

كلية الزراعة / جامعة ديالى

المحاضرة الاولى

تعريف علم تربية النبات :

هو ذلك الفرع من العلوم الزراعية الذي يسعى الانسان من خلاله الى اعادة ترتيب او احداث تغيير في العوامل الوراثية (الجينات) ضمن التراكيب الوراثية النباتية التي خلقها الله سبحانه وتعالى والتي لعب الانتخاب الطبيعي الدور الاساسي في استمرار ظهورها وذلك بهدف استنباط اصناف جديدة متفوقة و الارتقاء بالنباتات وتحسين صفاتها كما ونوعا بما يلبي رغبات واحتياجات الانسان وبمعنا اخر هو علم وفن تغيير التركيب الوراثي للنبات بحيث يعطي صفات تناسب رغبة المربي والمنتج والمستهلك .

من المعروف انه لا يوجد نبات في الطبيعة متكامل الصفات وانما توجد صفات جيدة واخرى غير محبذة في الصنف الواحد، او قد تكون الصفة مرغوبة اليوم وتصبح بعد مدة غير مرغوبة في نفس النبات لذلك فهو يحتاج الى تطوير، مثلا طول النبات في بعض المحاصيل الحقلية او وجود الاشواك كما في الباميا والباذنجان، ونسبة السكريات في ثمار الرقي والبطيخ ونسبة النشا في البطاطا، وكذلك صفة الاصابة بالامراض ومقاومة النباتات لها حيث يعتبر انتاج هجن او اصناف مقاومة للامراض والحشرات المختلفة من ارض وافضل الطرق في مقاومة الافات . اذن مهمة مربي النبات هي تغيير التركيب الوراثي للنبات بحيث يصبح اكثر ملائمة للهدف الذي يبيغيه وهذه مهمة اساسية وبنيتها يمكن ان نحصل على نباتات جديدة تلبي رغبة الانسان .
تاريخ علم تربية النبات وتطوره :

ان تربية النبات وتدجينه والاستئناس به بدأ منذ نزول الانسان على الارض حيث سعى منذ البداية الى البحث عما يحفظ له كيانه ويساعده على سد احتياجاته المعيشية فوجد حوله نباتات بربه تصلح لغذائه وكسائه ولغذاء مادجن من حيوانات اقتصادية، فحول هذه النباتات التي اكتشف فيها فائدة له من حالتها البرية الى حالتها المستأنسة اي المنزرعة فجمع بذورها واحتفظ بها الى وقت زراعتها ثم زرعها ثم اخذ يعتني بها اثناء النمو فمنع عنها الكثير من الافات مما زاد من قوة نموها وزيادة انتاجها، كل ذلك تم بفضل سعي الانسان وممارسته واستعمال عقله ومنطقه في حل مشاكل الزراعة والعمل على زيادة عدد النباتات المفيدة وزيادة تنوعها .

ان اول تدجين للنباتات بدأ منذ (9- 11) الف سنة قبل الميلاد في وادي الرافدين (قربة تل جرمو/شمال العراق) على نباتات الحبوب وذلك لاهميتها الغذائية وسهولة نقلها من مكان لآخر وسهولة تخزينها .

وبعد انتشار زراعة الحبوب هذه في العصور القديمة بدأ الانسان يلاحظ التغيرات بين النباتات فيختار افضلها بجمع بذورها وزراعتها في الموسم لتالي وهذه بالحقيقة منهج من مناهج تربية النبات فهي عمليا ممارسة لطريقة الانتخاب، وبعد تطور طرق المواصلات نتيجة لحاجة الانسان للانتقال من مكان لآخر لاسباب التجارة او الحروب او الاكتشافات بدأ يلاحظ الفروق بين النبات في مناطقه والمناطق الجديدة التي وصل اليها فاخذ ينقل بذورها الى هذه المناطق وبهذا بدأ يمارس نوع اخر من طرق التربية وهو الادخال او ما يسمى بالاستيراد. كما عرف البابليون والاشوريون الجنس في النخيل منذ 700- 650 سنة قبل الميلاد وقاموا باجراء عملية التلقيح اليدوي بنقل حبوب اللقاح من النخلة المذكورة الى المؤنثة، ويعتبر هؤلاء من رواد تربية النباتات وان لم يكونوا يعرفون السبب العلمي لهذه الاجراء .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

اما في التاريخ الحديث فقد قام كولوميس مكتشف امريكا بنقل بذور الكثير من المحاصيل التي كانت منزرعة في اسبانيا الى القارة الامريكية وبالعكس الى اسيا وافريقيا .

