت ژن غالب اختصاصی عمل کرده است.

جوانه‌زنی بذر روی خوشه

Sprouting

- جوانه‌زنی بذر روی خوشه باعث کاهش کیفیت یا مرغوبیت دانه و همچنین باعث از بین رفتن خواص نانوائی (Baking quality) می‌شود.
- حتی ۵-۲ درصد جوانه‌زنی بذر منجر به کاهش خاصیت نانوائی می‌گردد.
- در مناطق مرطوب با بارندگی بالا، جوانه‌زنی بذر روی خوشه صورت می‌گیرد و به عوامل زیر بستگی دارد:
- (۱) شرایط آب و هوایی خصوصاً درجه حرارت کم در هنگام رسیدن بذر (مرحله شیرگی)
- (۲) کود بیش از حد که باعث کاهش مقاومت گیاه در مقابل این پدیده می‌شود.
- (۳) عوامل ژنتیکی

جوانه‌زنی بذر روی خوشه

Sprouting

- ثابت شده است گندم‌های بذر سفید، مقاومت کمتری از گندم‌های بذر قرمز و زرد در مقابل جوانه زنی روی خوشه از خود نشان می‌دهند.
- برای اصلاح این پدیده باید از خواب بذر استفاده کرد
- عنی انتخاب برای ارقامی که خواب بالاتری دارند، انجام گیرد که باعث می‌شود جوانه زنی روی خوشه رخ ندهد.
- خواب بذر معمولاً توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شود
- هر چند که مقاومت بذر در مقابل جوانه زنی روی خوشه توسط ژن‌های غالب کنترل می‌شود.
- برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها،
- تعدادی از هر ژنوتیپ به صورت وارونه آویزان می‌گردد و در فواصل زمانی معین داخل آب فرو می‌روند. در هوای مرطوب نگه داشته می‌شوند یا اینکه به همان صورت عمودی به‌طور متناوب آب روی آنها اسپری می‌شود و یا اینکه خوشه‌های گندم، داخل ماسه مرطوب یا کاغذ (یا پارچه) مرطوب قرار گرفته و بعد از مدت زمان معین مثلاً ۷ تا ۱۴ روز تعداد بذر جوانه‌زده روی خوشه‌ها ثبت می‌گردد.

کیفیت

- بعد از برداشت گندم از مزرعه، به نژادگر به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه توجه می‌کند.
- گندم قبل از مصرف توسط انسان، ممکن است برای مدت زمان طولانی ذخیره شود و سپس آسیاب شده و به آرد تبدیل گردد و نهایتاً برای نان و کیک و دیگر محصولات نانوائی مصرف گردد.
- بسیاری از خصوصیات ذاتی و ارثی گیاه روی آسیاب شدن و پخت آن اثر می‌گذارد.
- تظاهر ژن‌های این صفات تحت تأثیر شدید محیط می‌باشد.
- مسلماً خصوصیات لازم برای پخت نان با خصوصیات لازم برای پخت کیک متفاوت می‌باشند.
- کشاورز به کیفیت بازار پسندی توجه می‌کند
- که با کیفیت آسیاب کردن و کیفیت نانوائی متفاوت می‌باشد.
- در سال‌های اخیر توجه زیادی به خصوصیات غذایی شده است.

کیفیت بازار پسندی

- گندمی که دارای کیفیت خوب بازار پسندی باشد
- بایستی خالص، تمیز و در شرایط خوبی باشد (یعنی شکستگی، پوسیدگی و ... نداشته باشد).
- با این خصوصیات، رتبه، ارزش و قیمت بازارش تعیین می‌گردد.
- روشی که گندم تولید می‌شود، می‌تواند بر کیفیت بازار پسندی اثر بگذارد. مثلاً اگر گندم با گیاهان ناخواسته مثل علف‌های هرز مخلوط شود و یا توسط شرایط محیطی قبل از برداشت صدمه ببیند و یا در موقع انبار کردن ضایع و فاسد شود کیفیت بازار پسندی آن کاهش می‌یابد.
- این کاهش کیفیت به نژادگر مرتبط نمی‌باشد.
- اما به‌طور کلی ارقامی که عملکرد خوبی در محیط‌های خاص خود دارند (آداپته و سازگار شده‌اند) کیفیت بازار پسندی خوبی نیز دارند.
- مثلاً اگر دانه آنها سبک باشد و خوب پر نشود (به علت خوابیدگی و یا زنگ)،
- اصلاح نباتات با تولید ارقام مقاوم به خوابیدگی و یا زنگ می‌تواند کیفیت بازار پسندی را بالا ببرد.
- ارقامی که با محیط رشد خود سازش نیافته باشند، دیررس هستند و دانه چروکیده با وزن کم تولید می‌کنند، ولی ارقام سازش یافته دارای بذور سنگین و چاق (Plump) می‌باشند.

کیفیت پخت نان و آسیاب کردن

- انواع گندم مصارف متفاوتی دارند.
- واریته‌های گندم سخت (Hard wheat) همان گندم‌های نان هستند.
- چون دارای گلوتن بالایی می‌باشند، وقتی خمیری از آنها ساخته می‌شود به علت جذب رطوبت بالا، تولید توده بزرگی از خمیر و نان می‌کند.
- اما آرد حاصل از گندم‌های سخت، دانه دانه (Granular) است که این خصوصیات برای تولیدات شیرینی پزی مناسب نمی‌باشد.
- گندم‌های نرم (Soft wheat) دارای آرد نرم و ابریشمی است که مناسب پخت کیک، کلوچه و شیرینی پزی است، اما این آرد برای پخت نان ضعیف می‌باشد.
- گندم‌های دوروم برای پخت کیک و پخت نان نامناسب هستند ولی برای ساخت سمولینا همچون ماکارونی و اسپاگتی مناسب می‌باشند.
- استفاده‌های متنوع گندم ناشی از خواص شیمیایی و فیزیکی دانه گندم است که در ارقام مختلف ذاتی و ارثی است و از راه‌های گوناگون اندازه‌گیری می‌شود.
- برخی از این روش‌ها که خواص فوق را مشخص می‌کنند عبارتند از: درصد پروتئین و خاکستر، چسبندگی، زمان مخلوط کردن، جذب آب، حجم تکه نان تولید شده، حجم کیک و میزان پخش شدن کلوچه.

ارزش نانوائی

- ارزش نانوائی در رابطه با پخت نان مطرح است
- حجم خمیر و نان بستگی به مقدار گلوتن آن دارد.
- مقدار (کمیت) گلوتن بستگی به شرایط محیطی دارد
- ولی کیفیت گلوتن تا حدی ژنتیکی است.
- مقدار قند مالتوز نیز با ارزش نانوائی مرتبط است هر چه درصد دانه‌های جوانه زده روی خوشه گندم بیشتر باشد، مقدار مالتوز نیز بیشتر خواهد بود و حجم نان کمتر می‌شود.
- لذا نانوائیان به خمیر، اسیداسکوریک اضافه می‌کنند.
- در عمل می‌توان از روش مستقیم یعنی پخت نان استفاده نمود و تخلخل و حجم نان را بررسی کرد (حدود پنج کیلوگرم گندم نیاز دارد).
- در روش غیرمستقیم، یعنی تعیین مقدار گلوتن می‌توان از اندازه‌گیری مقدار پروتئین خام (مقدار ازت) استفاده کرد، چون همبستگی مثبتی بین مقدار پروتئین و مقدار گلوتن وجود دارد و یا اینکه می‌توان از اندازه‌گیری مقدار گلوتن مرطوب استفاده کرد. در این روش قطرات محلول نمک طعام باعث خروج نشاسته شده و گلوتن مرطوب باقی مانده و ثبت می‌شود.

ارزش نانوایی

- برای بررسی کیفیت گلوتن می توان از روش ضریب رسوب (Sedimentation test) استفاده کرد.
- یعنی آرد با اسیدلاکتیک مخلوط می شود و مقدار رسوب و زمان رسوب ثبت می گردد.
- همچنین می توان از تعیین مدت تخمیر (روش توپ) (Ball method) نیز استفاده کرد، یعنی مقدار معینی آرد با خمیر تازه نانوائی مخلوط شده و به صورت یک گلوله درمی آید و داخل آب گرم قرار می گیرد. در اثر تولید گاز CO_2 ، گلوله خمیر می ترکد. زمان قرار دادن گلوله در آب تا ترکیدن آن، با مقدار و کیفیت گلوتن رابطه دارد.
- برای تعیین کیفیت پروتئین از عدد پلشنکی (Pelshenky) و آزمایش زلنی (Zeleny test) استفاده می شود که اولی نشان دهنده مدت تخمیر و دومی نشان دهنده ضریب رسوب می باشد.
- بر اساس مقدار درصد و کیفیت پروتئین، واریته ها در سه گروه طبقه بندی می شوند:
- الف) درصد پروتئین زیاد و مدت تخمیر بیش از ۶۰ - ۵۰ دقیقه ارزش نانوائی نسبتاً قوی و مناسب نان های اروپایی
- ب) درصد پروتئین متوسط و مدت تخمیر بین ۵۰ - ۲۵ دقیقه ارزش نانوائی متوسط و مناسب نان های ایرانی
- ج) درصد پروتئین کم و مدت تخمیر کمتر از ۲۵ دقیقه ارزش نانوائی ضعیف و مناسب شیرینی پزی
- در تهیه نان های ایرانی می توان آرد گروه های اول و سوم را مخلوط و استفاده نمود.

روشهای ارزیابی کیفیت نانوائی

- اندازه گیری بسط خمیر
- مقداری خمیر مرطوب شسته شده، با اسیدلاکتیک مخلوط و به حال خود رها می شود تا متورم شود، حجم ایجاد شده در اثر این تورم را می توان در یک لوله آزمایش مدرج مشخص نمود.
- اندازه گیری خواص کیفی خمیر می تواند به روش های زیر انجام گیرد:
- فارینوگراف (Farinograph)
- در داخل ظرف حاوی خمیر به تدریج آب اضافه می گردد و خواصی مانند بسط خمیر، مقاومت خمیر در مقابل به هم زدن و قدرت جذب آب توسط خمیر اندازه گیری می شود.
- اکستنسوگراف (Extensograph)
- مقاومت خمیر در مقابل کشش اندازه گیری می شود. خمیر حاصل از آرد قوی تر، مقاومت بیشتری به کشش از خود نشان می دهد.
- اکستنسی متر (Extensimeter)
- خمیر به صورت یک صفحه پهن شده و توسط دستگاه، مقاومت آن در مقابل پاره شدن اندازه گیری می شود.

ارزش نانوایی

- اصولاً هیچ یک از روش‌های فوق همانند آزمایش پخت اطلاعات جامعی در اختیار ما قرار نمی‌دهد.
- به‌نژادگران بایستی از خواص آسیاب کردن و پخت ارقام جدید مطلع باشند و لذا ارقام دارای خواص نامناسب هرگز توزیع نمی‌گردند.
- در مراحل اولیه نسل‌های در حال تفکیک به دلیل کم بودن بذر، آزمایشات کیفیت انجام نمی‌شود، در حالی‌که در نسل‌های آخر می‌توان با پخت نان (چون بذر زیادی داریم) کیفیت را اندازه‌گیری کرد.
- البته امروزه با روش‌های جدید از جمله توسعه تکنولوژی غلات می‌توان در نسل‌های اولیه با بذر کم نیز آزمایشات کیفی را انجام داد.
- نحوه توارث کیفیت آسیاب کردن و کیفیت پخت کاملاً پیچیده می‌باشد.
- ضروری است که نحوه توارث اجزای کیفیت هر کدام به تنهایی مشخص گردد و در این میان استفاده از روش جانشین کردن کروموزوم (Chromosome substitution technique) می‌تواند راه‌گشا باشد.

ارزش غذایی Nutritional value

- گندم از لحاظ طعم، منبع کالری، پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی خاص خودش شناخته شده است.
- معیار ارزش غذایی گندم می‌تواند با اصلاح ژنتیکی میزان پروتئین و اسیدهای آمینه آن افزایش یابد.
- در بین هشت اسید آمینه ضروری، گندم از لحاظ لایسین فقیر می‌باشد.
- آزمایشات نشان داده است که میزان پروتئین و لایسین قابلیت اصلاح دارند، مثلاً تنوع پروتئین در آزمایشی بین ۲۲-۶ درصد بوده است.
- باید توجه داشت محیط نیز همانند ژنتیک تأثیر زیادی بر پروتئین دارد و لذا تلاش‌های انجام شده برای بهبود میزان پروتئین، دلسرد کننده بوده است.
- دو رقم که درصد بالایی از پروتئین دارند و مقدار آن ثابت می‌باشد به نام‌های NapHal و Atlas-66 معروف شده‌اند.
- معمولاً کنترل پروتئین در ارقام مختلف با ژن‌های متفاوتی انجام می‌گیرد.
- با افزایش پروتئین، مقدار لایسین کاهش می‌یابد (بر اساس درصد پروتئین و نه بر اساس درصد وزن خشک دانه گندم).
- ارقام بهاره پروتئین بیشتر ولی عملکرد دانه کمتری دارند.
- اگر پروتئین افزایش یابد، عملکرد کاهش می‌یابد. اگر عملکرد مدنظر باشد،
- به‌نژادگر به عملکرد توجه می‌کند و نیاز پروتئینی را به وسیله مکمل‌هایی همچون تولیدات دامی جبران می‌کند.
- در دنیا گندم‌های سخت با پروتئین بالاتر، قیمت بالاتری دارند (که مناسب تولیدات نان هستند).
- اما پروتئین بالا در پخت کیفی گندم‌های نرم مطلوب می‌باشد.
- اگر گندمی با پروتئین بالا دارای خواص آسیاب کردن ضعیفی باشد (اگر نتوان آن را برای نان مسطح تافتون به کار برد) بایستی آن را برای تغذیه دام استفاده نمود.

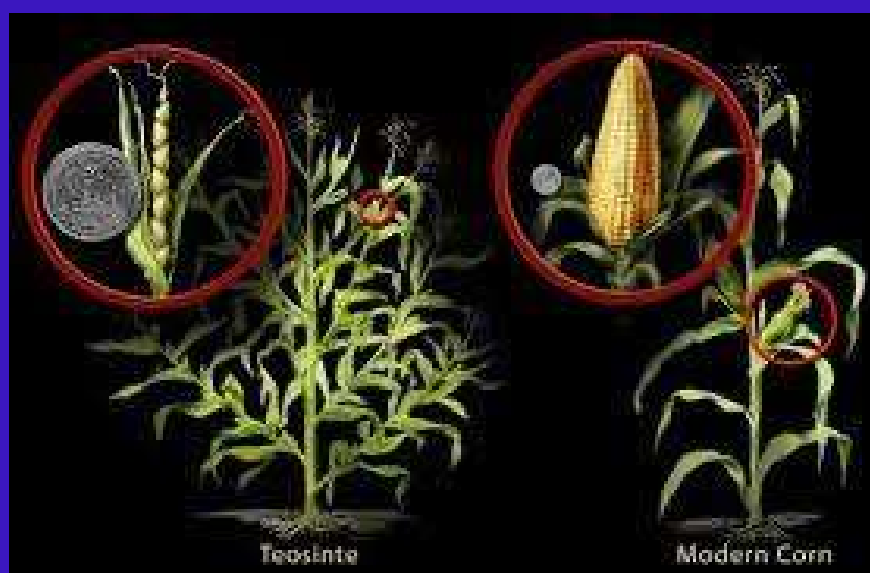
فصل دوم ذرت (CORN)

مقدمه

- ذرت یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیاست که طبق آمار FAO (۱۹۹۳) بعد از گندم و برنج، رتبه سوم را در سطح زیر کشت و تولید احراز کرده است.
- موارد مهم مصرف ذرت عبارت است از:
- تغلیف دام (Feed)
- تغذیه بشر (Food)
- اهداف صنعتی و بذر.
- از کل ذرت دنیا حدود ۶۷٪ برای تغذیه دام، ۲۵٪ برای تغذیه بشر و اهداف صنعتی به کار می‌رود و از مقدار باقی مانده قسمتی به عنوان بذر استفاده می‌شود و بقیه تلف می‌شود.
- از مصارف صنعتی می‌توان تهیه نشاسته، الکل و مواد چسبنده را نام برد.
- همچنین ساقه و شاخ و برگ آن در تولید کاغذ و کاغذ دیواری کاربرد دارد.
- از چوب بلال، پیپ درست می‌کنند.
- از نظر میزان تولید، آمریکا مقام نخست و چین و برزیل مقام‌های دوم و سوم را دارا هستند.

