التلقيح في النباتات :

هنالك اربع مجاميع من النباتات من حيث طبيعة تلقيحها ، وهي:

1 – ذاتية التلقيح : self –pollinated (auto gamous)

هذه المجموعة من النباتات يكون فيها التلقيح الذاتي هو الغالب اذ يكون مابين 95 % - 99% ، وذلك بحسب اختلاف الاصناف في تتعرض مياسمها لخارج الزهيرة فتكون اكثر احتمالا للخلط . تشمل هذه النباتات من محاصيل الحنطة والشعير والشوفان والصويا واللوبيا والماش .. ومن محاصيل الخضر الطماطة و الباذنجان والفلفل والباميا ومعظم اشجار الفاكهة.

2 - غالبا ذاتية التلقيح: often – self pollinated

هي نباتات تتلقح ذاتيا غالبا ، ولكن تحدث فيها نسبة تلقيح خلطي اعلى مما في ذاتية التلقيح ، وذلك مثل الذرة البيضاء والقطن والباقلاء وغيرها . ان طبيعة الازهار في هذه المجموعة كما هي في ذاتية التلقيح تكون خنثية فتضم معظم الاعضاء الذكرية والانثوية في ذات الزهرة ، ولكن قد يوجد مايشجع على التلقيح الخلطي في موقع المتوك والمياسم او موعد جاهزيتها او وجود نشاط حشري عليها.

3 - خلطية التلقيح (Heterogamous = Cross - pollinated)

هذه المجموعة من النباتات يحدث فيها التلقيح الخلطي بما يساوي تقريبا التلقيح الذاتي في ذاتية التلقيح ، فهي في الاقل تلقيحها خلطي بنسبة . % 95 تشمل هذه المجموعة والخروع والفستق الاخضر والنخيل rye الذرة الصفراء وزهرة الشمس والشيلم والقثائيات والقرعيات . هذه المجموعة فيها نوعان من طبيعة امتلاك الازهار المذكرة والمؤنثة فمثلا في نبات القنب hemp والسبانغ والفستق الاخضر وافضل مثال النخيل كلها فيها نباتات ذكرية واخرى انثوية ، وبذا تسمى ثنائية المسكن (Dioecy) , اما نباتات زهرة الشمس والذرة الصفراء والخروع وامثالها فهي احادية المسكن (monoecy) اذ ان النبات يمتلك كلا الجنسين الذكري والانثوي منفصلين

Plant Breeding

على نفس النبات ، وكذلك حال القثائيات والقرعيات ، الامر الذي يسمح بالخلط اكثر ، اذ تنشط حشرات عليها في التلقيح من بينها النحل والزنبران (bumble bee)

كما ان النباتات بطبيعتها اذا سنحت لها الفرصة ، تتقبل حبوب لقاح النبات المغاير لها من ذات النوع افضل مما تتقبل حبوب لقاح نفس النبات.

4 - المتكاثرة خضريا : vegetatively propagated

وتشمل نباتات البطاطا الاعتيادية والبطاطا الحلوه وقصب السكر والجت والثيل من المحاصيل ، وكثير من اشجار الفاكهة مثل التين والعنب والرمان والموز والاوراد (Roses).

طرائق تربية ذاتية التلقيح:

1 – انتخاب الخط النقي pure line selection

2 – الانتخاب الكمي mass selection

3 – الانتخاب بالنسب أو الذرية pedigree selection

4 – الانتخاب التجميعي bulk selection

5 - التضريب الرجعي backcrossing selection

لقد ذكرنا ان التغايرات بين الاصناف للنوع الواحد ضرورية جدا ، فان كانت هناك اصناف محلية فيها تغايرات ، فالعمل على انتخاب نباتات مفضلة منها امر مشجع ، وذلك ان مثل تلك الاصناف متطبعة مسبقا في تلك البيئة ، ولكن عند عدم وجودها فلا بد من الادخال introduction من اقطار اخرى بيئتها مماثلة تقريبا لبيئة الهدف تزرع ويتم ذالانتخاب لافضلها ، اذ ان هناك مؤسسات علمية مختصة بجمع المصادر الوراثية النباتية (PGR) plant genetic resources ولابد لمربي النبات الذي يعمل على محصول ما من امتلاكه عدة مصادر وراثية تدعم برنامجه سواء للانتخاب او التضريب ثم الانتخاب على الانعزالات لاحقا. ان منظمة FAO تمتلك عدة مصادر وراثية جمعت اصولها من عدة بلدان مثل العراق

Plant Breeding

وافغانستان وايران وتركيا وغيرها ، اذ فيها الشيء الكثير من التغايرات الطبيعية المفيدة ، ذلك ان مثل هذه البلدان كانت مراكز لانتشار اصول هذه المحاصيل ، تسمى Centers of Origin ان اكثر من اشتغل على جمع المصادر الوراثية في العالم هو الباحث الروسيVavilov اذ قام بعدة جولات استكشافية في العالم ، جمع من خلالها الافاً من تلك المصادر . كذلك كتب Darwin عن اهمية هذه المراكز في العالم ، وكتب كتابه اصل الانواع Origin of Species الذي فيه علاقة التطور Evolution مع اصل الانواع وما موجود لدى المراكز البحثية العالمية اليوم.