عرف الجنس في النباتات من الناحية العلمية من قبل 1764 Cameraus كما قام العالم Koeireuter 1760 بأجراء عملية التلقيح في نبات التبغ .

الا ان اعادة اكتشاف قوانين مندل علم (1900) يعتبر البداية العلمية الصحيحة لعلم تربية النبات . وعليه يعتبر مندل 1822-1884 اول من وضع قوانين الوراثة الحديثة ويعتبر من مؤسسي علم الوراثة حيث نشر ابحاثه عن بعض صفات البزاليا عام 1866 عن الانعزالات الوراثة ، ولكن في حينها لم تلقى اي اهتمام يعير لها اي ولم ينتبه لها احد حتى اكتشفها وكل على انفراد كل من Devries من هولندا و Tschermak من النمسا و Cornes من المانيا عام 1900م.

وفي عام 1890 تاسست اول محطة لاجتياح تربية النبات في السويد من قبل Nelsson سميت Svalov ولازالت تعمل حتى اليوم .

في علم 1907 و عام 1912 اكتشف كل من Shull و East فكرة السلالات (Inbreds) عن طريق التلقيح الذاتي والانتخاب لانتاج هجن الذرة الصفراء، وفي سنة 1918 جاء Jonsen واقترح انتاج الهجن الثلاثية و الرباعية في الولايات المتحدة الامريكية .

ظهر بعد ذلك قانون هاردي - واينبيرك حول الاتزان الجيني في مجتمع خطي التلقيح بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي، ثم تطور علم تربية النبات بشكل افضل عندما نشر الباحث الانكليزي Fisher بحوثه حول التحليل الاحصائي واستخدام قيمة (F) للمقارنة بين معنوية المعاملات وذلك في علم 1918. ثم بتطور علم الوراثة والوراثة الكمية وعلم الخلية وعلم الاحصاء وتصميم التجارب وفسلجة ومورفولوجية النبات وغيرها من العلوم وصولاً الى علم هندسة النبات وراثياً باستخدام زراعة الجينات فقد وصل علم تربية النبات الى درجات من التطور التنقي العالي في الوقت الحاضر .

اهداف علم تربية النبات :-

1- زيادة محصول النبات :-

ان زيادة حاصل النبات من وحدة المساحة هو اهم ما يبحث عنه مربي النبات منذ القدم والى الوقت الحاضر وسوف يستمر ما دام النمو السكاني مستمراً والحاجة ماسة للغذاء . ان تحقيق زيادة الحاصل تتم بعدة طرق، منها ان تكون الاضافة الجديدة تلائم الظروف البيئية المزروعة فيها، وان تكون هذه الاضافات ذات كفاءة فسيولوجية عالية في تحويل العناصر الغذائية (الاسمدة) الى مواد غذائية مخزونة في اجزاء النبات المختلفة، او عن طريق تحسين صفة معينة لها علاقة مباشرة او غير مباشرة بزيادة المحصول .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

2- تحسين صفات الجودة :-

كل محصول يتناوله أكثر من فرد وكل واحد من هؤلاء له رغبات وأنواق معينة تختلف عن الآخرين، وعليه فمربي النبات يسعى إلى إشباع وتلبية رغبات هؤلاء،

فالمنتج يرغب الإنتاج العالي وبكثافة قليلة والتاجر يريد محصولاً له القابلية العالية للنقل والتخزين، أما المستهلك فيريد محصولاً ذو جودة عالية أو صفات محددة يرغبها .

3- تحسين نوعية المحصول :-

وذلك من خلال رفع محتواها الغذائي من المواد التي زرعت من أجلها مثل زيادة البروتين أو النشا أو السكريات أو الزيت أو تحسين خواص الثمار كالطعم واللون والرائحة والصلابة . مثل إنتاج جزر غني بالكروتين (V.A) .