مبدأ ذرت

- ذرت بومی آمریکاست.
- مبدأ ذرت یا ارتفاعات پرو، اکوادور و بولیوی است یا جنوب مکزیک و آمریکای جنوبی.
- از نظر ژنتیکی نیز تقریباً پذیرفته شده است که منشأ ژنتیکی ذرت، Teosinte یعنی نزدیکترین خویشاوندان ذرت است.
- تتوسینت بومی مکزیک و گواتمالا است و در شرایط بومی می‌تواند به صورت وحشی در مزارع ذرت یافت شود.
- اشکال یک‌ساله وحشی تتوسینت دارای تعداد کروموزوم‌های برابر با ذرت ($2n=2x=20$) هستند و به سادگی با ذرت تلاقی می‌یابند و هیبرید بارور تولید می‌کنند.
- تتوسینت مانند ذرت گیاهی است یک‌پایه با گل‌های نر و ماده‌ای که در گل‌آذین‌های جداگانه تولید می‌شوند، اما گل‌آذین‌های ماده آن مشتمل بر ۱۲-۶ دانه مثلثی شکل و فلس‌مانند هستند.
- بذور تتوسینت به هنگام رسیدگی از هم جدا شده و ریزش می‌کنند و وسیله طبیعی پراکنده شدن بذور را فراهم می‌آورند.
- یکی دیگر از خویشاوندان ذرت جنس (*Tripsacum*) است که گونه‌های متعددی دارد و از نظر ظاهری شباهت‌های زیادی به ذرت معمولی دارد.
- بعضی از این گونه‌ها دیپلوئید ($2n=2x=36$) و برخی تتراپلوئید ($2n=4x=72$) می‌باشند.
- نتاج حاصل از تلاقی *Tripsacum* و ذرت معمولی عقیم است، ولی توانسته‌اند ژن‌های مفیدی را از آن به ذرت معمولی انتقال دهند.
- تکامل ذرت اصولاً در اثر جهش و دورگ‌گیری بوده است و پلی‌پلوئیدی نقشی در این زمینه نداشته است.





نژادهای ذرت



- در گونه *Mayz*، تنوع زیادی وجود دارد.
- تا به حال بهترین تقسیم‌بندی که در این گونه انجام شده است تقسیم‌بندی بر مبنای شکل و جنس دانه بوده است.
- ۱- ذرت دندان‌اسبی (Dent corn)
- قسمت عمده ذرت مورد کشت دنیا از این نوع است.
- دانه‌های آن از لحاظ سختی، بافت متوسطی دارند.
- در این ذرت در زمان رسیدگی یک فرورفتگی در قسمت تاج دانه‌ها به وجود می‌آید که بدین لحاظ به آن دندان‌اسبی می‌گویند.
- علت ایجاد فرورفتگی این است که دانه ذرت، در طرفین، اندوسپرم سختی دارد ولی در قسمت تاج، ملکول‌های اندوسپرم فشرده نشده‌اند و بافت نرمی ایجاد شده است. این بافت به هنگام خشک شدن، آب بیشتری از دست می‌دهد و در نتیجه یک فرورفتگی در قسمت تاج ایجاد می‌گردد.
- بنابراین می‌توان گفت، فرورفتگی تاج دانه در این نژاد به علت اختلاف در سختی قسمت‌های مختلف باعث اندوسپرم دانه است.
- صفت دندان‌اسبی بودن یک صفت کمی است.

نژادهای ذرت



- ۲- ذرت شاخی (شیشه‌ای- سخت) (Flint corn)
- این ذرت به جز در نواحی اطراف جنین، اندوسپرم سختی دارد.
- در نتیجه دانه‌های آن فرورفتگی ندارند و به صورت گرد و برآمده می‌باشند.
- از آنجایی که دانه‌های این ذرت بافت خیلی سختی دارند، خرد کردن و آرد کردن آنها مشکل است و برای استفاده در تغذیه دام‌ها نیز باید خرد شوند.
- ذرت‌های سخت، حاصل یک ژن غالب Y می‌باشد که رنگ زرد اندوسپرم را در آنها تولید می‌کند.
- این ژن در اندوسپرم ذرت، ترکیب شیمیایی خاصی به وجود می‌آورد که به سهولت به ویتامین A تبدیل می‌شود و در نتیجه ارزش غذایی این نوع ذرت را بالا می‌برد.
- قدرت جوانه‌زنی این ذرت‌ها زیاد است، بنابراین در محیط‌های سرد می‌توانند زودتر جوانه زده و برسند و در نتیجه از حمله پاتوژن‌ها در امان باشند.
- دانه‌های این ذرت از شیرینی کمی برخوردار هستند، شاخی بودن ذرت نیز یک صفت کمی است.



Flint Type



Dent Type

نژادهای ذرت



- ۳- ذرت شیرین (قندی) (Sweet corn)
- این صفت را یک ژن مغلوب کنترل می کند که در حالت هموزیگوسی مغلوب این ژن، ذرت شیرین می شود.
- این ذرت ها ماده قندی و نیز خاصیت پنجه دهی بیشتری دارند.
- دانه های این نژاد، در موقع رسیدن آب زیادی از دست داده و تمام سطح دانه چروکیده می شود.
- دانه های آن کوچکتر از ذرت دندان آسبی است و چروکیدگی دانه ها عامل شناسایی آن از ذرت های دیگر است.

نژادهای ذرت

- ۴- ذرت بوداده (Pop corn)
- دانه های این ذرت در موقع حرارت دیدن می ترکند به این علت به آن pop corn می گویند.
- ذرت بوداده دارای بافت شیشه ای و اندوسپرم سخت بوده و پریکارپ ضخیمی دارند.
- به هنگام حرارت دیدن، این بافت متراکم در مقابل فشار بخار آب مقاومت می کنند تا جایی که به حد انفجار می رسد و می ترکد.
- این ذرت به مصرف انسان می رسد.
- شکل دانه ها در این نژاد دو گونه است:
- (۱) حالت مرواریدی (نوک گرد)
- (۲) حالت برنجی (نوک تیز).
- از لحاظ ژنتیکی حالت بو دادگی یک صفت کمی است.

نژادهای ذرت



- ۵- ذرت آردی (Floury corn)
- در این نژاد ذرت کل بافت اندوسپرم، نرم می‌باشد و فرورفتگی تاج دانه کم است.
- کربوهیدرات اندوسپرم اینگونه ذرت‌ها تحت تأثیر یک ژن مغلوب *fl* قرار دارد که سبب ایجاد نشاسته نرم زیاد در دانه می‌گردد.
- ذرت آردی فاقد ارزش تجاری است و تنها در نشاسته‌سازی، صنایع چسب و شیرینی‌پزی مورد مصرف قرار می‌گیرد.
- ضمناً این نوع ذرت در مقابل آفات و امراض مقاومت کمی دارد.

نژادهای ذرت



- ۶- ذرت گلودار (Pod corn)
- در این نوع ذرت، گلودار روی دانه را می‌پوشاند.
- این ذرت در مطالعه منشأ ذرت‌های امروزی حائز اهمیت می‌باشد.
- گلودار بودن توسط ژن غالب *Tu* کنترل می‌شود.
- البته این صفت، صفت مطلوبی نیست.
- ۷- ذرت مومی (Waxy corn)
- این ذرت دارای اندوسپرم تیره و نرمی است.
- اندوسپرم دانه حاوی نشاسته مومی است که دارای خاصیت چسبندگی است.
- در ذرت مومی در اثر وجود ژن مغلوب *wx*، عمده مواد نشاسته‌ای به آمیلوپکتین تبدیل شده است.
- در حالی‌که ذرت معمولی دارای ۷۸٪ آمیلوپکتین و ۲۲٪ آمیلوز است.

ژنتیک ذرت

- در مورد ژنتیک ذرت مطالعات زیادی صورت گرفته است و ژن‌های متعددی بر روی کروموزوم‌های آن شناسایی شده‌اند.
- علت انجام مطالعات زیاد بر روی ذرت به قرار زیر است :
- (۱) ذرت از نظر اقتصادی در دنیا بعد از گندم و برنج مقام سوم را دارا می‌باشد.
- (۲) ذرت گیاهی است که در بیشتر دنیا می‌روید.
- (۳) به علت یک‌پایه بودن (جذاب بودن گل آذین نر و ماده)، سهولت اخته کردن و تولید گرده فراوان، امکان انجام خودگرده‌افشانی و دگرگرده‌افشانی در آن وجود دارد.
- (۴) به علت تولید بذر زیاد در ذرت (یک بلال حداکثر حدود ۱۰۰۰ و به‌طور متوسط حدود ۵۰۰ عدد بذر دارد)، بررسی صفات و ارزیابی نتایج بهتر انجام می‌گیرد.
- (۵) ذرت با داشتن صفات کیفی زیاد، منبع خوبی برای مطالعه اینگونه صفات می‌باشد (مثل پاکوتاهی، رنگ برگ و غیره)
- (۶) در ذرت با استفاده از اینبردینگ یا مواد موتاژن‌زا می‌توان آلل‌های مغلوب زیادی را شناسایی نمود.
- (۷) ذرت گیاهی دیپلوئید بوده و تعداد کروموزوم‌هایش کم است ($2n=2x=20$)، در نتیجه تفرق صفات در این گیاه به راحتی قابل مطالعه است.
- (۸) به علت طول زیاد کروموزوم‌های ذرت و نقاط مشخص روی آنها، شناسایی کروموزوم‌ها به راحتی صورت می‌گیرد و کار مطالعه راحت‌تر است.

ژنتیک ذرت

- مطالعات ژنتیکی در ذرت سهم عمده‌ای در افزایش دانش بشر از ژن‌ها، کنش ژن، فرایند جهش، هتروزیس و تئوری ژنتیک کمی داشته است.
- در زادآوری ذرت، که یک گیاه دگرگرده‌افشان می‌باشد، نسبت به زادآوری در گیاهان خودگرده‌افشان، ژنتیک کمی نقش مهم‌تری ایفا می‌کند.
- سیستم اصلاح ذرت هیبرید که از یک مطالعه ژنتیکی منشأ گرفت، رویدادی است که بررسی‌های ژنتیکی بعدی را در گونه‌های ذرت سبب گردید.
- علاوه بر بالا بودن تنوع طبیعی در این گونه‌ها، اشکال جهش‌یافته جدیدی توسط اشعه و مواد شیمیایی جهش‌زا به سهولت ایجاد می‌شوند.
- نقشه ژنتیکی ژنوم ذرت کامل‌تر از تمام گونه‌های گیاهی دیگر است.
- بیش از ۱۰۰۰ مکان ژنی در ذرت شناسایی شده‌اند و موقعیت بیش از نیمی از این مکان‌ها در نقشه‌های لینکاژی ده کروموزوم ذرت شناسایی شده است.

پدیده گزنیا

- پدیده گزنیا (Xenia) نیز در ذرت قابل مشاهده است.
- اصطلاح گزنیا یعنی اثر فوری دانه گرده بر خصوصیات اندوسپرم.
- در ذرت یک مکان ژنی به نام Y وجود دارد که در این مکان ژنی، آلل غالب عامل زردی و آلل مغلوب عامل سفیدی اندوسپرم می باشد.
- زمانی که یک ذرت دانه سفید را به عنوان والد ماده با یک ذرت دانه زرد به عنوان والد نر تلاقی می دهیم بذری که روی پایه مادری تشکیل می شود دارای اندوسپرم زرد کم رنگ خواهد بود
- و این پدیده در همان سال انجام تلاقی قابل رؤیت خواهد بود.



پدیده گزنیا

- علاوه بر زردبودن اندوسپرم در مقابل سفیدبودن آن،
- خصوصیات دیگری از اندوسپرم نیز پدیده گزنیا را نشان می دهند که عبارتند از
- ارغوانی یا سفیدبودن لایه آلرون،
- نشاسته ای یا قندی بودن اندوسپرم،
- چروکیده یا غیرچروکیده بودن اندوسپرم و
- مومی یا غیرمومی بودن اندوسپرم.

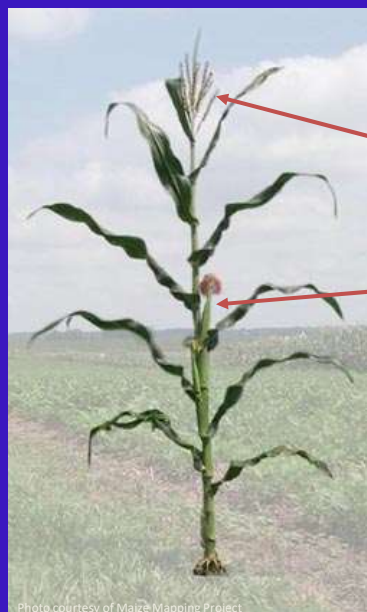


Photo courtesy of Maize Mapping Project

Corn Anatomy

Tassel - ♂

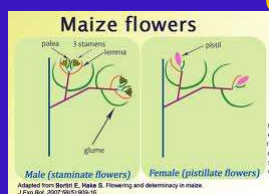
Sheds pollen at maturity

Ear - ♀

Each silk is attached to one ovule.

Pollen tube grows down silk and fertilizes ovule.

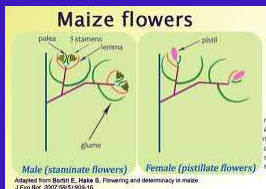
گیاهشناسی ذرت



The maize plants (Zea mays) have blossomed on the roof garden of Ming Kei College.

- ذرت گیاهی است یک پایه (Monoecious) و به این علت، سیستم دگرگرده افشانی دارد (۹۵٪ از دانه‌های ذرت حاصل از دگرباروری و ۵٪ آنها ناشی از خودباروری می‌باشند).
-
- ساختمان گل آذین نر
- گل آذین نر ذرت، یک خوشه مرکب یا پانیکول است که در انتهای بوته تشکیل می‌گردد و دارای یک محور وسطی بزرگ و چندین محور فرعی می‌باشد که روی این محورها سنبلیچه‌های نر قرار می‌گیرند.
- سنبلیچه‌ها معمولاً به صورت دوتایی ظاهر می‌شوند، یکی دارای پایه و دیگری فاقد پایه.
- هر سنبلیچه دارای دو تا گلچه است و توسط دو تا گلوم احاطه می‌شود.
- هر گلچه دارای ۳ پرچم بوده و توسط دو پوشینک (لما و پالنا) پوشیده می‌شود.
- هر گل آذین نر می‌تواند حدود ۲۵-۵/۲ میلیون دانه گرده تولید کند.

ساختمان گل آذین ماده



- بلال اولیه معمولاً از بند پنجم یا ششم زیر برگ پرچم ظاهر می‌شود.
- از بندهای زیر بلال اولیه هم ممکن است تعدادی بلال ظاهر شود.
- اولین بلال نزدیک به گل آذین نر، بلال اصلی است و مواد غذایی گیاه در درجه اول صرف این بلال می‌گردد.
- گل آذین ماده، سنبله مرکب است.
- سنبلچه‌ها بدون پایه به چوب بلال متصل هستند.
- اصولاً سنبلچه‌ها به صورت دوتایی ظاهر می‌شوند و هر یک دارای دو تا گلچه هستند که معمولاً یکی از آنها بارور می‌شود.
- بدین جهت ردیف‌های بلال معمولاً زوج هستند.
- بعضی مواقع در ذرت شیرین هر دو گلچه بارور می‌شوند که این امر باعث برهم‌خوردن نظم ردیف‌های بلال می‌گردد.
- روی هر بلال ذرت بسته به ژنوتیپ حدود ۵۰۰ - ۱۰۰۰ تخمدان بالقوه وجود دارد.
- ر تخمدان به یک رشته ابریشمی متصل می‌شود که هم نقش کلاله و هم نقش خامه را ایفا می‌کند.
- زیرا این رشته علاوه بر انتقال دانه گرده به تخمدان در تمام طول خود دارای کرک‌هایی است و در هر قسمت که دانه‌گرده روی آن پیفتند جذب شده و تندش پیدا می‌کند.
- در هر رشته ابریشمی چندین لوله گرده می‌توانند تندش کنند، ولی عمل تلقیح را فقط یکی از آنها انجام می‌دهد.