1 - انتخاب الخط النقي Pure line Selection

تعرف السلالة النقية (خلطية التلقيح) او الخط النقي (ذاتية التلقيح) بانها النسل الناتج من نبات واحد متجانس ذاتي التلقيح. يمكن تميزها كالاتي:

1- تتكون من عدة نباتات تكون جميعها منحدرة من نبات واحد

2-ان نباتات السلالة النقية متماثلة وراثيا ومظهريا عدا بعض الاختلافات البسيطة بسبب البيئة

كيفية اجراء انتخاب الخط النقي : اذا اراد مربي النبات ان يستخدم هذه الطريقة في تحسين احد المحاصيل الذاتية التلقيح كما في تحسين نباتات العائلة البقولية والباذنجانية خاصة الطماطة فانه يقوم بالاتي:

الموسم الاول : زراعة اصناف ذات تغايرات مفيدة ، ووضع علامات على النبات المطلوب ، وعند الحصاد تؤخذ بذور ذلك النبات.

الموسم الثاني: زراعة بذور النباتات المنتخبة كل على انفراد PTR فتكون لدينا مجموعة كبيرة من الخطوط في الحقل ، وهنا سيكون الانتخاب للخطوط الجيدة النباتات والعالية التماثل للصفات. يقوم مربي النبات بحصاد كل خط على حدة ويعمل مقارنة للبذور الناتجة من الخطوط المختلفة وينتخب احسن الخطوط

Plant Breeding

الموسم الثالث : تزرع بذور الخطوط المنتخبة في مكررات فيها بضعة خطوط في تجربة مقارنة مع صنف اصلي شائع في تلك البيئة وتؤخذ بذور كافة الخطوط الجيدة ، وتترك غير الجيدة . اذا كانت هنالك عدة خطوط جيدة ومتماثلة في التزهير والنضج والنوعية ، يمكن خلطها مع بعضها للحصول على صنف (multi - line) فيكون بقاعدة وراثية واسعة يمتلك تحملا افضل لعوامل البيئة والامراض والحشرات. اما ان كانت هناك تغايرات في الخطوط المنتخبة تثبت تلك التغايرات ويتم اكثار البذور لكل خط جيد واحد على انفراد وادخالها في تجربة (YT) لاعتمادها صنفا جديدا . ان النباتات المشتقة من نبات واحد ذاتي التلقيح تكون غالبا عالية التماثل ولذا اطلق على الطريقة pure line selection اما اذا كان لدينا صنف جيد وحصل فيه خلط غير مرغوب فيمكن زراعة بذور الصنف في خطوط وعند التزهير والنضج يتم استبعاد النباتات غير الجيدة التي تعد غريبة (off types) في الصنف وبعملية تسمى Rouging وطريقة الانتخاب هنا تكون عكسية Reverse selection

2 - الانتخاب الكمي:

تعد طريقة الانتخاب الكمي أو الاجمالي من احسن الطرق واسرعها في تحسين محاصيل الخضر او نباتات الزينه الحولية الذاتية التلقيح والمنتشرة زراعتها محلياً خاصة اذا كان قد مضى وقت طويل على ادخال هذه الاصناف ووجدت اختلافات كبيرة بين افرادها بمعنى اخر وجود اختلافات واضحة في الصنف نتيجة وجود الكثير من السلالات فيه ان هذه الطريقة ميدانيا مثل طريقة الخط النقي في العمل الحقلي ، ويمكن هنا بعد ان نحصل على بذور النبات الواحد المنتخب نزرعه في الموسم اللاحق بطريقة PTR والخطوط الجيدة التي تعجب المربي تجمع بذورها وتخلط سوية ، ثم تدخل في تجربة YT فاذا اثبت نجاح الصنف في تفوقه بصفة واحدة أو اكثرعلى صنف او اصناف المقارنة ، تكثر بذوره وتقدم للتسجيل والاعتماد التي مرت بنا سابقا. ان طريقتي الانتخاب بالخط النقي او الكمي لاتحتاجان الى اي تضريب ، انما

Plant Breeding

هما عبارة عن انتخاب مباشر في الحقل على نباتات الصنف او الاصناف التي فيها تغايرات وراثية مفيدة . فيما يلي نقاط للمقارنة بين طريقتي الانتخاب الخط النقي والكمي :

ت	الخط النقي	الانتخاب الكمي
1	نحتاج الى عدد نباتات اقل للانتخاب	نحتاج عددا اكبر من النباتات للانتخاب
2	تزرع بذور كل نبات PTR	تخلط بذور الخطوط الجيدة مع بعضها
3	يحتاج البرنامج عدة مواسم	يحتاج مواسم اقل
4	تحتاج بذور الخطوط المنتخبة اختبار YT	يتم انتخاب افضل النباتات وخلط بذورها ، فلا تحتاج YT
5	النباتات المنتخبة عالية التماثل	النباتات المنتخبة اقل تماثلاً
6	يمكن استنباط عدة اصناف بهذه الطريقة	غالبا يستنبط صنف واحد