4- تحسين مقاومة المحصول للأمراض والحشرات :-

تعتبر تربية النبات من أفضل الطرق وإرخصها المقاومة للإفات التي تصيب النباتات الاقتصادية، فهي تحافظ على نظافة وسلامة البيئة بالإضافة إلى تقليل كمية وكلفة المبيدات المستخدمة، لذلك يتجه العالم اليوم إلى هذا الأسلوب من خلال إنتاج أصناف وهجن مقاومة للإفات المرضية والحشرية، ومن الجدير بالذكر أن الطبيعة تعد مصدراً هاماً ولا ينضب للجينات المقاومة للأمراض والحشرات . فمثلاً استطاع الباحثون إنتاج صنف من الفاصوليا مقاوم لمرض التبرقش أطلق اسم **U.S. No5 Refugee** بالإضافة إلى كونه نوعاً طويلاً وتكون أقل انحناءً وتميل إلى الاستدارة وتخلو من البقع البنفسجية وهو من صنف مكبر بمقدار ثمانية أيام تقريباً عن بقية الأصناف . كما استطاع الباحثون من إنتاج أصناف من الكمشى ذات احتياجات قليلة للبرودة أثناء فترة الراحة مثل صنف **Keeonte** وصنف **Kiefer** .

5- التربية يقصد التكبير بالمحصول :-

التكبير بالمحصول من الصفات الوراثية المهمة والتي تؤدي إلى سرعة الحصول على الإنتاج مما يقلل الكلفة ويؤدي إلى بيع المحصول بسعر مرتفع مما يزيد من دخل المنتج . مثلاً وجد في البطيخ أن النباتات تعطي أزهاراً المذكورة أولاً ثم الأزهار الموثثة ثم الخنثى وهذا يؤدي إلى تأخير إنتاج الثمار، هذا دعا إلى إنتاج أصناف تعطي أزهاراً انثوية أولاً مما أدى إلى التكبير بالإنتاج .

6- تربية محاصيل مناسبة للحصاد الميكانيكي :-

مثال على ذلك إنتاج أصناف من الطماطة متجانسة في النضج (تنضج ثمارها في وقت واحد) وذات ثمار صلبة مما يسهل جنيها ميكانيكياً وهذا يؤدي إلى قلة التكاليف .

7- تربية المحاصيل لأغراض خاصة : مثل إنتاج أصناف من الفاكهة تمتاز ثمارها بألوان معينة أو إنتاج أزهار بأشكال تلبي رغبة المستهلك أو إنتاج ثمار ذات محتوى نشوي أو بروتيني معين حسب الرغبة .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

8- انتاج محاصيل تتحمل الشد البيئي القاسي مثل التحمل للحرارة المرتفعة او المنخفضة وتحمل الجفاف والملوحة وقوية التربة ودموضتها وغيرها .

9- المحافظة على الاصناف الجيدة من التدهور : وهذا يعتبر من اهم اهداف تربية النبات، فهناك العديد من الاصناف الممتازة ولكن لكثرة الايدي التي تتداولها وطول فترة التداول بين المزارعين وبدون ادامة فأنها تتدهور من الناحية الوراثة مما يؤثر سلباً على انتاجها الكمي والنوعي ولذلك فأنه على مربى النبات ان يديم نقاوة هذه الاصناف من الناحية الوراثة للحفاظ عليها من التدهور .

العلوم المرتبطة بعلم تربية النبات :-

هناك العديد من العلوم الاساسية والتطبيقية المرتبطة بعلم تربية النبات يجب على مربى النبات الالمام بها لاجل ان يكون عمله ذات اتجاه علمي صحيح. وكما علمنا سابقا ان علم تربية النبات هو علم وفن حيث ابتداء بفن تربية النبات ولكن بعد اكتشاف قوانين مندل وتطور العلوم الاخرى اصبح اتجاه تربية النبات علماً أكثر منه فناً، ويرتبط تطور هذا العلم بتطور العلوم الاخرى ومن اهم العلوم المرتبطة بتربية النبات هي :-

1- علم الوراثة : Genetics

وهو العلم الذي يهتم بدراسة التغيرات الوراثة وطريقة تورث الصفات من الالباء الى الابناء عن طريق دراسة الانعزالات الوراثة ويعتبر هذا العلم من اهم العلوم التي تخدم مربى النبات اذا انه الاساس العلمي لتربية النبات وقد تطور علم تربية النبات بدرجة كبيرة بعد اكتشاف قوانين مندل و ما نتج من قوانين وراثية اخرى .

2- علم الخلية Cytology and Cytogetics

وهو العلم الذي يهتم بدراسة تركيب الخلية ومحتوياتها كالنواة والسيتوبلازم والكروموسومات والمايتوكندريا وغيرها ومعرفة وظيفتها كل مكون من هذه المكونات لان الخلية تعتبر الوحدة الاساسية في تركيب الكائنات الحية كما ان محتوى الخلية من الكروموسومات التي تعتبر مصدر التغيرات الوراثة لانها تحمل الجينات التي تورث الصفات من الالباء الى الابناء .