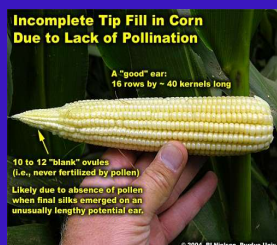
گرده‌افشانی و کلاله‌دهی

- گرده‌افشانی در ذرت معمولاً ۲-۳ روز بعد از ظهور گل آذین نر صورت می‌گیرد.
- اما در برخی از ژنوتیپ‌ها، در حین بیرون آمدن گل آذین نر نیز گرده‌افشانی انجام‌پذیر می‌باشد.
- بیشترین مقدار گرده‌افشانی در حوالی ساعت ۹ تا ۱۱ صبح صورت می‌گیرد.
- بارندگی باعث قطع گرده‌افشانی می‌گردد.
- گرما نیز طول مدت گرده‌افشانی را کاهش می‌دهد.
- گرده‌افشانی معمولاً از قسمت‌های وسطی محور اصلی شروع می‌شود و به ابتدا و انتهای آن و نیز محوره‌های فرعی گسترش می‌یابد.
- معمولاً محوره‌های فرعی پایین، آخرین قسمت‌هایی هستند که گرده‌افشانی را شروع می‌کنند.
- طول عمر دانه‌گرده ذرت زیاد نیست و در شرایط طبیعی مطلوب ۸-۶ ساعت زنده می‌ماند و در هوای گرم در عرض ۶-۵ دقیقه از بین می‌روند.
- ولی در شرایط دمایی ۳ درجه سانتی‌گراد، تا ۱۰ روز هم می‌تواند زنده بماند.
- معمولاً دانه‌گرده ذرت را نگهداری نمی‌کنند و اغلب از گرده آماده استفاده می‌نمایند.
- دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد معمولاً سبب کشته شدن دانه گرده می‌گردد.

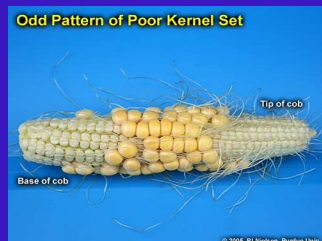
گرده‌افشانی و کلاله‌دهی

- باروری معمولاً ۲۴-۱۲ ساعت بعد از نشستن دانه گرده در روی رشته ابریشمی انجام می‌پذیرد.
- در زمان گرده‌افشانی، قسمت اعظم دانه‌های گرده هر بوته در حوالی ۵-۱/۵ متری آن می‌ریزد.
- در صورت وجود باد، دانه‌گرده ذرت می‌تواند تا حدود ۱۰۰ متر نیز پخش گردد.
- پس در مواقع ایزولاسیون باید فاصله لازم از مزارع همجوار در نظر گرفته شود و حتی به هنگام ازدیاد بذر، فاصله یک کیلومتر هم ضروری است.
- برای کاهش فاصله ایزولاسیون، در اطراف مزارع چندین ردیف ذرت به‌طور متراکم کاشته می‌شود (حاشیه) تا ارتفاع این ذرت‌ها به علت رقابت بیشتر شده و دانه‌های گرده بیگانه را جذب کنند و مانع رسیدن آنها به بوته‌های موجود در مزرعه گردند.
- شروع گرده‌افشانی اصولاً ۳-۲ روز قبل از کلاله‌دهی است ؟؟؟؟؟
- (بدین علت ذرت جزو گیاهان پروتاندراست).
- معمولاً در شرایط عادی، گرده‌افشانی حدود یک هفته طول می‌کشد و بنابراین حدود ۵-۴ روز مطابقت وجود دارد.
- در مواقع تنش‌های محیطی (مانند کم‌آبی و گرما) گرده‌افشانی خیلی زودتر از کلاله‌دهی صورت گرفته و باروری انجام نخواهد شد.
- از آنجایی که تارهای ابریشمی قسمت‌های پایین بلال زودتر ظاهر شده و طول درازتری دارند، اگر طول مدت مطابقت گرده‌افشانی و کلاله‌دهی کم باشد، تنها در قسمت‌های پایینی بلال دانه‌های پر ایجاد خواهند شد.
- بدین جهت سعی می‌شود که در ذرت‌های اصلاحی فاصله گرده‌افشانی و کلاله‌دهی کم باشد تا میزان محصول بیشتر گردد.
- البته خالی ماندن قسمت‌های بالایی بلال می‌تواند در اثر کمبود مواد غذایی نیز باشد.
- گاهی اوقات، قسمت‌های خالی به‌طور پراکنده ایجاد می‌گردند که این حالت ممکن است در اثر از بین رفتن دانه گرده در اثر گرما باشد.

Incomplete pollination



- Incomplete development
 - Lack of tip fill
 - Blanking
 - Causes
 - Not planting enough sweet corn
 - Lack of moisture
 - Hot weather
 - Inadequate fertilizer
 - Birds
 - Insect feeding on silks



هیریداسیون مصنوعی

- ذرت در حالت عادی آزاد گرده افشان می باشد.
- بنابراین برای انجام تلاقی مورد نظر بایستی گرده افشانی را کنترل نمود.
- کنترل گرده افشانی روی هر دو اندام نر و ماده صورت می گیرد.

کنترل والد ماده

- اندام ماده را قبل از بیرون آمدن رشته های ابریشمی، یعنی وقتی که اندام ماده از حالت برگی به حالت گوشتی در آمد، بوسیله پاکت های سلوفان می پوشانند.
- این پاکت ها در مقابل رطوبت زیاد و عوامل دیگر، مقاوم بوده و با کاربرد آنها ظهور ابریشم ها نیز قابل رؤیت خواهد بود.
- این پاکت ها تا ظهور رشته های ابریشمی روی گل آذین ماده باقی می مانند و هر روز صبح باید آنها را کنترل نمود.
- اگر در موقع ظهور رشته های ابریشمی مشاهده گردد که پاکت بلال مورد نظر، افتاده است در صورتی که تعداد بوته ها زیاد باشد آن بوته را حذف می کنند.
- ولی اگر تعداد بوته ها کم باشد، فقط بلال بالایی را حذف می نمایند و اگر رشته های ابریشمی بلال پایین تر ظاهر نشده باشند روی آن را می پوشانند.
- پس از ظهور رشته های ابریشمی و یک روز قبل از انجام گرده افشانی، انتهای رشته های ابریشمی را حدود ۲ سانتی متر قطع می کنند تا همه رشته ها سطح یکنواختی داشته باشند و عمل گرده افشانی به راحتی انجام گیرد.
- پس از این کار دوباره بلال را با پاکت می پوشانند و روی پاکت علامت (x) می گذارند، با دیدن این علامت در روز بعد متوجه می شوند که گل آذین ماده آماده تلقیح می باشد.

آماده‌سازی والد نر

- والد نر بلافاصله بعد از شروع گرده‌افشانی در محور اصلی و ظهور بساک‌ها می‌تواند آماده شود.
- یک روز قبل از تلاقی، گل‌آذین نر را بوسیله پاکت معمولی می‌پوشانند و روی پاکت تاریخ گرده‌افشانی برای روز بعد نوشته می‌شود.
- علت پوشاندن گل‌آذین نر یک روز قبل از گرده‌افشانی اینست که دانه‌گرده بیگانه‌ای روی آن ننشیند و اگر نشسته باشد در این فاصله یک روز از بین برود.

انجام تلاقی

- در روز انجام تلاقی، جمع‌آوری دانه‌گرده در حوالی ساعت ۱۱ - ۹ صبح انجام می‌گیرد.
- بدین ترتیب که گل‌آذین نر داری پاکت را خم کرده و آن را تکان می‌دهند تا گرده به مقدار کافی در داخل پاکت جمع شود.
- سپس پاکت سلوفان روی والد ماده را برداشته و بلافاصله دانه‌های گرده موجود در داخل پاکت را روی گل‌آذین ماده ریخته و دوباره روی بلال را با پاکت معمولی می‌پوشانند.
- در صورتی که دانه‌گرده موجود در پاکت فقط برای تلقیح یک بلال در نظر گرفته شده باشد، بلال توسط همان پاکت پوشانده می‌شود.
- این پاکت‌ها به هنگام برداشت شاخص دورگ‌گیری مصنوعی خواهند بود.
- ضمناً هر ردیفی که گرده‌افشانی یا تلقیح آن تمام شد، در روی اولین بوته آن ردیف علامتی با کاغذ نصب می‌شود که نشانه تمام شدن کار آن ردیف باشد.
- معمولاً قبل از شروع عملیات کنترل گل‌آذین، به اولین بوته هر ردیف ایتیکی که نشان‌دهنده مشخصات آن ردیف باشد، نصب می‌گردد.
- روی این ایتیک‌ها مشخصاتی از قبیل شماره ردیف (در بالای ایتیک) و گاهی اسم ژنوتیپ و از همه مهم‌تر نوع تلاقی قید می‌گردد.

روش‌های اصلاحی ذرت

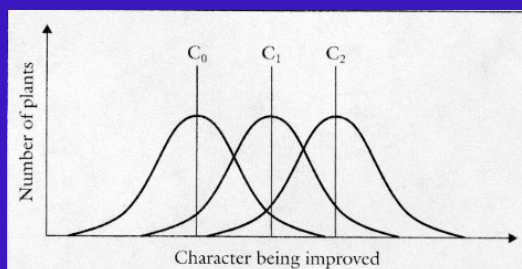
- ذرت گیاهی است دگرگرده‌افشان
- بدین علت در یک توده بومی ذرت، افراد هتروزیگوس هستند
- و در سیستم تکاملی ذرت افراد همیشه یک حالت هتروزیگوس داشته‌اند
- و اثر آلل‌های نامطلوب مغلوب توسط آلل‌های غالب پوشیده شده است.
- در رابطه با صفات کمی، در صورتی که افراد خودبارور شوند در برخی از مکان‌های ژنی در نتاج حاصل آلل‌های مغلوب به صورت هموزیگوس ظاهر خواهند شد و در نتیجه ارزش نتاج کاهش خواهد یافت.
- به‌طور کلی اینبردینگ، روی قدرت باروری و قدرت عمومی تأثیر منفی دارد که به آن پسروی اینبردینگ (Inbreeding depression) گویند.
- در صفات کیفی نیز اینبردینگ باعث بروز صفات کیفی نامطلوب می‌شود.

Recurrent selection

Key features:

One of the oldest methods in plant breeding

Gradually concentrating desirable alleles in a population



The concept of recurrent selection

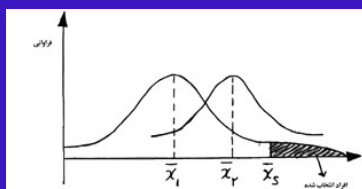
روش‌های اصلاحی ذرت

- عمدتاً روش‌های گزینش دوره‌ای از سه جنبه با هم اختلاف دارند.
- (الف) واحد گزینش (Selection unit)
- ژنوتیپ یا خانواده یا واحدی که گزینش بر مبنای آن صورت می‌گیرد، واحد گزینش می‌گویند.
- (ب) واحد ترکیب (Recombination unit)
- ژنوتیپ‌هایی که با هم ترکیب شده و نسل بعد را بوجود می‌آورند به واحد ترکیب موسومند.
- (ج) کنترل والدین:
- منظور از کنترل والدین اینست که آیا والدین گیاهان انتخاب شده از نظر گرده‌افشانی کنترل می‌شوند یا نه. مسلماً اگر هر دو والد از نظر گرده‌افشانی کنترل شوند کارآیی روش اصلاحی بیشتر می‌شود.

روش‌های اصلاحی ذرت

- بازده ژنتیکی (Genetic gain)، پیشبرد ژنتیکی (Genetic advance)، بهبود ژنتیکی (Genetic improvement)، پاسخ (Response)
- قبل از انجام هر گزینشی باید پیش‌بینی نمود که جمعیت حاصل از گزینش در رابطه با صفت گزینشی ارزش بالایی نسبت به جمعیت قبل خواهد داشت.
- به عبارت دیگر جمعیت اولیه به گزینش پاسخ خواهد داد.
- در صورتیکه پاسخ به گزینش وجود نداشته باشد، انجام گزینش بیهوده خواهد بود.
- افراد برتر انتخاب شده از جامعه‌ای با میانگین $\bar{X}_1$ دارای میانگین $\bar{X}_s$ خواهند بود، اگر این افراد برتر را در نسل بعد بکاریم، دارای میانگین $\bar{X}_2$ خواهند بود، مقدار پاسخ انتخاب جمعیت اول است و جمعیت به میزان $\bar{X}_2 - \bar{X}_1$ بهبود پیدا کرده است. پس ما باید پیش‌بینی کنیم که قبل از تلاقی چقدر بهبود خواهیم داشت.

روش‌های اصلاحی ذرت



$$G_c = \frac{Kc\sigma_A^2}{y\sqrt{\sigma_p^2}}$$

- $\bar{X}_1$: میانگین افراد جامعه اول
- $\bar{X}_2$: میانگین افراد جامعه دوم
- $\bar{X}_s$: میانگین افراد انتخاب شده از جامعه اول
- $\bar{X}_s - \bar{X}_1 = D$: دیفرانسیل گزینشی
- $\bar{X}_2 - \bar{X}_1 = R$: پاسخ به گزینش
- میزان بازده ژنتیکی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:
- K : ضریب ثابت و C : کنترل والدین
- K با استفاده از جدول خاص بسته به شدت گزینش تعیین می‌گردد.
- C : ضریب کنترل والدین است.
- اگر یک والد کنترل شود مقدار C برابر ۰.۵ خواهد بود.
- و اگر هر دو والد کنترل شوند و واحد گزینش مساوی واحد ترکیب باشد $C=1$ خواهد بود
- و اگر هر دو والد کنترل شوند ولی واحد ترکیب مساوی واحد گزینش نباشد، $C=2$ خواهد بود.
- Y : تعداد سال یا تعداد فصل که گزینش طول می‌کشد.
- σ_A^2 : واریانس افزایشی
- σ_p^2 : واریانس فنوتیپی
- هر چه واریانس افزایشی بیشتر باشد، گزینش بهتر انجام می‌شود.
- گزینش‌های دوره‌ای چندین نسل ادامه می‌یابند تا جایی که پاسخ به گزینش وجود نداشته باشد، در این حالت است که سیکل گزینشی دیگر انجام نمی‌شود.
- یکی دیگر از دلایل محاسبه بازده ژنتیکی انتخاب بهترین روش برای اصلاح جمعیت مورد نظر و پیش بینی پاسخ است.

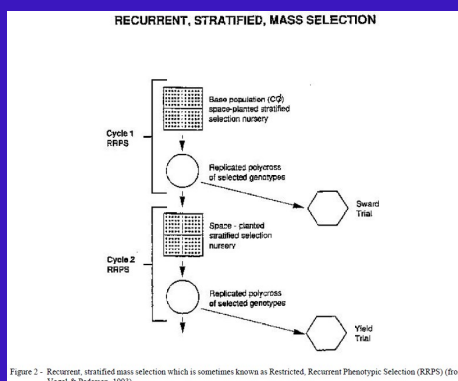
انواع روش‌های اصلاحی ذرت

- روش‌های اصلاحی درون جمعیتی (Intra-population improvement)
 - گزینش توده‌ای
 - گزینش برادر-خواهران ناتنی (گزینش نیمه تنی) (Half-sib selection)
 - الف) روش بلال به ردیف (Ear-to-row)
 - ب) روش بلال به ردیف تغییر شکل یافته (Modified ear-to-row selection)
 - ج) گزینش برادر-خواهران ناتنی با استفاده از یک تستر
 - گزینش برادر-خواهران تنی (تمام تنی، تمام خواهری) (Full-sib selection)
 - گزینش دوره‌ای S_1
 - گزینش دوره‌ای S_2
- روش‌های اصلاحی بین جمعیتی (Inter-population improvement)
 - گزینش برادر-خواهران ناتنی متقابل (Reciprocal half-sib selection)
 - روش گزینش برادر-خواهران تنی متقابل (Reciprocal Full-sib selection)

گزینش توده‌ای Mass selection

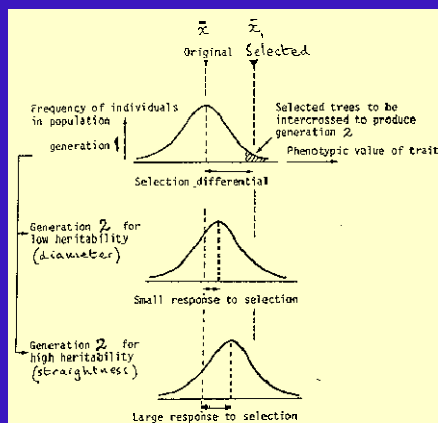
- گزینش توده‌ای قدیمی‌ترین و ساده‌ترین روش اصلاحی است.
- کشاورزان قبل از ابداع روش‌های اصلاحی، عمل گزینش را با این روش انجام می‌دادند.
- اساس انتخاب توده‌ای، گزینش تک‌بوته‌ها از جمعیت است.
- در این روش آزمون بوته انجام نمی‌شود و گزینش بر مبنای فنوتیپ انجام می‌شود.
- بنابراین این روش در مورد صفاتی مؤثر است که وراثت‌پذیری بالایی داشته باشند
- و محیط نقش زیادی در وراثت‌پذیری آنها نداشته باشد،
- مانند زمان رسیدگی، مقاومت به پاتوژن و بسیاری از تنش‌های محیطی و ...