كيفية اجراء هذه الطريقة: نفترض اننا نريد تحسين احد اصناف الطماطة الذي يزرع منذ مدة طويلة والمرغوب في هذا الصنف الثمار الملساء وليست المفصصة ويمكن تحديد صفة اخرى مرغوبة في الصنف ويفضل ان لاتزيد عدد الصفات الخاضعة للانتخاب عن 3 او 4 صفات لانه كلما تزداد الصفات تكون الاستجابة للانتخاب واطئة والتحسين ضعيف خاصة في حالة وجود ارتباط سالب بين صفتين خاضعتين للانتخاب مثلا عدد الثمار و وزن الثمرة في الطماطة فلا يمكن زيادتهما معا كما يجب على المربي تحديد الضغط الانتخابي الذي يستعمله اثناء الانتخاب ويفضل ان لا يزيد الضغط الانتخابي عن 15% لانه في حالة زيادة الضغط الانتخابي سوف تدخل بعض التراكيب الوراثية غير المرغوب فيها ضمن المجتمع المنتخب اما في حالة قلة او انخفاض الضغط الانتخابي سوف تفقد بعض التراكيب الوراثية المرغوبة عن المجتمع ثم يقوم المربي باتباع الاتي:

1 – زراعة بضعة الاف من بذور الصنف المراد تحسينه وحسب التوصيات العلمية

Plant Breeding

2 – خدمة المحصول خدمة علمية صحيحة

3 – انتخاب عدة نباتات من الطماطة التي تمتاز بثمارها الملساء وتكون ذات محصول عالي وتجمع بذور كل نبات على حدة ثم تخلط كميات متساوية من كل نبات وتجمع في عبوة واحدة

4 – في الموسم التالي تزرع هذه البذور للتقييم على ان يزرع الصنف المحلي الاصلي معها

5 – اذا ثبت تفوق النباتات المنتخبة فانه يمكن تكثيرها وتوزيعها على المزارعين

يمكن لمربي النبات الاستمرار بدورات انتخابية اخرى مادامت هناك تغايرات وراثية في الاجيال الانتخابية وعند انخفاض تلك التغايرات الى الحد الاقتصادي يتوقف المربي ويقوم بتطبيق تجربة المقارنة بين الدورات الانتخابية مع اشتراك الصنف الاصلي. عندما يكون الانتخاب دقيق تكون التغايرات الوراثية في الاجيال الاولى اعلى من الاجيال الانتخابية المتقدمة اي ان الاستجابة للتحسين تكون اعلاها في الدورة الانتخابية الاولى ثم تبدأ بالانخفاض الى الحد الذي يكون فيه الانتخاب غير اقتصادي.

الاساس الوراثي للانتخاب الاجمالي

1 – في حالة زوج واحد من الجينات

لنفرض في احد الاصناف قمنا بعملية الانتخاب الاجمالي لصفة محكومة بزوج واحد من العوامل الوراثية وحصلنا على 16 نبات كالاتي:

التراكيب الوراثية	1AA	2Aa	1aa
اعداد النباتات	4	8	4
النسبة المظهرية	4/16	8/16	4/16
	1/4	1/2	1/4

Plant Breeding

وان النباتات ذات التركيب الوراثي السائد النقي (AA) هي المرغوبة بالنسبة لمربي النبات وقام المربي بانتخاب خمسة نباتات اي انه انتخب 4 نباتات تركيبها الوراثي السائد النقي (AA) ونبات واحد تركيبه الخليط (Aa) فيمكن حساب تاثير الانتخاب الاجمالي على نسبة تحسين هذه النباتات لدورة واحدة من الانتخاب وكما يلي:

نسبة تكرار الجين السائد = 4 نباتات سائدة (AA) + نبات خليط (Aa)

عدد الاليلات لخمس نباتات

$$\frac{4\times 1 + 2\times 1}{2 \times 5} = \frac{9}{10} = 90\%$$

نسبة تكرار الجين السائد A = 50% الاليل المتنحي a = 50%

يتضح من ذلك ان دورة انتخابية واحدة من الانتخاب الاجمالي قد غيرت نسبة تكرار الجين السائد A من 50% الى 90% في حالة زوج واحد من العوامل الوراثية.