3- الهندسة الوراثة Genetic Engineering

وهو ما يعرف بعلم الوراثة الجزيئية او التقانات الاحيائية وقد تطور هذا العلم بدرجة كبيرة في السنوات الاخيرة واصبح يخدم علم تربية النبات بدرجة كبيرة وبشكل مباشر من خلال انتاج نباتات ذات مواصفات يتحكم بها الانسان من خلال نقل جينات معينة من كائن حي (نبات او حيوان او بكتريا او غيرها) الى النبات المطلوب تحسينه الا انه يجب ان يفهم ان هذا العلم لا يمكن ان يلغى دور الطرق التقليدية في تربية النبات ولن يكون بديلا عنها وانما هو وسيلة من الوسائل يلجا اليها لاستحداث التغيرات الوراثة والتي تستخدم طرق التربية التقليدية في استغلالها والاستفادة منها .

4 علم النبات : Botany

ويشمل علوم تصنيف النبات Plant Taxanomy

وعلم المظهر الخارجي للنبات Plant Morphology

وعلم التكاثر في النبات Plant Reproductive

حيث ان جميع هذه العلوم مهمة بالنسبة الى مربى النبات فمعرفة تصنيف النبات ومعرفة الجنس والعائلة النباتية وغيرها يساعد مربى النبات على اجراء التضربيات بين الاجناس المتقربة والابتعاد عن التضربيات بين الانواع التي لا ينجح بينها التهجين اما علم المظهر الخارجي للنبات والذي يشمل دراسة الصفات المرفولوجية للنبات مثل المساحة الورقية وارتفاع النبات وعدد الاوراق وغيرها من الصفات فانها تلعب نورا مهما في تربية النبات بل انها تشكل في كثير من الاحيان الهدف الذي يعمل من اجله مربى النبات مثل انتاج نباتات ذات ارتفاع قصير مما يشجع على زيادة الكثافة النباتية ومقاومة الاضطجاع او انتاج نباتات ذات مجموع جذري كبير وغيرها، اما تشريح النبات فانه يهتم بدراسة التركيب الداخلي للنبات مثل التشريح الداخلي للجذور والاوراق والسيقان والذي له تاثير مباشر على انتخاب الصفات المدروسة . اما علم التكاثر فانه يهتم بطرق تكاثر النباتات مثل التكاثر الجنسي او التكاثر الخضري او العنري وغيرها وهذا العلم يربط بصورة مباشرة بعلم تربية النبات .

5- علم الامراض والحشرات النباتية Plant pathology +Entomology

يعمل مربى النبات على انتاج اصناف او هجن مقاومة للامراض والحشرات حيث تعتبر تربية النبات افضل وارخص الطرق للتخلص من هذه الافات اضافة الى ماتسبيه المكافحة الكيماوية من ضرر للبيئة والانسان لذا على مربى النبات معرفة مسببات الامراض النباتية والحشرات ودورات الحياة لكل حشرة وطرق تكاثرها وهي تشكل ركن اساسي مهم في تربية لنبات .

6- علم الكيمياء الحيوية Biochemistry

تعتبر الكيمياء الحيوية مهمة لفهم ومعرفة تركيب الجينات الوراثية وعملها وكذلك دراسة الطفرات الوراثية ونقل الجينات. اضافة الى معرفة التركيب الكيماوي للنباتات ومنتجاتها مثل المحاصيل الزيتية و السكرية و المحاصيل البروتينية. ويهتم هذا العلم كذلك بالعمليات الحيوية التي تجري داخل النبات.

7- علم البيئة : Ecology

البيئة هي ظروف المكان الذي يعيش فيه الحيوان والنبات وقد ازداد الاهتمام بدراسة البيئة في العقود الاخيرة من القرن الماضي بسبب ارتفاع التلوث نتيجة الغازات المنتجة من عوادم السيارات و المصانع و ما يسببه الانسان من اضرار جسيمة لهذه البيئة ويعمل مربى النبات على انتاج اصناف مقاومة للظروف البيئية القاسية مثل الجفاف وتحمل التلوث كما ان انتاج اصناف مقاومة للامراض والحشرات يؤدي الى الحد من تلوث البيئة من خلال تقليل استخدام المبيدات الكيماوية .

8- الاحصاء الحياتي Biometry

يقوم مربى النبات بدراسة ومقارنة الاصناف الجديدة ومقارنتها مع الاصناف المحلية لذا يلجأ الى الاحصاء الحياتي لتحليل النتائج وتفسيرها وعمل الاستنتاج النهائي لها وذلك من خلال تطبيق الطرق الاحصائية مثل دراسة الانحدار والارتباط وتحليل التباين وغيرها .