گزینش توده‌ای Mass selection



- در این روش از جمعیت اولیه تعدادی فرد بر حسب فنوتیپ موردنظر انتخاب می‌شوند.
- پس از برداشت، بذور بوته‌های انتخابی با هم مخلوط می‌شوند و بذور اصلاح‌شده را تشکیل می‌دهند.
- با کاشت این بذور در سال بعد، گزینش می‌تواند در سال بعد انجام گیرد.

گزینش توده‌ای Mass selection



$$G_c = \frac{K \frac{1}{2} \sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_P^2}} = \frac{K \sigma_A^2}{2 \sqrt{\sigma_P^2}}$$

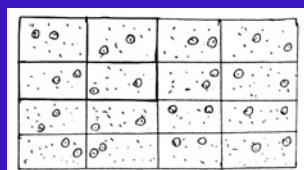
• چون گزینش بر اساس فنوتیپ است باید صفاتی را اصلاح کنیم که وراثت‌پذیری بالایی داشته باشند.

• از آنجائی که در این روش، گزینش بر مبنای فنوتیپ انجام می‌گیرد، صفاتی مانند عملکرد را نمی‌توان با این روش اصلاح نمود، زیرا در این صفات که وراثت‌پذیری پائینی دارند، فنوتیپ بیانگر ژنوتیپ نیست.

• عیب عمده دیگر این روش این است که چون گرده‌افشانی کنترل نمی‌شود، بوته‌های انتخابی با بوته‌های نامطلوب تلاقی می‌یابند و بذور برداشت شده از بوته‌های انتخابی در حقیقت نتیجه این تلاقی‌های ناخواسته هستند.

• پس در گزینش توده‌ای هم واحد گزینش و هم واحد ترکیب تک‌بوته می‌باشد و کنترل والدین کامل انجام نمی‌شود. هر دوره این گزینش یک سال

معایب گزینش توده‌ای



- (۱) صفات کمی را نمی‌توان اصلاح کرد (گزینش فنوتیپی)
- (۲) کنترل والدین کامل انجام نمی‌شود.
- برای برطرف کردن عیوب گزینش توده‌ای از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود.
- برای کاهش اثر تنوع محیطی، گاردنر در سال ۱۹۶۱ روشی را پیشنهاد کرده است که به نام "گزینش توده‌ای شبکه‌ای" (Gridding mass selection) معروف است
- این روش مشابه گزینش توده‌ای می‌باشد، با این تفاوت که بذور با فاصله‌های منظم کاشته می‌شوند
- و قبل از زمان گزینش، قطعه زمین مورد استفاده به قطعات کوچکی تقسیم می‌شود،
- به گونه‌ای که تمام قطعات دارای تعداد بوته‌های یکسان باشند.
- سپس از تمام قطعات تعداد بوته مساوی انتخاب می‌شود،
- بذور بوته‌های گزینش یافته، با هم مخلوط شده و در سال بعد جمعیت نسل بعد را تشکیل می‌دهند.
- از آنجایی که شرایط داخل هر قطعه، تقریباً یکسواخت می‌باشد، اثر محیط تا حدودی زیادی کنترل می‌شود.
- یعنی اختلاف بین بوته‌های هر قطعه بیشتر ژنتیکی می‌باشد.
- گاردنر با استفاده از این روش توانسته است عملکرد ذرت را افزایش دهد. بنابراین عیب اول تاحدودی مرتفع گردید.

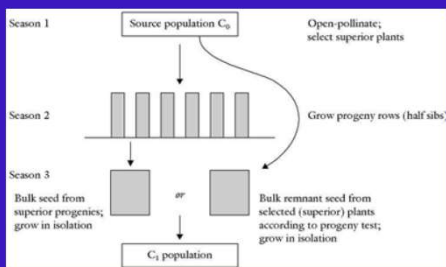
معایب گزینش توده‌ای

- برای برطرف کردن عیب دوم گزینش توده‌ای باید صفت مورد ارزیابی قبل از گرده‌افشانی قابل تشخیص باشد و بتوان بوته‌ها را قبل از گرده‌افشانی مورد ارزیابی قرار داد.
- مثل استحکام دانه و مقاومت به زنگ.
- در این روش بوته‌های نامطلوب قبل از گرده‌افشانی شناسایی شده و از جمعیت حذف می‌شوند.
- بدین صورت تلاقی بین بوته‌های مطلوب انجام خواهد شد.
- این روش به نام گزینش دوره‌ای فنوتیپی (Phenotypic recurrent selection) معروف است.
- به این روش گزینش توده‌ای منفی (به علت حذف بوته‌های نامطلوب) نیز می‌گویند.
- هر دوره این روش یک سال طول می‌کشد.
- واحد گزینش و واحد ترکیب تک‌بوته است
- و کنترل والدین کامل انجام می‌شود.
- این روش در کنترل صفاتی انجام می‌شود که وراثت‌پذیری بالایی دارند مثل مقاومت به آفات و بیماری‌ها.
- میزان پاسخ تخمینی در این روش دو برابر پاسخ تخمینی در گزینش توده‌ای است
- چون در گزینش توده‌ای یک والد و در گزینش توده‌ای فنوتیپی دو والد کنترل می‌شود و جمعیت دو بار پاسخ خواهد داد.
- گزینش توده‌ای $C = 1$ گزینش توده‌ای فنوتیپی

$$G_c = \frac{K\sigma^2}{\sqrt{\sigma_p^2}}$$

$$G = \frac{KC\sigma^2 A}{y\sqrt{\sigma^2 P}}$$

۲- گزینش برادر - خواهران ناتنی (گزینش نیمه تنی) Half-sib selection الف) روش بلال به ردیف Ear-to-row



- در این روش، جمعیت در سال اول کشت می‌گردد و بر اساس صفات ظاهری از قبیل ارتفاع ساقه، خوش‌فرمی بوته، مقاومت به آفات و پاتوزنها و مقاومت به ورس تعدادی بوته انتخاب و بذور آنها به طور جداگانه برداشت شده و در سال دوم در ردیف‌های جداگانه کاشته می‌شود.
- در این سال میانگین ردیف‌ها بر اساس صفت مورد نظر با هم مقایسه شده
- و در نهایت بذور بهترین ردیف‌ها در سال سوم به صورت مخلوط کاشته می‌شود
- تا دوره گزینشی بعد، از جمعیت حاصل آغاز گردد
- در این روش ردیف‌ها نسبت به هم ناتنی هستند
- زیرا والد نر آنها جمعیت بوده و برای همه یکسان است
- ولی والد ماده متفاوت می‌باشد.

$$G = \frac{K\sigma^2 A}{4\sqrt{\sigma^2 P}}$$

مجموعه گرده جمعیت را به عنوان والد نر در نظر گرفته و به این علت ناتنی هستند که والد ماده متفاوت است.

واحد گزینش خانواده‌های ناتنی (خطوط) و واحد ترکیب هم خانواده‌های ناتنی است،

کنترل والدین ناقص است و دو سال طول می‌کشد.

۲- گزینش برادر- خواهران ناتنی (گزینش نیمه تنی) Half-sib selection (الف) روش بلال به ردیف Ear-to-row

- از این روش بیشتر برای افزایش یا کاهش درصد پروتئین و روغن به منظور انجام مطالعات ژنتیکی استفاده شده است.
- بعدها پیشنهاد گردید برای اینکه هر دو والد کنترل گردند، بذور بوته‌های انتخابی در سال اول دو قسمت می‌شود،
- یک قسمت در انبار نگهداری شده و قسمت دیگر آنها در سال دوم در ردیف‌های جداگانه کاشته می‌شوند و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.
- در نهایت با توجه به این آزمون نتاج، بهترین بوته‌ها شناسایی شده و بذور باقی مانده این بوته‌ها از انبار برداشته شده و به صورت مخلوط برای آغاز دوره گزینش بعد کاشته می‌شود.
- چون کنترل والدین کامل صورت می‌گیرد تلاقی بوته‌های نامطلوب با خطوط انتخاب شده نیز حذف خواهد شد.
- در روش بلال به ردیف آزمون نتاج وجود دارد و در نتیجه اثر عوامل محیطی از عوامل ژنتیکی جدا شده و گزینش بر اساس ژنوتیپ خواهد بود زیرا است.
- تمرین: فرمول بازده ژنتیکی را برای این حالت بنویسید.

ب) روش بلال به ردیف تغییر شکل یافته

Modified ear-to-row selection

- چنانچه گفته شد روش بلال به ردیف در یک محل و طی یک سال انجام می‌شود
- بنابراین آزمون نتاج با اینکه می‌تواند اثر محیط را از ژنوتیپ جدا سازد،
- ولی قادر نیست اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را از ژنوتیپ تفکیک نماید
- و در نتیجه مقداری از تفاوت موجود بین ردیف‌ها ناشی از اثر متقابل ژنوتیپ با محیط می‌باشد.

تعریف اثر متقابل:

- تفاوت اختلافات سطوح یک فاکتور از سطحی به سطح دیگر از فاکتور دیگر را اثر متقابل گویند.
- طبق تعریف فنوتیپ یک فرد حاصل ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط است ($P=G+E+GE$)
- در گزینش توده‌ای که معمولاً بر اساس فنوتیپ صورت می‌گیرد ممکن است تفاوت دو بوته به علت GE و E باشد و ژنوتیپ خوبی نداشته باشد.
- در روش گزینش بلال به ردیف ما توانستیم اثر محیط را جدا کنیم و اگر GE صفر نباشد، ممکن است گزینش و اختلاف مشاهده شده به علت G نباشد بلکه ناشی از GE باشد.
- برای جدا کردن GE باید هر کدام از خطوط را در چند محیط و چند مکان بکاریم و از آنها میانگین بگیریم و این بار ما فقط گزینش را بر اساس G انجام می‌دهیم.

ب) روش بلال به ردیف تغییر شکل یافته

Modified ear-to-row selection

- به منظور رفع این مشکل در سال ۱۹۶۴ *lonnquist* روش بلال به روش تغییر شکل یافته را معرفی نمود.
- در این روش در سال اول جمعیت کشت می‌گردد و در داخل این جمعیت تک بوته‌ها بر اساس صفات ظاهری انتخاب شده و بذور آنها جداگانه برداشت می‌شود.
- بذور آنها به چهار قسمت تقسیم می‌شود،
- یک قسمت آن در سال دوم در یک بلوک تلاقی ایزوله به عنوان والد ماده کشت می‌شود.
- در این بلوک به ازا هر چهار ردیف والد ماده دو ردیف والد نر در نظر گرفته می‌شود.
- ردیف‌های نر از ترکیب یک قسمت از بذور هر یک از بوته‌های انتخابی بدست می‌آیند.
- یعنی در حقیقت ردیف‌های نر نمایانگر جمعیت حاصل از بوته‌های انتخابی هستند.
- بنابراین تلاقی‌ها به صورت تاپ کراس انجام می‌گیرد و قابلیت ترکیب پذیری عمومی مطرح می‌شود.
- در بلوک تلاقی، ردیف‌های ماده قبل از گرده‌افشانی تاسل کشی می‌شوند (اخته کردن).
- هر یک از دو قسمت باقیمانده بذور در دو مکان دیگر و در ردیف‌های جداگانه کاشته می‌شود.

(ب) روش بلال به ردیف تغییر شکل یافته

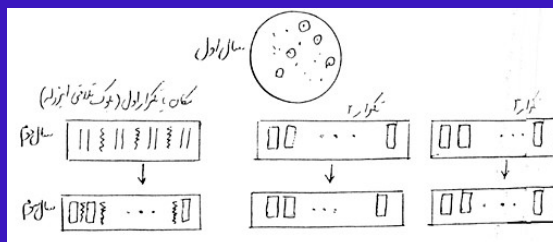
Modified ear-to-row selection

- در این مکان‌ها ردیف‌های نر و ماده به صورت جداگانه کاشته می‌شود و تلاقی‌ها به صورت کاملاً تصادفی انجام می‌شود و هدف مقایسه عملکرد است.
- ژنوتیپ‌ها به صورت تصادفی کاشته می‌شوند. در هر مکان ژنوتیپ‌ها به عنوان یک تکرار است.
- ر طول فصل زراعی ردیف‌های موجود در بلوک تلاقی مورد بررسی قرار گرفته و از هر ردیف ۵ عدد از بهترین بوته‌ها علامت گذاری می‌شوند.
- در پایان فصل با استفاده از بذور به دست آمده از تمام تکرارها یک مقایسه عملکرد صورت می‌گیرد.
- اگر بین تیمارها اختلاف وجود داشته باشد ۲۰٪ از بهترین تیمارها یعنی ۳۸ تیمار انتخاب می‌شوند.
- اگر ۳۸ ردیف را در بلوک تلاقی مشخص کرده و بذور ۵ بوته علامت گذاری شده این ردیف‌ها را به طور جداگانه برداشت کنیم یعنی در آخر سال از بلوک تلاقی $5 \times 38 = 190$ بوته انتخاب و بذور آنها به طور جداگانه برداشت می‌شود.
- علت برداشت نمودن بذور از بلوک تلاقی این است که در بلوک تلاقی یک نوع بازترکیبی از تمام ژنوتیپ‌ها وجود دارد.
- با کاشت مجدد این بذور در ۳ تکرار، سیکل گزینشی تکرار می‌شود. (در سال سوم)

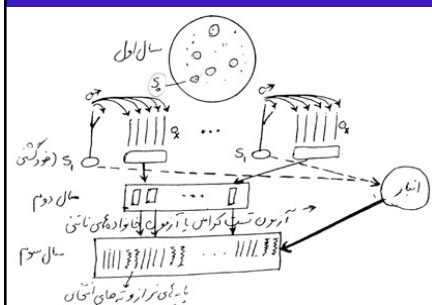
(ب) روش بلال به ردیف تغییر شکل یافته

Modified ear-to-row selection

- در این روش بعد از به جریان افتادن دوره اول هر دوره یک سال یا یک فصل طول می‌کشد.
- زیرا در این روش در یک سال هم آزمون نتاج و هم بلوک تلاقی وجود دارد.
- کنترل والدین کامل است زیرا والد نر (۱۹۰ بوته) کنترل می‌شود.

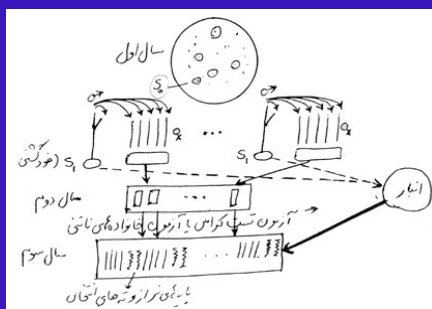


ج) گزینش برادر – خواهران ناتنی با استفاده از یک تستر



- در این روش، در سال اول جمعیت کاشته می‌شود.
- در حدود ۲۰۰ بوته بر اساس صفات ظاهری انتخاب می‌گردند
- و در این ۲۰۰ بوته هم خودباروری انجام می‌گیرد و هم هر یک از بوته‌ها با حدود ۶ بوته از یک تستر تلاقی داده می‌شوند.
- در این تلاقی‌ها بوته‌های انتخابی به عنوان والد نر و بوته‌های تستر به عنوان والد ماده بکار می‌روند.
- تستر می‌تواند هر جمعیتی باشد مانند یک توده بومی، یک واریته سنتتیک، یک هیبرید دابل کراس و یا یک لاین اینبرد.
- در صورتی که تستر یک جمعیت ناهمگن باشد، قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی
- و اگر یک لاین اینبرد باشد قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مطرح خواهد بود.