اما في حالة زوجين من العوامل الوراثية ليس فيهما سيادة تامة ونسبة الانعزال في الجيل الثاني هي 1 : 2 : 1 وفي حالة فرض ان النباتات التي تحمل العوامل السائدة تعد مرغوبة بالنسبة لمربي النبات وقد قام المربي بانتخاب العدد نفسه من النباتات التي قام بانتخابها في حالة زوج واحد من العوامل الوراثية اي خمسة نباتات وكانت بيانات الانتخاب كالاتي:

عدد النباتات	تركيبها الوراثي	عدد الاليلات السائدة/ نبات
2	AaBB	3
2	AABb	3
1	AABB	4

Plant Breeding

فتكون نسبة التحسين بعد دورة انتخابية واحدة هي :

$$\frac{4 \times 1 + 3 \times 2 + 3 \times 2}{5 \times 4} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = 0.8 \text{ او } 80\%$$

في هذه الحالة يكون الانتخاب الاجمالي قد غير تكرار الجين من 50% الى 80% في حالة زوجين من العوامل . وتتغير نسبة تكرار الجين تبعا لعدد العوامل الوراثية التي تحكم الصفة المنتخبة على اساسها النباتات وتتوقف عليها ايضاً نسبة التحسين لدورة انتخابية واحدة التي يمكن بيانها كالاتي:

عدد العوامل الوراثية	نسبة التحسين	نسبة العامل الوراثي
1	%90	0.9
2	%80	0.8
3	%73	0.73
4	%69	0.69

يتضح من ذلك انه كلما زاد عدد العوامل الوراثية التي تحكم الصفة كلما قل تكرار الجين المرغوب فيه اي بمعنى اخر كلما كان التحسين بطيئاً مع انتخاب العدد نفسه من النباتات.

Plant Breeding

انواع الفعل الجيني

ان من بين اولى الخطوات التي يجب ان يعرفها المربي ليعمل على صفة معينة لادخالها في صنف إن كانت جيدة ، أو التخلص منها ان كانت سيئة ، هو ان يعرف طبيعة الفعل الجيني فيها وكم زوج يحكمها . فيما يلي بعض من انواع الفعل الجيني الهامة والسائدة والتي نحتاج لمعرفتها قبل وضع خطة برنامج التربية لمحصول ما.

1 – المتغلب(السيادي):

من التسمية نعلم ان التغلب Dominance للجين يسبب اخفاء فعل اليله المتنحي ، فان كانت الصفة AA فانها ان كانت بتوليفة AA أو Aa فانها تكون بذات المظهر, وان كانت غير ذلك فهي aa . وفيها ان الاليل A يغطي فعل الاليل a على ذات الموقع الجيني وهذا يطلق عليه تداخل اليلي intra – allelic interaction وبذا فانه كما ذكرنا تكون توليفا AA= Aa ، وكلاهما اكبر من aa

2 - التغلب الجزئي:

قد لايكون الجين متغلبا تماما ، انما جزئيا partial –dominance وهنا اذا اخذنا نفس الصفة السابقة فان الصفة ستكون AA اكبر من Aa وهذه اكبر من aa اي ان Aa تكون وسطا بين الصفتين ، فلو ضربنا زهرة حمراء RR مع بيضاء rr فان الجيل الاول Rr سيكون وردي اللون طالما ان الفعل الجيني متغلب جزيئيا ، ويطلق عليه كذلك احيانا semidominance .

3 - التغلب المشترك co –dominance :

تكون في هذه الحالة الصفة محكومة مثلا بنوعين من الجينات مثل A1 و A2 و A3 .... فاذا كانت سلالة فيها الصفة بالتوليفة A_1A_1 وضربت مع اخرى اليلاتهاA_3A_3 على ذات الموقع الجيني، فان الناتج من التضريبA_1A_3 سيكون اعلى في الصفة من كل من A_1A_1 و A_3A_3 ذلك بفعل اشتراك اثنين من الاليلات المختلفة على نفس الموقع الجيني ، وتسمى الحالة مثل

Plant Breeding

hemizygous A_1A_3 اذ انها ليست homozygous مثل A_1A_1 و A_3A_3 ولا heterozygous مثل Aa ومثل ذلك حالة كروموسوم الانسان (XY) اذ انهما على نفس الموقع ولكن الطبيعة الوراثية مختلفة ، ان الفعل الجيني المشترك يعد من بين انواع الفعل الجيني التكميلي complementary للصفة ، وربما هناك اكثر من زوجين تشترك في الصفة ، والاليلات المشاركة هي من نوع polymorphic .

4 - الفعل المضيف:

عندما يوجد اليل يضاف للتركيب الوراثي ويضيف جزءا اضافيا للصفة ، ثم يضاف آخر وتصبح الصفة اكبر فذلك يسمى الفعل المضيف Additive سواء على موقع جيني واحد للصفة او اكثر ، فمثلا اذا كانت A متغلبة تعطي نقطتين للصفة والموقع عليه اربع اليلات فان التوليفات التالية تكون متدرجة نحو قلة الصفة AAAA و AAAa و AAaa و Aaaa و aaaa وهكذا ، وهذا المثال هو في خلايا لافراد رباعية المجموعة الكروموسومية.