ج) گزینش برادر – خواهران ناتنی با استفاده از یک تستر

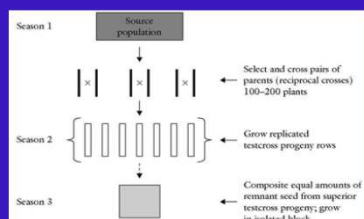


در این روش واحد گزینش که بر اساس آزمون تست کراس انجام می‌گیرد خانواده‌های ناتنی و واحد ترکیب در بلوک تلاقی ایزوله فرد خودکشن S_1 است و کنترل والدین کامل است و هر دوره این روش سه سال طول می‌کشد. تمرین: فرمول پیشرفت ژنتیکی را بنویسید؟

- در آخر سال اول بذور شش بوته تستر مربوط به هر تلاقی را با هم مخلوط می‌کنند.
- بذور حاصل از خودباروری نیز به‌طور جداگانه برداشت و در انبار یا سردخانه نگهداری می‌شود.
- نتاج حاصل از تست کراس را خانواده‌های ناتنی می‌گویند که در سال دوم در یک آزمون تست کراس و یا آزمون خانواده‌های ناتنی مورد بررسی قرار می‌گیرد و بذور حاصل از خودباروری مربوط به ردیف‌های برتر، از انبار برداشت شده
- و در سال سوم در بلوک تلاقی ایزوله در ردیف‌های جداگانه کاشته می‌شود.
- بذور حاصل به صورت مخلوط برداشت شده و نمونه‌ای از آن در سال چهارم کاشته می‌شود تا دور بعدی گزینش انجام شود.
- از آنجایی که هدف از ایجاد بلوک تلاقی ایزوله در سال سوم، تلاقی تمامی ژنوتیپ‌ها با یکدیگر است می‌توان برای ترکیب شدن تمامی آنها با یکدیگر به ازا هر چهار ردیف والد ماده دو ردیف والد نر متشکل از تمام ژنوتیپ‌ها کاشت یعنی تاپ کراس انجام داد.

گزینش برادر – خواهران تنی (تمام تنی، تمام خواهری)

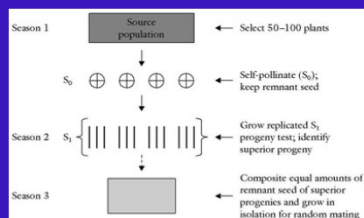
Full-sib selection



- هر دوره این روش سه سال طول می کشد.
- هم واحد گزینش و هم واحد ترکیب خانواده های تنی است
- کنترل والدین هم کامل است.
- تمرین: فرمول پیشرفت ژنتیکی را بنویسید؟

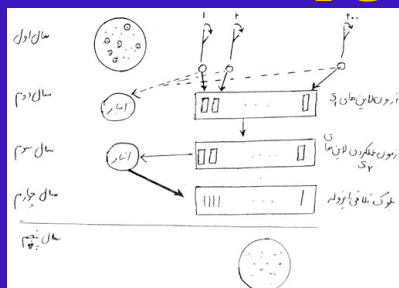
- در سال اول جمعیت کاشته می شود،
- قبل از گرده افشانی، بر اساس صفات ظاهری حدود ۴۰۰ بوته انتخاب و به صورت دو به دو با هم تلاقی داده می شود، یعنی در کل ۲۰۰ تلاقی و ۲۰۰ توده بذری خواهیم داشت.
- بذور حاصل، خانواده های تنی را تشکیل خواهند داد.
- در آخر سال یک قسمت از بذور را در انبار نگهداری می کنند
- و قسمت دیگر در سال دوم در آزمون خانواده های تنی با هم مقایسه خواهند شد.
- بر اساس نتایج حاصل از این آزمون، ده درصد از بهترین خانواده ها انتخاب
- و در سال بعد بذور مربوطه از انبار برداشت شده و در بلوک تلاقی ایزوله کاشته می شود

گزینش دوره های S_1 :



- در سال اول جمعیت کشت می گردد
- و قبل از گرده افشانی بر اساس صفات ظاهری حدود ۵۰ تا ۱۰۰ بوته را انتخاب و آنها را خودبارور می نمایند.
- در آخر سال، بذور بوته های انتخابی به صورت جداگانه برداشت و دو قسمت می شوند،
- یک قسمت در انبار نگهداری می شود
- و قسمت دیگر در آزمون لاین های خالص مورد استفاده قرار می گیرد.
- بر اساس این آزمون ۱۰٪ از بهترین لاین ها انتخاب شده
- و در سال سوم در بلوک تلاقی ایزوله کاشته می شود.
- در آخر این سال بذور حاصل از بلوک تلاقی به صورت مخلوط برداشت شده
- و در سال چهارم برای شروع دوره گزینش بعد کاشته می شود
- به این ترتیب این جمعیت نسبت به جمعیت قبلی اصلاح شده تر خواهد بود و برای اصلاح بیشتر باید سیکل گزینش را تکرار نمود.
- واحد گزینش و واحد ترکیب لاین های S_1 است
- و سه سال طول می کشد.
- کنترل والدین نیز کامل است.
- تمرین: فرمول پیشرفت ژنتیکی این روش را بنویسید؟

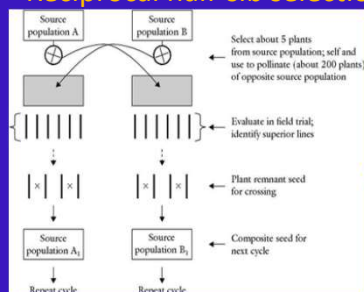
گزینش دوره‌های S_2 :



در این روش هر دوره گزینش چهار سال طول می‌کشد، واحد گزینش و واحد ترکیب لاین‌های S_2 است ولی می‌تواند هم S_2 هم S_1 باشد. کنترل والدین هم کامل است. گاهی برای افزایش میزان بازترکیبی ژن‌ها در سال پنجم نیز مجدداً یک بلوک تلاقی ایزوله تشکیل می‌گردد که در این صورت هر دوره گزینش ۵ سال طول خواهد کشید. تمرین: فرمول پیشرفت ژنتیکی این روش را در حالت‌های مختلف بنویسید؟

- در سال اول جمعیت کاشته می‌شود،
- قبل از گرده افشانی بر اساس صفات ظاهری حدود ۵۰ تا ۱۰۰ بوته انتخاب و خودبارور می‌شوند،
- قسمتی از بذور S_2 در انبار نگهداری شده و قسمت دیگر در سال دوم در ردیف‌های جداگانه کاشته شده و از لحاظ ظاهری و مقاومت به پاتوژن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند،
- حدود ۲۵ تا ۵۰ ردیف برتر انتخاب می‌شوند
- و تعدادی بوته از آن ردیف‌ها برای بدست آوردن بذور S_2 مجدداً خودبارور می‌شوند.
- قسمتی از بذور S_2 حاصل در انبار نگهداری شده
- و قسمت دیگر در سال سوم در آزمون عملکرد لاین‌های S_2 مورد استفاده قرار خواهند گرفت و از ۲۵ تا ۵۰ لاین S_2 مورد مقایسه، ۲۰٪ از بهترین لاین‌ها انتخاب و بذور S_2 یا S_1 مربوطه را از انبار برداشت شده
- و در سال چهارم در بلوک تلاقی ایزوله کشت می‌شوند تا تمام تلاقی‌ها صورت بگیرند.
- در سال آخر بذور حاصل از تلاقی در بلوک ایزوله را برداشت کرده و نمونه‌ای از آن را در سال پنجم برای شروع دوره گزینشی دیگر می‌کارند و گزینش از ابتدا آغاز می‌شود.

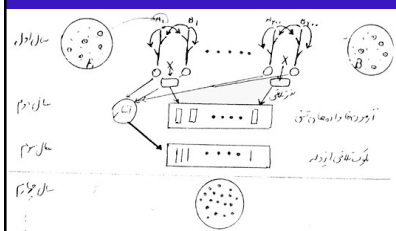
روش‌های اصلاحی بین جمعیتی ۱- گزینش برادر - خواهران ناتنی متقابل Reciprocal half-sib selection



هر دوره این روش سه سال طول می‌کشد و واحد گزینش خانواده‌های ناتنی و واحد ترکیب لاین‌های S_2 است و کنترل والدین هم کامل است. در این روش دو جامعه مورد نظر از لحاظ قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی اصلاح می‌شوند زیرا هر یک از این جوامع به عنوان تستر جامعه دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. حال اگر از این جامعه لاین‌های این‌بری انتخاب شوند این لاین‌ها بهتر می‌توانند با هم ترکیب شده و هیبرید پر محصول بین جمعیتی تولید نمایند.

- به این روش گزینش دوره‌ای متقابل (Reciprocal recurrent selection) نیز می‌گویند.
- در این روش در سال اول دو جمعیت A و B به‌طور جداگانه کشت می‌شوند.
- از هر یک از این جمعیت‌ها حدود ۲۰۰ بوته قبل از گرده‌افشانی انتخاب و علاوه بر اینکه بوته‌های انتخابی خودبارور می‌شوند، هر یک از این بوته‌ها با ۶ بوته یا بیشتر از جمعیت دیگر تلاقی می‌دهند.
- در سال اول دو جمعیت ایجاد خواهد شد:
- بذور حاصل از خودباروری
- و بذور حاصل از تست‌کراس که در حقیقت جمعیت A به عنوان تستر برای جمعیت B و جمعیت B به عنوان تستر برای جمعیت A خواهد بود.
- بذور حاصل از تلاقی بوته‌های انتخابی هر یک از جمعیت‌ها به‌طور جداگانه برای هر جمعیت در آزمون تست‌کراس یا آزمون خانواده‌های ناتنی در سال دوم مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- بر اساس این آزمون ۱۰٪ از بهترین خانواده‌ها انتخاب و در سال سوم بذور خودبارور مربوطه از انبار برداشت شده، در بلوک‌های تلاقی ایزوله جداگانه‌ای کاشته می‌شود
- و در آخر سال سوم بذور حاصل از هر تلاقی به‌طور مخلوط برداشت شده و نمونه‌ای از آن در سال چهارم کاشته می‌شود و دوره گزینش جدید آغاز می‌گردد.

۲- روش گزینش برادر - خواهران تنی متقابل Reciprocal Full-sib selection



- در این روش، در سال اول جمعیت مورد نظر کشت می‌گردد،
- از هر جمعیت حدود ۲۰۰ بوته انتخاب و بوته‌های انتخابی علاوه بر خودباروری، با یک بوته از جمعیت دیگر هم تلاقی داده می‌شود،
- بنابراین شرط استفاده از این روش وجود حداقل دو بلال در بوته‌های انتخابی است
- و نکته دیگر اینکه برای تولید بذر زیاد حاصل از تلاقی برای استفاده در آزمون‌های تکراردار، بلال بالایی (بلال اصلی) دگرباروری می‌کند و بلال پائین را خودبارور می‌کنند.
- در پایان هر سال ۴۰۰ توده بذر به وجود می‌آید که به طور جداگانه در انبار نگهداری می‌شود،
- ۲۰۰ توده بذری از هر تلاقی حاصل می‌شود که در واقع خانواده‌های تنی هستند
- این خانواده‌ها در سال دوم در آزمون خانواده‌های تنی در یک آزمون تکراردار (طرح بلوک ناقص) مورد مقایسه قرار گرفته و ۱۰٪ از بهترین‌ها مشخص می‌شود.
- والدین این بوته‌های انتخابی مشخص شده و بذور خودبارور این والدین از انبار برداشته شده
- و در سال سوم برای هر جمعیت یک بلوک تلاقی ایزوله تشکیل می‌گردد تا تمام تلاقی‌های ممکنه انجام گیرد.
- در آخر سال سوم بذور حاصل از هر بلوک تلاقی مخلوط گشته و نمونه‌ای از آن در سال چهارم کشت می‌گردد تا دوره گزینشی بعدی انجام گیرد.

در این روش، هر دوره گزینش ۳ سال طول می‌کشد.

واحد گزینش خانواده‌های تنی

و واحد ترکیب لاین‌های یک‌کاست و کنترل والدین کامل است.

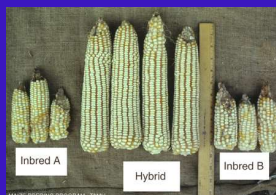
تمرین: فرمول بازده ژنتیکی این روش را بنویسید.

تولید واریته‌های هیبرید

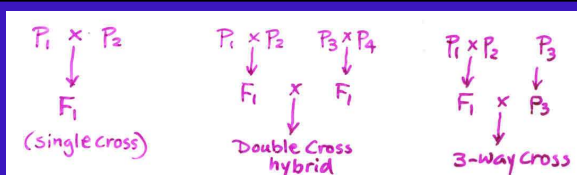
- در یک جمعیت آزادگرده‌افشان ذرت، ممکن است بوته‌ای وجود داشته باشد که دارای عملکرد بالا حتی بالاتر از هیبریدهای معروف باشد،
- ولی نمی‌توان این بوته را مجدداً تولید کرد.
- زیرا والدین آن نامشخص است و این بوته در اثر تلاقی نامعلومی حاصل شده است.
- بنابراین برای اینکه بتوانیم این هیبریدها را هر ساله تولید نمائیم
- والدین آنها باید لاین اینبرد و قابل تکثیر باشند،
- تا بتوان با تلاقی این والدین، هیبرید مورد نظر را همه ساله تولید نمود
- لازم به یادآوری است که هیبریدها یک‌بار مصرف هستند و کاشت بذور آنها در سال بعد منجر به کاهش عملکرد خواهد شد.

Hybrid Vigour

A. Produces hybrid vigor – hybrid vigor via cross-pollination



انواع هیبریدها



- (۱) هیبرید ساده
- برای اولین بار، تولید واریته‌های هیبرید از لاین‌های اینبرد را دکتر شال در سال ۱۹۰۹ پیشنهاد نمود.
- هیبرید سینگل کراس از تلاقی دو لاین اینبرد حاصل می‌شود ($A \times B$).
- مزیت هیبریدهای سینگل کراس، یکنواخت بودن آنها است
- و علت یکنواخت بودن آنها این است که والدین آنها هموزیگوس می‌باشند.
- ضمناً عملکرد هیبریدهای سینگل کراس کمتر از سایر هیبریدها است
- از آنجائی که این هیبریدها یکنواخت هستند، آسیب‌پذیری آنها زیاد است.
- همچنین از آنجائی که بذر هیبرید روی والد اینبرد تولید می‌گردد
- به جهت ضعیف بودن لاین اینبرد بذر کمتری تولید می‌شود.
- بنابراین بذر هیبرید سینگل کراس که در آن زمان تولید گردید هزینه بالایی را در برداشت
- و بدین علت تا ده سال پس از آن واریته‌های هیبرید تولید نشدند.

انواع هیبریدها

$P_1 \times P_2$
↓
 F_1
(Single cross)

$P_1 \times P_2$
↓
 F_1
 $P_3 \times P_4$
↓
 F_1
 ↓
Double Cross hybrid

$P_1 \times P_2$
↓
 F_1
 P_3
↓
 P_3
 ↓
3-Way cross

- (۲) هیبرید دابل کراس، هیبرید مضاعف
- این نوع هیبرید برای اولین بار توسط دکتر جونز در سال ۱۹۱۸ تولید شد.
- هیبریدهای دابل کراس ذرت اولین هیبریدهایی هستند که به صورت تجارتي تولید شدند.
- برای تولید هیبرید دابل کراس، چهار لاین اینبرد مورد نیاز است.
- این لاین‌های اینبرد با هم تلاقی داده شده و سپس سینگل کراس‌های حاصل با هم تلاقی داده می‌شوند که نتاج حاصل دابل کراس خواهد بود.
- در تولید بذر هیبرید دابل کراس، اشکالاتی که در مورد تولید هیبرید ساده گفته شد، کاهش می‌یابد.
- زیرا بذر هیبرید دابل کراس روی والد مادری که یک هیبرید سینگل کراس و به مراتب قوی‌تر و پرمحصول‌تر از لاین اینبرد است، تولید می‌گردد و در نتیجه مقدار بذر بیشتری تولید می‌گردد.
- هیبریدهای دابل کراس یکنواخت نیستند.
- زیرا والدین آنها هتروزیگوس می‌باشند.
- این یکنواخت نبودن و داشتن تغییرات بیشتر قابلیت سازش با محیط یا بافرینگ بیشتری به آنها داده است.

انواع هیبریدها

$P_1 \times P_2$
↓
 F_1
(Single cross)

$P_1 \times P_2$
↓
 F_1
 $P_3 \times P_4$
↓
 F_1
 ↓
Double Cross hybrid

$P_1 \times P_2$
↓
 F_1
 P_3
↓
 P_3
 ↓
3-Way cross

- (۳) هیبرید تری‌وی کراس (سه جانبه)
- این هیبریدها از تلاقی سه لاین اینبرد مختلف حاصل می‌شوند،
- به طوری که ابتدا دو لاین اینبرد را با هم تلاقی داده
- و این هیبرید به عنوان والد ماده با لاین اینبرد دیگری تلاقی داده می‌شود.
- چون ذرت دانه‌گرده بیشتری تولید می‌کند، استفاده از لاین اینبرد به عنوان والد پدری اشکالی ایجاد نمی‌کند.
- تری‌وی کراس‌ها یکنواخت‌تر از دابل کراس‌ها هستند و به همین علت جایگزین آنها شده‌اند.
- ولی نسبت به سینگل کراس‌ها یکنواختی کمتری دارند.
- حسن دابل کراس‌ها نسبت به تری‌وی کراس‌ها در این است که چون والد نر، هیبرید است دانه‌گرده بیشتری تولید می‌کند
- ولی اگر لاین اینبردی در اختیار باشد که دانه‌گرده کافی تولید کند، تولید تری‌وی کراس جایگزین تولید دابل کراس خواهد شد.

انواع هیبریدها

- ۴) هیبرید سینگل کراس تغییر یافته (Modified single-cross)
برای اینکه تری وی کراس ها از لحاظ ظاهری یکنواخت تر شوند، هیبریدهای سینگل کراس تغییر شکل یافته به وجود آمده اند.
- طرز تولید هیبریدها به این صورت است که ابتدا دو لاین خواهری با هم تلاقی داده می شوند
- و از هیبرید حاصل به عنوان والد ماده با لاین اینبرد سومی به عنوان والد نر، هیبرید سینگل کراس تغییر شکل یافته به وجود می آید.
- (لاین های خواهری که از یک لاین مشترک حاصل می شوند از لحاظ صفات ظاهری یکسانند ولی در صورت تلاقی با هم از لحاظ عملکرد هتروزیس نشان می دهند).
- این هیبریدها از لحاظ یکنواختی حدواسط هیبریدهای تری وی کراس و سینگل کراس می باشند.

انواع هیبریدها

- ۵) هیبرید تری وی کراس تغییر شکل یافته (Modified three way cross)
این هیبریدها به عنوان جایگزینی برای هیبریدهای دابل کراس تولید می گردند
- و زمانی تولید می شوند که بخواهیم یکنواختی بیشتر داشته باشیم
- و والد پدری هم گرده بیشتری تولید نماید.
- نحوه تولید هیبرید تری وی کراس تغییر شکل یافته بدین ترتیب است که همزمان با تولید یک هیبرید سینگل کراس، دو لاین خواهری هم با هم تلاقی داده می شوند.
- سپس نتاج این تلاقی به عنوان والد نر با هیبرید سینگل کراس حاصل تلاقی می یابند.
- این هیبریدها از لحاظ یکنواختی حدواسط تری وی کراس ها و دابل کراس ها هستند.

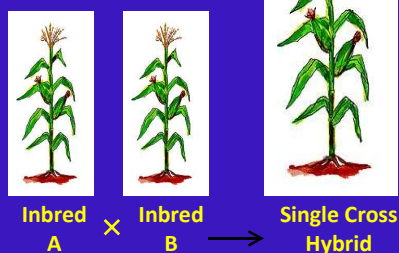
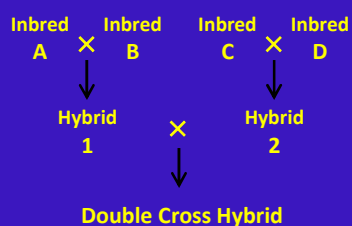
انواع هیبریدها

- ۶) هیبرید لینه خواهر
- برای تولید این هیبریدها ابتدا دو جفت لاین خواهری تلاقی داده می‌شود
- سپس سینگل کراس‌های حاصل با هم تلاقی می‌یابند تا هیبرید لینه خواهر تولید گردد.
- از آنجایی که لاین‌های خواهری از لحاظ ظاهری یکسان هستند هیبریدهای لینه خواهر یکنواختی نزدیک به سینگل کراس‌ها خواهند داشت،
- ولی به دلیل اینکه در والد سینگل کراس بذر زیادی تولید می‌کند،
- هزینه تولید این هیبریدها کمتر از سینگل کراس‌ها خواهد بود.
- زمانی که دانه گرده زیادی مورد نیاز باشد به جای سینگل کراس تغییر شکل یافته می‌توان این هیبرید را نیز تولید نمود
- امروزه با استفاده از تکنیک‌های اصلاحی لاین‌های اینبرد قوی و پرمحصولی تولید شده‌اند و بدین علت در حال حاضر اکثراً هیبرید سینگل کراس تولید می‌گردد.
- زیرا این هیبریدها علاوه بر داشتن عملکرد بالا به علت یکنواخت بودن زارع پسند خواهد بود.

مقایسه هیبریدها

- از نظر یکنواختی ترتیب هیبریدهای ذرت به قرار زیر است:
- سینگل کراس < سینگل کراس تغییر شکل یافته < لینه خواهر < تری‌وی کراس < تری‌وی کراس تغییر شکل یافته < دابل کراس
- اگر کم بودن هزینه مد نظر باشد این علامت‌ها برعکس می‌شود.

Heterosis in Maize



مراحل تولید واریته‌های هیبرید

- طی سه مرحله واریته‌های هیبرید تولید می‌شوند:
- استخراج لاین‌های اینبرد
- تهیه هیبریدها و تعیین بهترین هیبرید
- تکثیر و تولید تجاری بهترین هیبرید

مراحل تولید واریته‌های هیبرید

- استخراج لاین‌های اینبرد
- لاین‌های اینبرد باید از یک منبع ناهمگن استخراج شوند.
- در ذرت از منابع زیر استفاده شده است:
- واریته‌های دگرگشن یا واریته‌های آزادگرده‌افشان
- واریته‌های سنتتیک
- واریته‌های کمپوزیت
- F_2 حاصل از انواع هیبریدها (از آنجائی که این روش سریع است، در آمریکا بیشتر از این روش استفاده شده است).
- جمعیت‌های حاصل از گزینش‌های دوره‌ای (با وجود اینکه استفاده از این جمعیت‌ها برای تولید لاین‌های اینبرد به مدت زمان زیادی نیاز دارد، ولی بیشتر از این لاین‌ها استفاده شده است، زیرا هیبریدهای حاصل پرمحصول می‌باشند البته استخراج را بعد از یک یا دو دوره گزینش که هنوز در جمعیت تنوع ژنتیکی وجود دارد انجام می‌دهند).

مراحل تولید واریته‌های هیبرید

- روش‌های استخراج لاین‌های اینبرد
- روش استاندارد
- روش آزمون زود هنگام
- روش هاپلوئیدی یا دیپلوئیدی هموزیگوس

روش‌های استخراج لاین‌های اینبرد

- روش استاندارد
- این روش مشابه روش انتخاب شجره‌ای در گیاهان خودبارور است،
- با این تفاوت که در این روش در جمعیت ناهمگن اولیه تعدادی بوته را انتخاب و خودبارور می‌کنیم،
- نتاج حاصل از هر بوته در سال بعد در یک ردیف جداگانه کاشته می‌شود،
- عمل گزینش و خودباروری ۶-۵ نسل انجام می‌گیرد
- تا اینکه گیاهان موجود در داخل ردیف‌ها تقریباً یکنواخت شوند.

روش‌های استخراج لاین‌های اینبرد

- ۲- روش آزمون زود هنگام
- در سال پنجم بر اساس آزمون تاپ‌کراس و بررسی لاین‌ها در خزانه خودباروری از لحاظ صفات ظاهری، لاین‌هایی که قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی خوبی دارند انتخاب
- و بوته‌های انتخابی خودبارور می‌شوند.
- قسمتی از بذور حاصل از خودباروری در سال شش در خزانه خودباروری در ردیف‌های جداگانه کاشته می‌شود
- و قسمت دیگر به خزانه سینگل‌کراس برده می‌شود.
- در خزانه سینگل‌کراس به ازاء هر چهار ردیف والد ماده دو ردیف والد نر که یک لاین اینبرد است کشت می‌گردد.
- (اگر بیش از یک لاین اینبرد به کار رود برای هر لاین اینبرد یک بلوک تلاقی ایزوله تشکیل می‌گردد. البته این اینبرد از والدین هیبریدهای مشهور هستند).
- بنابراین هدف از تشکیل این خزانه بررسی قابلیت ترکیب خصوصی لاین‌ها است.
- در سال هفتم بر اساس آزمون سینگل‌کراس لاین‌هایی که قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی خوبی دارند در خزانه سینگل‌کراس مشخص می‌شوند و در صورتی که صفات ظاهری خوبی نیز داشته باشند گزینش می‌شوند.
- معمولاً حدود ۱۰ تا ۲۰ لاین اینبرد انتخاب می‌گردد.
- بذور حاصل از این لاین‌ها در سال بعد هم به خزانه خودباروری و هم به خزانه سینگل‌کراس برده می‌شوند.
- در خزانه سینگل‌کراس کلیه تلاقی‌ها ۲ به ۲ بین این لاین‌ها صورت می‌گیرد (به روش دی‌ال)،
- مثلاً اگر ده لاین در اختیار داشته باشیم ۴۵ تلاقی وجود خواهد داشت فرمول بصورت زیر:

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

روش‌های استخراج لاین‌های اینبرد

- پس از تشکیل خزانه خودباروری، آزمون سینگل کراس در چند سال و چند مکان صورت می‌گیرد و هیبریدهای انتخاب شده مورد آزمون قرار می‌گیرند.
- در نهایت با توجه به نتایج این آزمون، لاین‌های خالص هیبریدهای برتر در خزانه خودباروری مشخص شده و بذور آنها در بلوک‌های ایزوله ازدیاد می‌گردد
- که در نتیجه می‌توان همان هیبریدها را به صورت تجارتي تولید و پس از تکثیر، طبقه‌بندی، ضد عفونی و بسته‌بندی بر روی آن اتیکت زده و در اختیار زارع قرار داد.
- تمام آزمون‌های فوق‌الذکر را در صورتی که بذر کافی و امکانات لازم موجود باشد می‌توان در چند سال و چند مکان انجام داد.
- ولی آزمون سینگل کراس حتماً باید در چند سال و چند مکان انجام شود تا پایداری هیبریدها هم مشخص شود.
- حسن این روش اینست که همزمان با ارزیابی، عمل خودباروری در خزانه خودباروری انجام می‌گردد و در نتیجه پس از شناسایی هیبریدهای برتر با در دست داشتن والدین اینبرد آنها، تولید تجارتي این هیبریدها به راحتی میسر خواهد بود
- در صورتی که هدف نهایی تولید هیبریدهای دابل کراس و تری‌وی کراس باشد تعداد ممکنه عبارت خواهد بود از :

روش‌های استخراج لاین‌های اینبرد

- در صورتی که هدف نهایی تولید هیبریدهای دابل کراس و تری‌وی کراس باشد تعداد ممکنه عبارت خواهد بود از :

$$\Rightarrow n = 10 \Rightarrow \frac{n(n-1)(n-2)}{2}$$
- نوع $T.W.C = 360$ = تعداد تری‌وی کراس

$$\Rightarrow n = 10 \Rightarrow \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{8}$$
- نوع $D.C = 630$ = تعداد دابل کراس
- به منظور ارزیابی، عملکرد این هیبریدها از روی عملکرد سینگل کراس‌های غیروالدی تخمین زده می‌شود و حدود ۲۰ تا از بهترین تری‌وی کراس‌ها یا دابل کراس‌ها که عملکرد تخمینی خوبی دارند، تولید نموده و بعد به آزمایشات مقایسه عملکرد در چند سال و چند مکان برده و انتخاب می‌شوند.
- تخمین عملکرد تری‌وی کراس $(A*B)*C$

$$= \frac{AC+BC}{2}$$
- تخمین عملکرد دابل کراس $(A*B)*(C*D)$

$$= \frac{AC+BC+AD+BD}{4}$$
- از روی تخمین عملکرد سینگل کراس‌ها چند عدد تری‌وی کراس و یا دابل کراس تولید نموده و در چند مکان و چند سال مقایسه می‌کنند.
- در بلوک‌های تلاقی ایزوله گاه‌ا بجای نسبت چهار به دو از نسبت چهار به یک یا دو یک چهار یک نیز استفاده می‌گردد (۴:۱:۱:۲) در ایران از نسبت شش به دو استفاده می‌شود (۶:۲). در این بلوک‌های تلاقی ایزوله والد نر را لاین اینبردی می‌گیرند که گرده بیشتری تولید کند و پایه مادری را لاین اینبردی می‌گیرند که بذر بیشتری تولید نمایند.

روش‌های استخراج لاین‌های اینبرد

- روش هاپلوئیدی یا روش دیپلوئیدهای هموزیگوس
- معمولاً در یک جمعیت ذرت، از طریق آندروژنز با فراوانی 10^{-3} ژنوتیپ‌ها یا بوته‌های هاپلوئید تولید می‌شود.
- ۱۰٪ بوته‌ها، پنجه‌های دیپلوئید و در نتیجه بذر تولید می‌کنند.
- بین دیپلوئیدها در تمام مکان‌های ژنی هموزیگوس بوده و ۱۰۰٪ خالص می‌باشند.
- به عبارت دیگر از هر ده هزار بوته یک بوته وجود دارد که کاملاً هموزیگوس است.
- حال اگر این بوته‌ها شناسایی و با هم تلاقی داده شوند، هیبریدهای سینگل کراس حاصل خواهند شد که در این صورت نیازی به خودباروری نیست و لاین‌های اینبرد در مدت زمان کمتری در اختیار قرار می‌گیرند.
- همچنین خلوص لاین‌های حاصل از این روش کامل می‌باشد.
- ولی چون با توجه به فراوانی کم این دیپلوئیدها از هر هکتار حداکثر می‌توان ۵ بوته بدست آورد که حتی قابلیت ترکیب آنها نیز مشخص نیست، بنابراین این روش پرهزینه است.
- امروزه این حالت را به‌طور مصنوعی از طریق کشت بافت ایجاد می‌کنند.
- به این ترتیب که دانه‌های گرده F_2 را در محیط کشت مصنوعی قرار می‌دهند تا کالوس ایجاد شود و سپس با استفاده از کلشی‌سین افراد دیپلوئید کاملاً خالص، تولید می‌کنند.
- یکی از عيوب این روش اینست که سازگاری لاین‌های اینبرد با محیط مشخص نیست و باید بوته‌های زیادی تولید نموده و سازگاری آنها را در محیط‌های طبیعی تست نمود.
- علاوه بر تولید هیبریدها و گزینش هیبرید پرمحصول، عملیاتی هم برای اصلاح والد اینبرد انجام می‌گیرد تا بذر تولیدشده روی این والدین افزایش و هزینه تولید بذر هیبرید کاهش یابد. روش‌های متعددی برای اصلاح لاین‌های اینبرد بکار می‌رود.