5 – التفوق

حتى لاتلتبس علينا هذه الحالة ، فان الفعل الجيني المتفوق Epistasis ينتج من تداخل اثنين من المواقع الجينية على ذات الكروموسوم وبذا فهو inter – allelic interaction ومن هذا النوع من الفعل الجيني اثنان:

: Coepistasis

هو التفوق المشترك الذي يحدث بوجود موقعين للجينات على ذات الكروموسوم يعملان لذات الصفة اي ان الفعل كذلك هو من النوع التكميلي ، فمثلا سلالة فيها جين يتحكم بعدد شعيرات قصيرة كثيفة تغطي سطح الورقة ، وسلالة اخرى فيها جين يتحكم بطول او خشونه تلك الشعيرات على ذات الكروموسوم ، فعند تضريبهما نحصل على الجيل الاول، وفيه اوراق فيها شعيرات كثيفة وطويلة في ذات الوقت.

Plant Breeding

semiepistasis :

هي حالة شبه تفوق ، وتكون ناتجة من فعل اثنين من الجينات على كروموسومين مختلفين ، هي قليلة الشيوع في النباتات مقارنة مع الحالة الاولى لكنها معروفة على بعض الصفات في بعض الانواع النباتية.

6- فعل الهجين:

هذه الحالة تظهر بالدرجة الاساس على النباتات الهجينة او احيانا على جزء من صفات الاصناف التركيبية الناتجة من تزاوج عشوائي لمجموعة متماثلة الصفات من الهجن الجيدة يطلق على الحالة over dominance او .hybrid vigour الذي يعني فوق التغلب ، لان الهجين بين ابوين يجب ان تكون صفاته او صفته في الحقل افضل من افضل الابوين ، فربما تكون اعلى من اعلى الجيدة ، او اقل من الاقل اذا كانت غير جيدة . ان ذلك يمكن التعبير عنه بالاتي +1 >(1- ×1+) > -1

فيما يلي امثلة حسابية بسيطة على حالات الفعل الجيني الهامة التي ذكرناها ، وكيف تكون قيمة الصفة بحسب التوليفة الوراثية.

في حالة الجين المتغلب:

نفترض اولا النقاط لكل اليل ، ولناخذ زوجين من الجينات هما A و B فاذا كانت A و B يحكمان صفة ما و A= 1 و B = 2 ، والاساس aabb = 1 وفعل الاليل A متغلب فان التوليفات الوراثية التالية تكون فيها قيمة الصفة بحسب مامدون تحتها:

Plant Breeding

AABB	AABb	AAbb
4	4	2
AaBB	AaBb	Aabb
4	4	2
aaBB	aaBb	aabb
3	3	1

في حالة الجين المضيف:

نفرض هنا ان A = 2 و B = 1 و aabb = 1 والفعل الجيني من النوع المضيف فان التوليفات الجينية التالية تكون قيمة الصفة فيها كما موضح :

AABB	AABb	AAbb
7	6	5
AaBB	AaBb	Aabb
5	4	3
aaBB	aaBb	aabb
3	2	1

وفي حالة فعل الجين المتفوق وعلى افتراض ان A = B = 0 و AB = 7 والاساس aabb = 1 فان التوليفات الوراثية التالية ستكون قيمة الصفة فيها كما يلي:

AABB	AABb	AAbb
8	8	1
AaBB	AaBb	Aabb
8	8	1
aaBB	aaBb	aabb
1	1	1

قوة الهجين:

عرفت ظاهرة قوة الهجين منذ اكثر من قرن ، ولايزال المربون في العالم يعملون عليها وفي عدة محاصيل حقل وخضر وفاكهة ، يستخدم تعبير Heterosis = Hybrid Vigor و Pseduloldominice على هذه الظاهرة التي اثرت بشكل عالي المعنوية في رفع حاصلات عدة محاصيل في العالم . تحصل قوة الهجين اذا تم تضريب سلالتين متباعدتين وراثيا ، ولايمكننا التحقق من ذلك الا بالاختبار الموسع في الحقول بعد انجاز التضريب والحصول على بذور الجيل الاول F1 , بشكل عام اذا كانت السلالتان المضربتان تمتلكان مواقع جينية واسعة التغاير ، تظهر قوة الهجين في الجيل الاول ، ويختفي الكثير منها في الجيل الثاني ومابعده ، لذا لايزرع F2 ابدا لاي محصول للسبب المذكور . هناك الهجين الذي اعلى من اعلى ابويه للصفة المرغوبة او اقل من اقل ابويه للصفة غير المرغوبة ، وبذا يمكن التعبير عن حالة

سلالتين مختلفتين ومتباعدتين وراثيا وبعد تضريبهما والحصول على الهجين, يكون حال الهجين انه – 1 > (-1 × +1) > +1 وبصورة عالية المعنوية وثم الرمز للسلالتين + و – لاجل ابراز حالة التباعد الوراثي لعدة مواقع جينية على متوسط الابوين mid parent ، اعلى من اعلى ابويه (+1) واقل من اقل ابويه (-1)

التكرار الجيني:

يقصد بالتكرار الجيني gene frequency من مجتمع ما انه : نسبة وجود جين معين الى مجموعة الجينات للصفة الواحدة في ذلك المجتمع النباتي . هنالك آمر آخر يرتبط بالتكرار الجيني في المجتمع وهو الاتزان الجيني gene equilibrium والذي يحدث (الاتزان الجيني) بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي panmixia لمحصول خلطي التلقيح ، بشرط عدم وجود انتخاب على المجتمع او طفرة او هجره من والى المجتمع ولا انقسام اعتيادي غير متماثل ولامجتمع صغير بحيث لايمثل عشوائية ذلك الجين. هنالك تعبير meitic drive الذي يمثل حالة انحراف نسبة الجين اثناء الانقسام الاختزالي بسبب صغر حجم المجتمع ، فتظهر الصفة بصورة منحرفة ، مثل ان يعيش مثلا من حبوب اللقاح تلك التي تحمل فقط الاليل A أو a فيختلف المجتمع في الاتزان الجيني ، كذلك يوجد مايسمى التطاير الوراثي genetic drift والذي يحصل كذلك في المجتمع الصغير وعند الانقسام الاختزلي للكرموسومات وحدوث العبور . لننظر الى الامثلة التالية حول التكرار الجيني والاتزان الجيني في مجتمع ندرس فيه صفة معينة للجين A و a .

Plant Breeding

مثال1

في مجتمع متزن جينيا لدينا 49 نباتا بالتوليفة AA و 42 نباتاً من التوليفة Aa مع 9 نباتات من التوليفة aa كيف نتحقق من المعادلات التالية اذا كانت H للحالة الهجينة و R للمتنحي (recessive) و D للمتغلب

$$A + a = 1 \quad - 1$$

$$AA + 2\,Aa + aa = 1 \quad - 2$$

$$H / \sqrt{DR} = 2 \quad - 3$$

ان اي معادلة من المعادلات الثلاثة المذكورة اذا تساوى طرفاها فان المجتمع يكون في حالة اتزان جيني لناخذ المعادلة الثالثة

$$42 / \sqrt{49 \times 9} = 2$$

اذن المجتمع متزن جينيا ولاجل حساب تكرار A وكما في المعادلة الثانية فنحصل على :

مجموع اليلات A في المجتمع كله: $49 \times 2 + 42 = 140$

مجموع اليلات a في المجتمع : $42 + 9 \times 2 = 60$

مجموع الاليلات كلها في المجتمع : $140 + 60 = 200$

تكرار A : $140 / 200 = 0.7$

تكرار a : $60 / 200 = 0.3$

وبما ان مجموع التكرارات للاليلات يساوي 1 ($0.7 + 0.3 = 1$) اذن المجتمع متزن جينياً

Plant Breeding

مثال 2:

مجتمع نباتي (100 نبات) فيه 4 نباتات tt , كم تكرار الجين T في هذا المجتمع .

نسبة (تكرار) النباتات tt في هذا المجتمع هي 4/100 = 0.04

اذن تكرار أو نسبة t في هذا المجتمع $t = \sqrt{0.04} = 0.2$

فاذا كان المجتمع متزن جينيا فان:

$1 - 0.2 = 0.8$ وهذا يمثل تكرار الجين T ونتحقق من الجدول الاتي:

	T 0.8	t 0.2
T 0.8	TT 0.64	Tt 0.16
t 0.2	Tt 0.16	tt 0.04

المجتمع متزن جينيا في حالة: $TT + 2Tt + tt = 1.0$

$0.64 + 0.32 + 0.04 = 1.0$

وكذلك من $DR = 2H/\sqrt{}$

$2 = 0.32 / \sqrt{0.64 \times 0.04}$ اذن المجتمع متزن جينياً

Plant Breeding

تربية محاصيل خلطية التلقيح

الانتخاب التكراري:

اذا ادركنا دور واهمية الانتخاب التكراري في خلق التغايرات التي هي اساس استنباط السلالات والاصناف والهجن ، فاننا سنقول حينها ان هذه الطريقة في التربية هي الاصل من بين كافة الطرائق الاخرى . هناك اربعة انواع من طرائق هذا الانتخاب:

1- الانتخاب التكراري البسيط Simple Recurrent Selection (SRS)

2- الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد العامة Rec. Selection for GCA (RSGCA)

3- الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد الخاصة Rec. Selection for SCA(RSSCA)

4- الانتخاب التكراري المتبادل Reciprocal Rec . Selection(RRS)

التكراري البسيط:

هذه الطريقة هدفها استنباط صنف محسن من صنف فيه تغايرات مفيدة ، ويمكن ان نوجز ذلك بالاتي:

1-زراعة الاف النباتات من صنف مفتوح التلقيح فيه تغايرات نختار النبات الذي يعجبنا ونلقحه ذاتيا وعند النضج تحصد بذور كافة النباتات الجيدة المنتخبة وتخلط بذورها سوية.

2-تزرع البذور في حقل معزول وتترك للتزاوج العشوائي وعند النضج تجمع البذور من النباتات وتخلط.

3-تزرع البذور المتحصل عليها في (2) ويعاد العمل كما في (1)

4-تزرع البذور المتحصل عليها من (3) في حقل معزول وتترك للتزاوج العشوائي والبذور التي نحصدها هي بذور الصنف المحسن ، وعدد دورات الانتخاب اثنتان ولايسمى تكراريا مالم يعاد مرتين او اكثر.

Plant Breeding

الانتخاب التكراري لقابلية GCA :

لما كان من التسمية فيه قابلية اتحاد عامة فلابد من استخدام مادتين وراثيتين ، ويمكن ايجاز ذلك بالاتي:

1 - يزرع الصنف المراد تحسينه بعدة الاف من البذور وبجواره يزرع صنف اخر بعيد وراثيا عنه وقبل الازهار تعلم النباتات المرغوبة

2 - عند الازهار يجرى تلقيح ذاتي للنباتات المنتخبة وفي نفس الوقت تنقل قسم من حبوب اللقاح لهذه النباتات وتلقح بها نباتات من الصنف الثاني (كشافات) وفي نهاية الموسم تجمع بذور النباتات الملقحة ذاتيا بشكل منفرد كما تحصد النباتات للكشاف بشكل منفرد ايضاً

3 - في السنة الثانية تطبق تجربة مقارنة للهجن القمية وفي نهاية الموسم وبعد التحليل الاحصائي تنتخب الهجن القمية المتفوقة بالصفات لغرض الرجوع الى سلالاتها

4 - في السنة الثالثة تزرع بذور النباتات الملقحة ذاتيا والتي تفوقت هجنها القمية حسب تجربة المقارنه وتزرع على خطوط واثناء الازهار يجرى لها تلقيح عشوائي حسب طريقة Poly Cross بين الخطوط وفي نهاية الموسم تؤخذ البذور بكميات متساوية من الخطوط لغرض تطبيق الدورة الانتخابية الثانية

كذلك يمكن بعد دورتين من الانتخاب ان نحصل على عدة اصناف محسنة جديدة ، وفي ذات الوقت نبدأ ببرنامج استنباط الهجن من هذا البرنامج ، وهكذا نجد الفوائد الكبيرة من الانتخاب التكراري ولايوجد اي مبرر لايقاف البرنامج لطالما هنالك تغايرات واضحة بين نباتات الاصناف او السلالات هذا ولاجل ضمان معرفتنا بالسلالة او الصنف فانه من الضروري ان يكون لدينا برنامج آخر ضمن هذا البرنامج للتحقق من حال السلالات والاصناف وذلك بدراسة الصفات الهامة الحقلية واستخراج معدلها $\bar{X}$ و كذلك وقيم σ للصفات و C.V على نباتات السلالات والصنف المحسن والصنف الاصلي بل وحتى الهجن التي نحصل عليها . ان من يريد

Plant Breeding

ان يستثمر تغايرات موجودة ويخلق تغايرات جديدة ويستنبط سلالات وهجن متميزة واصناف جديدة ، فعليه ببرنامج مخطط له بصورة جيدة من برنامج الانتخاب التكراري ، ومثل هذه البرامج اذا احسن انشاؤها واستخدامها ، ووضعت سجلاتها فانها قلما تتوقف بل سوف تتطور باضافة تغايرات جديدة ، لتعطينا نتائج افضل من الاولى.

الانتخاب التكراري لقابلية SCA :

هذه الطريقة من الانتخاب التكراري تشبة سابقتها لقابلية GCA ولكن هناك استخدمنا صنف مفتوح التلقيح او هجينا فاحصا (Tester) والفرق هنا هو اننا نستخدم سلالة جيدة نعرفها سابقا نحتاج الى سلالة جيدة مثلها لكنها متباعدة عنها وارثيا ولانعرف ذلك الا بالتزاوج اذن نقوم باختبار نباتات تبدو لنا جيدة من الصنف ونلقحها ذاتيا للحصول منها على S1 ثم نلقح نبات آخر بالسلالة التي عندنا فنحصل في نهاية الموسم على بذور S1 للنبات الواحد ومعه بذور TC له وربما سيكون عندنا مئات ان لم تكن الاف من مجموعتي البذور ، تزرع ونختبر وتتم الاستفادة منها تماما كما في الانتخاب التكراري وباكمال كافة مراحل التلقيح والانتخاب لقابلية GCA

الانتخاب التكراري المتبادل RRS :

اذا حصلنا على صنفين متغايرين متباعدين وراثيا فربما تكون هذه الطريقة هي الافضل لاستنباط سلالات واعدة واصناف محسنة وهجن متميزة يزرع الصنفان في حقل واحد كل على انفراد ونقوم بالتلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة وتضريبها قميا من نباتات الصنف الاخر وبذا سنحصل في نهاية الموسم على مجموعتين كبيرتين من البذور هما $S1_S$ وTC ثم نقوم بالاتي:

1 - تزرع في السنة الاولى عدة الاف من الصنف الاول في حقل وعدة الاف من الصنف الثاني وقبل الازهار تعلم النباتات المرغوبة ويجرى عليها تلقيح ذاتي وفي نفس الوقت تنقل حبوب لقاح من الصنف الاول الى نباتات الصنف الثاني حيث ان الصنف الثاني يعتبر كشاف للصنف