روش‌های اصلاح لاین‌های اینبرد روش تلاقی برگشتی (Back Crossing)

- این روش عملاً برای انتقال صفات کیفی مانند مقاومت به پاتوژن، نرعیمی و غیره در لاین‌های اینبرد مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- مثلاً برای مقاومت به یک بیماری، لاین مرغوب *A-line* را با لاین دیگری که دارای ژن مقاومت است تلاقی می‌دهند
- نتاج با لاین مرغوب چندین نسل بک کراس می‌شود تا نتاج حاصل، صفات لاین مرغوب را داشته باشند.
- در حقیقت با استفاده از روش بک کراس، لاین ایزوژن تولید می‌شود.
- در این روش والدی را که حامل ژن مورد نظر است والد بخشنده (Donor parent) یا والد غیر تکراری (Non recurrent parent) و والد زارعی را والد تکراری (Recurrent parent) می‌گویند.
- چون در مکان ژنی (مقاومت) هتروزیگوس است بنابراین آن را خودگشن کرده و هموزیگوت‌های غالب را انتخاب می‌کنیم (آلودگی مصنوعی) و نتاج را در خطوطی می‌کاریم، اگر در روی خط بیماری ایجاد شد آن را حذف می‌کنیم در غیر اینصورت آن را انتخاب می‌کنیم.
- تمرین: دیاگرام تلاقی برگشتی را در حالت غالب و مغلوب رسم نمائید. حالت غالب: RR مقاوم و rr حساس، حالت مغلوب RR حساس و rr مقاوم.

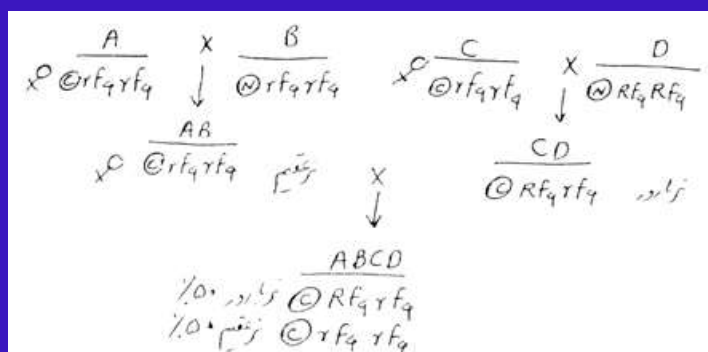
روش‌های اصلاح لاین‌های اینبرد اصلاح متقارب (Convergent improvement)

- این روش در حقیقت همان روش بک کراس است،
- ولی در این روش دو لاین اینبرد والدی به‌طور همزمان اصلاح می‌شوند.
- این روش را زمانی بکار می‌برند که در والدین یک هیبرید، کاستی‌ها و ضعف‌هایی وجود دارد ولی عیب‌های همدیگر را می‌پوشانند، یعنی در حقیقت مکمل همدیگر هستند.
- مثل لاین A حساس به بیماری و مقاوم به یک آفت است و بر عکس والد B مقاوم به آن بیماری ولی حساس به آن آفت می‌باشد. ب
- رای انجام اصلاح متقارب این دو لاین را با هم تلاقی داده و F_1 حاصل را به‌طور همزمان با هر دو لاین بک کراس می‌دهند و این عمل را تا BC_6 ادامه می‌دهند تا دو لاین، ویژگی‌های مطلوب دیگری را گرفته و کاستی‌های هر دو طرف مرتفع شود.
- در حقیقت هدف ما تولید لاین‌های خوب است.

استفاده از سیستم نر عقیمی در تولید واریته‌های هیبرید سینگل کراس

- به یکی از لاین‌های اینبرد نر عقیمی را منتقل کرده و آنرا والد ماده می‌گیریم.

استفاده از سیستم نر عقیمی در تولید واریته‌های هیبرید دابل کراس



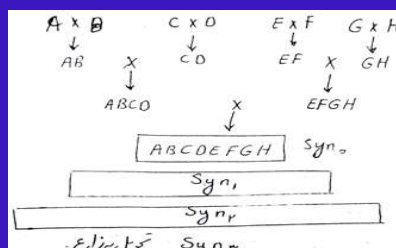
- چنانچه مشاهده می گردد در تولید هیبرید دابل کراس ذرت با استفاده از سیستم نر عقیمی ژنتیکی سیتوپلاسمی نصف نتاج نر عقیم و نصف دیگر نر بارور خواهد بود.
- ولی این امر اشکالی برای زارع بوجود نخواهد آورد، زیرا به علت تولید زیاد بوته‌های نر بارور، بوته‌های نر عقیم نیز بارور شده و دانه تولید خواهد کرد.
- ولی اگر خواسته باشیم، تمام نتاج نر بارور باشد باید سیستم نر عقیمی را با سیستم مکانیکی تلفیق نمائیم
- مثلاً هیبرید CD را بطور مکانیکی (تاسل کشی) و هیبرید AB را توسط سیستم نر عقیمی تولید می کنیم.
- تولید هیبریدهای تری وی کراس تغییر شکل یافته و هیبریدهای لینه خواهر نیز مشابه تولید واریته‌های دابل کراس می باشند.

تولید واریته‌های سینتیک (مصنوعی یا ساختگی)

- واریته‌های سینتیک به دو منظور تولید می‌شوند:
- (۱) به عنوان منبعی جهت استخراج لاین‌های اینبرد
- (۲) تحویل به زارع به عنوان یک واریته اصلاح‌شده.
- در مواردی که در کشوری، تولید بذر هیبرید امکان‌پذیر نیست و یا مقرون به صرفه نمی‌باشد و یا اینکه خاک برای کشت واریته‌های هیبرید نامناسب می‌باشد، اقدام به تولید و استفاده از واریته‌های سینتیک می‌نمایند.
- زیرا هزینه و نیازهای این واریته‌ها کمتر از واریته‌های هیبرید است.
- همچنین به علت یکنواختی کمتر، پایداری این واریته‌ها بیشتر از واریته‌های هیبرید می‌باشد و
- از سوی دیگر زارع می‌تواند چندین سال از مزرعه خود بذریگیری نموده و بذور حاصل را کشت کند، بدون اینکه کاهش در عملکرد داشته باشد.
- در صورتی که واریته‌های هیبرید یک‌بار مصرف هستند و زارع بایستی بذر را همه‌ساله از مؤسسه مربوطه خریداری نماید.

نحوه تولید واریته‌های سینتیک

- برای تولید یک واریته سینتیک چندین لاین اینبرد را که دارای قدرت ترکیب‌پذیری خوبی هستند انتخاب و با هم ترکیب می‌کنند که این عمل به طرق مختلف انجام می‌شود.
- ۱- با استفاده از تلاقی‌های چندگانه لاین. اگر چند لاین اینبرد داشته باشیم، بذور حاصل از تلاقی چندجانبه که Syn_0 نامیده می‌شود، در یک بلوک ایزوله کاشته می‌شود و در آخر سال به صورت مخلوط برداشت می‌شوند و در سال بعد در یک بلوک ایزوله بزرگتر، جمعیت Syn_1 را تشکیل می‌دهد و نتاج Syn_2 در سال بعد در بلوک بزرگتری کاشته می‌شوند. بذور حاصل از Syn_2 که در حقیقت Syn_3 می‌باشند به عنوان واریته سینتیک به زارع تحویل داده می‌شود. هدف از بلوک‌های ایزوله افزایش بذر است.



نحوه تولید واریته‌های سینتیک

- ۲- لاین‌های اینبردی که بر اساس صفات برتر و قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی انتخاب شدند در یک بلوک تلاقی ایزوله کاشته می‌شوند تا تلاقی‌های تصادفی انجام گیرند.
- این بلوک تلاقی همان Syn_0 است.
- بذور حاصل یعنی Syn_1 بطور مخلوط برداشت نموده و در سال بعد در بلوک ایزوله بزرگتری کشت می‌شوند.
- به همین ترتیب کار ادامه می‌یابد تا در بلوک ایزوله Syn_2 بذور Syn_3 بدست آید.
- عیب این روش این است که امکان انجام تمام تلاقی کم است.
- ۳- لاین‌های اینبرد مناسب در یک بلوک تلاقی ایزوله در آرایش طرح مربع لاتین بطور تصادفی توزیع می‌شوند که این بلوک Syn_0 نامیده می‌شوند بقیه عملیات مشابه روش قبلی است.

نحوه تولید واریته‌های سینتیک

- روش دوم و سوم روش‌های سریعی هستند ولی تضمینی برای انجام کلیه تلاقی‌های ممکنه وجود ندارد.
- هر چند که احتمال انجام تلاقی‌ها در روش سوم بیشتر از روش دوم است.
- به‌طور کلی عملکرد بهترین واریته‌های سنتتیک کمتر از عملکرد بهترین واریته‌های هیبرید است.
- زیرا به هنگام ازدیاد بذر در اثر اینبریدینگ عملکرد کاهش می‌یابد.
- ولی از آنجا که کاهش عملکرد در اثر اینبریدینگ در واریته‌های سنتتیک کمتر از واریته‌های هیبرید است، زارع می‌تواند چندین سال از مزرعه خود بذرگیری نماید و بذور حاصل را در سال بعد بکارند.
- با توجه به فرمول زیر می‌توان عملکرد واریته سنتتیک را محاسبه نمود:
$$\bar{F}_2 = \bar{F}_1 - \frac{\bar{F}_1 - \bar{P}}{n}$$
- هر چه تعداد والدین اینبرد بیشتر باشد میزان کاهش هتروزیس در اثر اینبریدینگ کمتر خواهد بود. نکته اینکه در هر مورد میزان این کاهش در نسل‌های متمادی کاهش می‌یابد.
- واریته‌های سینتیک را می‌توان هر چند سال یکبار تولید نمود به این ترتیب که لاین‌های اینبرد والدی را نگهداری می‌کنند تا در صورت نیاز طی مراحل فوق واریته سینتیک مزبور را مجدداً تولید کنند.

تولید واریته‌های کمپوزیت

- اصطلاحات کمپوزیت و سنتتیک را معمولاً معادل هم بکار می‌برند ولی معادل نیستند
- زیرا در واریته‌های کمپوزیت، ژنوتیپ‌های والدی می‌توانند کولیتوارهای آزادگرده‌افشان، لاین‌های اینبرد و ... باشند
- که تعداد آنها معمولاً زیاد بوده و در نتیجه قابل نگهداری نیستند.
- بنابراین واریته‌های کمپوزیت مجدداً قابل تولید نخواهد بود
- از سوی دیگر به علت زیاد بودن تعداد ژنوتیپ‌های والدی که دارای قابلیت ترکیب‌پذیری نامشخص می‌باشند عملکرد واریته‌های کمپوزیت کمتر از واریته سنتتیک می‌باشد
- واریته‌های کمپوزیت معمولاً به عنوان منبعی برای استخراج لاین‌های اینبرد به کار می‌روند.

اهداف اصلاحی

(۱) عملکرد دانه

- با استفاده از ذرت هیبرید به جای ارقام O.P میزان عملکرد ۳۲۵٪ در آمریکا افزایش یافت.
- عملکرد صفتی پیچیده است که با تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و اثر متقابل بالایی با محیط دارد.
- زمان رسیدن، مقاومت به خوابیدگی، تنش‌های محیطی، عاری بودن از بیماری‌ها و آفات به طور مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد تأثیر بسزایی دارند.
- عملکرد، تحت تأثیر عواملی همچون
 - طول دوره پر شدن دانه،
 - تمایل به تولید چند خوشه (Prolificacy)،
 - پاسخ به فتوپیریود و
 - کاهش تعداد ساقه‌های عقیم نیز (Barren stalks) می‌باشد.
- ارزیابی عملکرد نمی‌تواند مشاهده‌ای و چشمی باشد و بلکه بایستی در چند مکان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز ارزیابی گردد.

اهداف اصلاحی عملکرد دانه

- تعدادی از صفات با عملکرد همبستگی دارند که عبارتند از
 - زمان رسیدگی،
 - تیپ بوته،
 - طول مدت پر شدن دانه،
 - مقاومت به آفات و امراض،
 - چند بلاله بودن و ...
- با گزینش برای این صفات در اوایل مراحل اینبردینگ، عملکرد هیبریدها را افزایش داده‌اند
- ولی علاوه بر گزینش‌های اولیه، در هیبریدهای اولیه حاصل نیز باید عمل گزینش صورت گیرد.
- هیبریدهای کنونی دارای سیستم ریشه و ساقه قوی هستند و مقداری هم پاکوتاه می‌باشند، زودرس‌تر بوده، برگ‌های بزرگ، رو به بالا و رنگ سبز تیره دارند و برگ‌های آنها حالت سبزی خود را به مدت زیادی حفظ می‌کنند. بلال‌های آنها به‌طور یکنواخت پر شده و بزرگتر هستند و نسبت به آفات و پاتوژن‌ها مقاومت بیشتری در مقایسه با سایر ذرت‌ها دارند.
- وجود این صفات به همراه عملیات به‌نژادی و به‌زراعی، عملکرد بالایی را ارائه خواهند نمود.

اهداف اصلاحی عملکرد دانه

- اخیراً روی ذرت‌های چندبلاله نیز کار می‌کنند.
- ذرت‌هایی تولید کرده‌اند که در شرایط خشک و خاک غیر حاصلخیز، یک بلال ولی در شرایط مطلوب تعداد بلال بیشتری داشته باشند، تا بتوانند در شرایط مطلوب عملکرد بالاتری ارائه دهند.
- در ایجاد واریته‌هایی در جهت استفاده از آنها به عنوان علوفه، بیشتر بر روی تعداد پنجه در گیاه و طول ساقه تأکید می‌شود.
- برای ارزیابی صحیح عملکرد، می‌بایست آزمایشات عملکرد در چند سال و چند مکان انجام گیرد تا اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط، قابل تشخیص و تفکیک از اثر ژنوتیپ باشند.

اهداف اصلاحی

۲) سازگاری

- سازگاری همانند عملکرد صفتی پیچیده می‌باشد زیرا شامل تعداد زیادی از پاسخ‌های گیاه می‌باشد. عواملی که بر سازگاری اثر می‌گذارند عبارتند از:
- ۱) زودرسی (که مناسب منطقه تولید می‌باشد)
- ۲) پاسخ به میزان حاصلخیزی خاک
- ۳) مقاومت به گرما و خشکی
- ۴) مقاومت به سرما

۲-۱) زودرسی

- چون ذرت مقاومت کمی به سرما دارد، لذا در مناطق معتدل در مدت زمانی که عاری از سرما و یخبندان باشد، رشد می‌کند.
- در مناطق گرمسیری اگر رطوبت خاک اجازه دهد در سرتاسر سال رشد می‌کند.
- به‌طور کلی ارقام (O.P) یا هیبریدهایی که از فصل رشد به‌طور کامل استفاده می‌کنند و بالغ می‌شوند، پرمحصول‌ترین ارقام یا هیبریدها در آن مناطق می‌باشند.
- در مناطقی که محدودیت سرما وجود دارد، ارقام زودرس مزیت دارند. زمان گلدهی تحت تأثیر فتوپریود و درجه حرارت می‌باشد.
- ذرت اگر در فتوپریودی کوتاه‌تر از آنچه با آن سازش یافته، رشد یابد، گلدهی آن تسریع می‌شود و در فتوپریود بلندتر، این امر تأخیر خواهد داشت.
- قبلاً زودرسی به صورت تعداد روز از زمان کاشت یا سبز شدن گیاه تا زودرسی بود.
- اما به دلیل اشکالاتی همچون تأثیر فصل، مکان، رطوبت خاک، حاصلخیزی خاک، درجه حرارت و دیگر عوامل محیطی، تعداد روز تا زودرسی کنار گذاشته شد.
- امروزه زودرسی را از لحاظ فیزیولوژیکی بررسی می‌کنند و بدین صورت که یک لایه سیاه در نوک دانه ذرت تشکیل می‌گردد.
- معمولاً هیبریدهایی که مدت بیشتری از فصل رشد را مورد استفاده قرار می‌دهند، عملکرد بیشتری دارند.
- ولی هیبریدهای زودرس نیز مزایایی دارند که علل استفاده از آنها را فراهم می‌آورند، مانند برداشت زودتر قبل از زمان خطر بارندگی و فراهم آوردن امکان کشت محصول بعدی در همان سال.