الاول وايضا يجرى تلقيح ذاتي لنباتات الصنف الثاني وتنقل حبوب لقاح منه الى نباتات الصنف الاول حيث ان الصنف الاول يعد كشاف للصنف الثاني

2 - في نهاية الموسم تحصد النباتات الملقحة ذاتيا للاول وبشكل معزول وكذلك للصنف الثاني كما تحصد الهجن القمية للصنف الاول بشكل منفرد وكذلك الهجن القيمة للصنف الثاني ويشكل منفرد

3 - في السنة الثانية تطبق تجربة مقارنه للهجن القمية للصنف الاول وتجربة مقارنه للهجن القمية للصنف الثاني وبعد انتهاء التجربة واجراء التحليل الاحصائي تنتخب السلالات التي تفوقت هجنها القمية ولكلا الصنفين

4 - في الموسم الثالث تزرع السلالات المتفوقة حسب هجنها القمية في حقا لغرض اجراء التلقيح العشوائي للصنف الاول وكذلك للصنف الثاني وفي نهاية الموسم يتمكن الباحث من ان يحسن الصنفين معاً يمكن التوقف بعد دورتين من الانتخاب عند عدم وضوح التغايرات في النباتات وان كانت لازالت موجودة ، نستمر بدورة او اكثر بعدها.

استنباط الاصناف التركيبية:

لايمكن استنباط صنف تركيبي Synthetic مالم يكن البرنامج قد انتج او امتلك بذور عدة هجن جيدة سواء حصل عليها من الخارج او استنبطها في برنامجه ويفضل لدى الرغبة باستنباط صنف تركيبي الى استخدام بعض الهجن التي انتجت من برنامج محلية مع عدد اكبر من الهجن الاجنبية التي يمكن الحصول عليها عينات من الشركات الزراعية الموجودة في السوق المحلية اذ ان ذلك يضمن التباعد الوراثي لحد ما افضل من اعتماد كافة الهجن المحلية التي تكون غالبا متقاربة في مادتها الوراثية ان بذور الهجن عموما تعد مرتفعة السعر مقارنة مع سعر بذور الاصناف وذلك بسبب الكلفة العالية التي تصرف عليها لاستنباطها فاذا كانت عوامل النمو والادارة لدى المزارع البسيط محدودة ومتواضعة مثل شحة الماء اللازم وقلة الاسمدة المركبة

Plant Breeding

والنادرة وعدم توفر مبيد الادغال الفعال وعدم ضبط الكثافة النباتية وغير ذلك كلها تجعل العائد المزرعي من زراعة الهجن ليس مختلفا كثيرا عن عائد الصنف التركيبي ولايزال كثير من المزارعين في دول العالم الثالث يستخدمون الاصناف التركيبية او حتى مفتوحة التلقيح بسبب عدم امكانية شرائهم لبذور الهجن المكلفة. هناك ايضا الاصناف المركبة Composites التي تنتج بخلط بذور من بعض الهجن واصناف تركيبية ومفتوحة التلقيح متماثلة نسبيا في الارتفاع والتزهير تخلط بذورها بكميات متساوية وتزرع في حقل معزول للتزاوج العشوائي والبذور الناتجة منها هي بذور الصنف المركب

نقاط هامة حول الهجين والصنف التركيبي:

1-ان افضل قوة هجين بصورة عامة هي الهجين الفردي ثم الثلاثي الاباء ثم الزوجي.

2-الهجين الزوجي له تطبع لعوامل البيئة افضل لان قاعدته الوراثية اوسع من غيره.

3-الصنف التركيبي قاعدته الوراثية اوسع من كل الهجن لذا فهو يمتلك قابلية تطبع اوسع للبيئات.

4 - تنخفض قوة الهجين من F1 الى F2 لاي هجين بنسبة 1/n من قوة الهجين و n تمثل عدد السلالات

5- يفقد الصنف التركيبي بمعدل 1/n من قوة الهجين لجيل واحد فقط ثم تستقر صفاته حتى مع وجود انعزالات وذلك بحسب قانون هاردي – وانبيرك (Hardy - weinberg) وهو انه في مجتمع كبير يتزاوج عشوائيا يبقى الاتزان الجيني مستقرا مالم يحدث فيه طفره او انتخاب متميز او خلط وراثي خارجي.

6-من مزايا الصنف التركيبي انه يمكن استنباط سلالات جيدة منه كما يمكن الانتخاب عليه وتحسينه.

Plant Breeding

7-يمكن خلط بذور بكميات متساوية من الصنف التركيبي او صنف جيد مفتوح التلقيح وتركها تتزاوج عشوائيا في حقل معزول ، لاستنباط صنف مركب Composite.

8-كما ذكرنا اكثر من مرة ، فان زراعة المادة الوراثية التي فيها تغايرات تكون افضل اذا زرعت بطريقة خلية النحل (H.C) ويمكن حتى استنباط سلالات عليها inbred vigour حاصل نباتاتها اعلى من الصنف التركيبي.

Plant Breeding