۲-۲) پاسخ به میزان حاصلخیزی خاک

- قبلاً به نژادگران به دنبال دو نوع ژنوتیپ بودند که برخی در خاک‌های مستعد عملکرد بالا و برخی در خاک‌های نامناسب، عملکرد بالایی داشته باشد.
- با تولید و افزایش کودها، به نژادگران به دنبال ژنوتیپ‌هایی بودند که در محیط مستعد عملکرد بالا داشته باشد.
- اما با گران شدن کودها و اثرات سوء کودها بر محیط زیست، به نژادگران به دنبال ژنوتیپ‌هایی هستند که در خاک‌های ضعیف عملکرد بالا داشته باشند.
- شواهدی در دست است که ژنوتیپ‌ها در جذب و راندمان فسفر، آلومینیوم، آهن، روی، منیزیم، کلسیم و مولیبدن متفاوت می‌باشند.
- پایداری هیبریدها در خاک‌هایی که سطح حاصلخیزی مشابهی با مزارع کشاورزان دارند، مورد آزمایش قرار گیرند تا قبل از آزادسازی هیبریدها، پاسخ آنها مشخص شده باشد.
- با استفاده زیاد کودها در مزارع، علاقه به تراکم بیشتر افزایش پیدا کرده است و در نتیجه گیاهان دارای قامتی کوتاه و معمولاً خوشه‌هایی کوچکتر شده‌اند و با افزایش تراکم کاشت در واحد سطح، عملکرد کاهش یافته جبران خواهد گردید.
- راه دیگری نیز وجود دارد که از هیبریدهای چندخوشه‌ای استفاده شود تا کوچکی خوشه جبران شود.

۲-۳) مقاومت به گرما و خشکی

- گرما و سرما از طریق محدود کردن توسعه ریشه، یا کاهش سطح برگ در زمان رشد رویشی گیاه، یا توسط اثراتی مانند کمبود ردیف‌های بذری بلال، افتادن بلال، شیوع بیشتر سیاهک، خطر بیشتر آفات یا تولید میکوتوکسین فارچی در بلال‌های بیمار موجب کاهش عملکرد و کیفیت ذرت می‌گردند.
- در صورتی که تنش گرما و خشکی در زمان گلدهی رخ دهند، خسارت بیشتری ایجاد می‌گردد.
- زیرا این تنش‌ها موجب کاهش تعداد ردیف‌های بذری در بلال و همچنین تولید بلال‌های غیربارور و بی‌حاصل می‌گردند.
- تنش دمای بالا (در حدود ۳۸ درجه سانتی‌گراد) قابلیت زیست دانه گرده را کاهش می‌دهد.
- در صورتی که تنش خشکی، سرعت طویل شدن تارهای ابریشمی را کاهش می‌دهد و بنابراین همزمانی بیرون آمدن رشته‌های ابریشمی با ریزش دانه گرده از بین می‌رود.
- اصلاح برای مقاومت، شامل گزینش لاین‌های اینبردی است که به اثرات مضر تنش گرما و خشکی متحمل هستند.
- این نوع مقاومت از نوع صفات کمی است.
- برای انتخاب لاین‌های مقاوم، لاین‌های مورد مقایسه را در شرایط گرم و خشک قرار داده و لاین‌های مقاوم را انتخاب می‌کنند.
- علائم حساسیت به گرما و خشکی عبارتند از خشک شدن برگ‌های بالایی و گل‌آذین‌تر.

۲-۴) مقاومت به سرما

- ذرت در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد به کندی جوانه می‌زند و در دمای ۱۳-۱۲ درجه سانتی گراد، گیاهچه‌های ذرت به حمله بیماری‌ها حساس هستند.
- تنوع ژنتیکی برای تسریع جوانه‌زدن و مقاومت به بیماری در ژنوتیپ‌های ذرت دیده شده است که صفت سرعت جوانه‌زدن مهم‌تر از صفت دوم می‌باشد.
- چون صفت دوم را می‌توان با قارچ‌کش کنترل کرد.
- تحمل سرما = توانایی جوانه‌زنی سریع ذرت هیبرید در درجه‌حرارت‌های حدود ۱۰ درجه سانتی گراد، همراه با مقاومت در مقابل پاتوژن‌های خاکزی
- در این دماهای پایین بلایت گیاهچه‌ای ایجاد می‌شود.
- هیبریدهای متحمل برای کشت زودهنگام در سرما و خاک‌های مرطوب، مطلوب هستند.
- آزمون‌های سرمای اینبردها و هیبریدهای ذرت بدین صورت انجام می‌گیرد که بذور را در خاک حاوی پاتوژن در دمای ۱۰-۹ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰-۷ روز قرار می‌دهند تا جوانه بزنند. سپس برای تکمیل عمل جوانه‌زنی، درجه‌حرارت را بالا می‌برند.
- در مزرعه نیز ذرت را ۱۵-۱۰ روز زودتر از تاریخ کاشت اصلی کشت می‌کنند و درصد سبز شدن (یا جوانه‌زنی) را محاسبه کرده و ژنوتیپ‌هایی را که قدرت سبز شدن (یا جوانه‌زنی) بیشتری دارند شناسایی می‌کنند.
- آزمون بعدی، تماس بذور جوانه‌زده با خاک غیر استریل مزرعه (و یا به‌طور مصنوعی خاک آلوده به بیماری) می‌باشد. مقاومت به این دو تنش اجازه کاشت زودتر گیاه ذرت و کاشت در ارتفاع بالاتر را خواهد داد.

۳) مقاومت به ورس

- ژنوتیپ‌ها معمولاً برای ورس ریشه (Root lodging) و شکستگی ساقه (Stalk breakage) ارزیابی می‌شوند تا هیبریدهای مقاوم به خوابیدگی به دست آیند.
- اگر گیاه بیش از ۳۰ درجه از خط عمود فاصله داشته باشد ورس ریشه گفته می‌شود.
- ریشه قوی در مکان‌هایی که باد، باران و ازت خاک زیاد می‌باشد، اهمیت دارد.
- خوابیدگی حاصل از ریشه در نتیجه پوسیدگی ریشه، خسارت ریشه از آفات و یا ضعیف بودن ذاتی ریشه صورت می‌گیرد.
- اینبردهایی که ایستاده هستند، ریشه قوی‌تری دارند
- برای ارزیابی مقاومت و توسعه ریشه از مقدار نیروی لازم برای بیرون کشیدن گیاه ذرت از خاک استفاده می‌کنند و به عنوان یک معیار توسعه سیستم و ریشه محسوب می‌شود.
- ساقه شکسته در قسمت زیر خوشه ورس ساقه گفته می‌شود. تنوع ژنتیکی برای مقاومت به شکستگی ساقه وجود دارد که به عوامل بستگی دارد.
- (۱) ارتفاع گیاه و مکان خوشه روی ساقه (کوتاهی و مکان پائین‌تر خوشه)
- (۲) قدرت ذاتی ساقه
- (۳) مقاومت به بیماری
- (۴) مقاومت به آفات
- (۵) مقاومت به سرما

۴- مقاومت به افتادن بلال

- مقاومت به افتادن بلال از این جهت مهم است که در برداشت مکانیزه، جمع‌آوری بلال‌های افتاده امکان‌پذیر نیست.
- مقاومت به افتادن بلال با درصد بلال‌هایی که به هنگام برداشت روی زمین افتاده‌اند، ارزیابی می‌شود.
- در این زمینه نیز بین ارقام ذرت تنوع ژنتیکی وجود دارد.
- میزان افتادن بلال به طول و استحکام دم بلال، وزن بلال و صدمات آفات و پاتوژن‌ها به دم بلال بستگی دارد.
- دم بلال فتوستتیز انجام داده و بلال را تقویت می‌کند.
- بلال‌های سنگین نیاز به دم‌های بلند مستحکم دارند که نشکند.
- صدمات وارده به دم بلال، مانند تونل‌های حاصل از فعالیت کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، یا صدمات پاتوژن‌های بیماری‌زایی که در این تونل‌ها فعالیت می‌کنند موجب افزایش افتادن بلال می‌گردد.
- دم بلال‌های بلند از لحاظ ساختاری ضعیف‌تر بوده و سطح بیشتری را برای فعالیت کرم ساقه‌خوار فراهم می‌آورند.
- مقاومت به افتادن بلال با گزینش برای دم بلال‌های کوتاه و قوی و مقاومت به کرم‌های ساقه‌خوار و پوسیدگی‌های ساقه و بلال قابل حصول است.
- در گزینش برای دم بلال‌های کوتاه و قوی باید توجه داشت که دم بلال‌ها باید به اندازه‌ای طول داشته باشند که به هنگام رسیدگی مقداری به طرف پائین خم شوند تا رطوبت در بین برگ‌های محافظ باقی‌مانده و موجب پوسیدگی بلال نگردد.

۵) اصلاح برای خاکورزی حداقل

- مدت‌ها است که خاکورزی حداقل (Minimum-tillage) و فقدان خاکورزی (No-tillage) متداول گشته است و این باعث می‌شود که به‌نژادگر به بررسی موارد زیر بپردازد تا عملکرد ارقام هیبرید ذرت در آن شرایط حداکثر باشد:
- ۱) قدرت و توانایی جوانه‌زدن بذر در خاک سرد و مرطوب
- ۲) توسعه ریشه در خاکی که حداقل خاکورزی را دارد.
- ۳) مقاومت به علف‌کش برای کشتن علف‌های هرز سبز قبل از کاشت یا کنترل علف‌های هرز ذرت.
- ۴) مقاومت به بیماری و آفات که تحت شرایط محیط‌های با حداقل خاکورزی باقی می‌مانند.
- ۵) با فراهم کردن این شرایط می‌توان اینبردهای لازم را بدست آورد.

۶) کیفیت

- عوامل مهم در تعیین کیفیت دانه عبارتند از:
- درصد پروتئین
- کیفیت پروتئین (از لحاظ میزان اسیدآمینوهای ضروری)
- درصد روغن
- درصد کربوهیدرات
- میزان پروتئین یک صفت کمی است که تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد.
- مثلاً هر چه میزان کود ازته بیشتر شود، درصد پروتئین نیز بیشتر می‌شود.
- پس از هفتاد دوره گزینش بلال به ردیف در یک رقم ذرت توانستند درصد پروتئین را از ۱۰/۹ به ۲۶/۶ برسانند.
- افزایش میزان کل پروتئین توسط عملیات اصلاحی، ارزش غذایی ذرت را برای تغذیه حیوانات غیرنشخوارکننده افزایش نمی‌دهد.
- زیرا این افزایش در جزء ژئین پروتئین‌های اندوسپرم ایجاد می‌گردد.
- ژئین ۸۰٪ کل پروتئین دانه را تشکیل می‌دهد و از لحاظ اسیدهای آمینه ضروری (لیزین و تریتوفان) فقیر است.
- در ذرت با افزایش میزان پروتئین معمولاً عملکرد کاهش می‌یابد.

۷-۱) اصلاح برای افزایش پروتئین ذرت

- چون انرژی ذرت بالا و پروتئین آن کم است، لذا توجه به نژادگران به افزایش مقدار و کیفیت پروتئین ذرت معطوف گشته است.
- میزان پروتئین یک صفت کمی است و با تعداد زیادی ژن (به صورت افزایشی) کنترل می‌گردد و به شدت تحت تأثیر محیط است.
- برای تولید هیبرید با پروتئین بالا، به اینبردلاین‌هایی با پروتئین بالا و نیز کاشت هیبریدها در خاک‌هایی با ازت بالا نیاز می‌باشد.
- چنین: که از لحاظ غذایی متعادل بوده و حدود ۲۰٪ از کل پروتئین ذرت را تشکیل می‌دهد.
- اندوسپرم: (که مشهور به ژئین است) و از لحاظ ۲ آمینو اسید *lysine* و *tryptophan* فقیر است و لذا نامتعادل هستند و از لحاظ غذایی کمبود دارند.
- اگر از طریق اصلاح ژنتیکی و یا وارد کردن ازت به خاک، پروتئین افزایش یابد یعنی *nonzein* رفته است و *zein* کاهش می‌یابد.
- لذا ارزش غذایی ذرت با پروتئین زیاد برای حیوانات غیرنشخوارکننده افزایش نمی‌یابد (هر چند که پروتئین هیبرید افزایش یافته است).

۷-۱) اصلاح برای افزایش پروتئین ذرت افزایش کیفیت پروتئین

- در سال ۱۹۶۴ دانشمندان با کشف ژن مغلوب اوپک-۲ (*opaque-2*) گزارش دادند که در صورت استفاده از این ژن، درصد لیزین و تریپتوفان از ۰.۳٪ به ۰.۴/۵٪ افزایش می‌یابد.
- با این وجود، استفاده از این ژن در ذرت با مشکلاتی مانند کم شدن وزن هزار دانه و عملکرد دانه، حساسیت به آفات و پاتوژن‌ها و نرم و نشاسته‌ای شدن اندوسپرم همراه است.
- برای کاهش عوارض نامطلوب ژن اوپک-۲، یک سری ژن‌های تغییر دهنده را همراه این ژن وارد ذرت کرده‌اند که این ژن‌های همراه موجب می‌گردند بافت اندوسپرم ذرت از حالت آردی به شیشه‌ای تبدیل گردد.
- ولی از سوی دیگر، این ژن‌ها باعث کاهش مقدار لیزین هم می‌شوند.
- راه دیگر افزایش لیزین و تریپتوفان، استفاده از روش گزینش در بین ذرت‌های معمولی است.
- در ممالکی نظیر آمریکای جنوبی که از لحاظ میزان تولید، رقابتی وجود ندارد و ذرت به مصرف موجودات تک‌معدده‌ای (انسان، طیور) می‌رسد، برای افزایش کیفیت پروتئین از ژن اوپک-۲ استفاده می‌شود.
- ولی در ممالکی که از لحاظ میزان تولید رقابت وجود دارد و نیز ذرت حاصله به مصرف حیوانات نشخوارکننده می‌رسد از روش گزینش استفاده می‌شود.

۷-۱) اصلاح برای افزایش پروتئین ذرت افزایش کیفیت پروتئین

- به‌نژادگران به دنبال ذرت‌هایی بودند که *zein* کمی داشته باشند و این امر منجر به تولید دو لاین دارای ژن‌های موتانت *opaque-2* و *floury-2* گردید تا ذرت‌هایی با *lysine* بالاتری از ذرت‌های نرمال تولید شوند.
- میزان لایسین *opaque-2* حدود ۰.۴٪ پروتئین اندوسپرم بود (یعنی دو برابر ژن‌های معمولی)، در حالی که این میزان برای *floury-2* حدود ۰.۴/۳٪ بود.
- تنوع ژنتیکی برای ذرت‌هایی که از لحاظ غذایی بهتر از ارقام قبلی هستند، گزارش شده است.
- در راه افزایش پروتئین مشکلاتی وجود دارد که با وارد کردن ژن‌های *opaque-2* و *floury-2* ظاهر می‌شود:
- (۱) عملکرد دانه و وزن دانه کاهش می‌یابد
- (۲) دانه‌های ذرت دارای اندوسپرم نرم و نشاسته‌ای می‌گردد.

۷-۲) اصلاح برای افزایش روغن بذر

- میزان روغن نیز یک صفت کمی است.
- پس از ۷۰ دوره گزینش بلال به ردیف در یک رقم ذرت توانسته‌اند درصد روغن را از ۴/۷ به ۱۶/۶ افزایش دهند.
- از آنجایی که قسمت عمده‌ای از روغن دانه ذرت در جنین می‌باشد، گزینش نژادهایی که جنین بزرگ دارند مقدار روغن دانه را افزایش خواهد داد.
- در مصارف صنعتی (استحصال روغن) و تغذیه مرغ، خوک یا گاوهای شیری درصد روغن اهمیت دارد.
- افزایش میزان روغن در ذرت با استفاده از روش‌های اصلاحی معمولاً منجر به کاهش عملکرد دانه و کاهش اسیدهای چرب اشباع‌نشده (اسید لینولئیک)، که برای رژیم‌های کم کلسترول مناسب است، می‌گردد.
- چون روغن ذرت در جنین می‌باشد دانه‌های دارای جنین بزرگتر، روغن بیشتری دارند.
- تلاش برای تولید ذرت با روغن بالا، باعث گردیده که عملکرد و لینولئیک اسید کاهش یابد.
- لینولئیک اسید یک اسید چرب غیر اشباع است که برای رژیم‌های غذایی با کلسترول کم بسیار مطلوب می‌باشد.