9- فسلجة النبات Plant Physiology

يهتم علم فسلجة النبات بدراسة العمليات الفسلجية والحيوية داخل الخلية النباتية مثل امتصاص العناصر الغذائية وانتقالها داخل انسجة النبات وتركيب الانسجة النباتية وتأثر هذه العمليات بالظروف البيئية المحيطة مثل الاحياء المجهرية والاكسجين وثاني اوكسيد الكربون والحرارة والرطوبة وغيرها وهي علاقة مباشرة بتربية النبات اضافة الى دراسة الكثير من الظواهر الوراثية مثل قوة الهجين (الغزارة الجينية) Hybrid vigor .

10- علوم انتاج المحاصيل والخضر الزينة والفكهة :-

وتهتم هذه العلوم بدراسة ادارة كل محصول سواء كان فاكهة او نباتات خضر او نباتات زينة وتحديد احتياجاته البيئية والغذائية والظروف الملائمة لكل محصول لتحقيق افضل انتاج، وعليه يتعين على مربى النبات ان يكون ملماً بكل ما يتعلق بالمشروع قيد التربية من النواحي المظهرية والتشريحية والإزهار والتلقيح ليكون ناجحاً في برنامجه .

الصفات الواجب توفرها في مربى النبات :-

- 1- يجب ان تتوفر الناحية الفنية في مربى بحيث يستقل الإمكانيات المادية المتاحة له في وضع برنامج تربية واضح ومبشر بالنجاح .
- 2- ان يكون قوي الملاحظة ويستغل مهارته الفنية في التفرقة بين النباتات النامية وانتخب اكثرها ملائمة لتحقيق اهدافه .
- 3- المقدرة على تفسير نتائج أبحاثه ومحاولة استغلالها اقتصادياً .
- 4- يجب ان يكون المربي صبوراً ونو ارادة قوية لان برنامج التربية طويلة ومعرضة للعديد من المشاكل والمعوقات .
- 5- يجب ان يكون على دراية والمام في كيفية قياس صفات النباتات وهذه تبدأ من الصفات المرفولوجية الى صفات الحاصل مكوناته والصفات النوعية .
- 6- ان يكون ملم المام جيد بعلم الوراثة والعلوم المختلفة التي لها علاقة بعلم تربية النبات والتي سبق الحديث عنها .
- 7- يجب ان يكون ملماً في انتاج زراعة وحصاد المحاصيل، فلكي نحصد محصول الطماطة بواسطة الجانيات يجب ان يعمل مربى النبات مع الشخص الذي يصمم هذه المكائن وعلى مصمم المكائن أن يكون تصميمه ملائم للمحصول الذي انتجه المربي أي أن العمل يكون متكامل .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

8- يجب ان يكون على علم برغبات المنتج والتاجر والصانع والمستهلك لان هذه الرغبات مهمة وأساسية في تحديد هدف التربية .

ملاحظة هامة :

عمل تربية النبات في الوقت الحاضر لم يعد عمل فردي يقوم به شخص واحد بل تقوم به مجموعة عمل على شكل هيئة او مؤسسة او معهد بحوث او جامعة او محطة تربية او شركة وغيرها وفي احيان كثيرة وخاصة في السنوات الاخيرة فان العمل تقوم به احياناً شركات متعددة وفي دول مختلفة ويجب ان يضم فريق التربية مختلف الاختصاصات لاجل اخراج عمل ذات مستوى علي اقتصادي مجزي .

المحاضرة الثانية

انظمة التكاثر في النبات : Reproductive Systems in plant

إن لأنظمة التكاثر والتزهير في النبات علاقة قوية بطريقة التربية، ويعد الامام مربي النبات بطرق التكاثر السائدة في الانواع النباتية المختلفة امرا هاما لفهم اساسيات التحسين الوراثي وضمان نجاح عملية التربية، ولهذا وقبل وضع اي برنامج تربية لتحسين محصول معين يتطلب معرفة نظام تكاثره ودراسة التركيب المورفولوجي لازهاره وتحديد نوع التلقيح فيه. وبصورة عامة يمكن تقسيم طرق التكاثر في النبات الى قسمين رئيسيين :

اولا: التكاثر الجنسي Sexual Reproduction :

توجد خلايا متخصصة في اجهزة التكاثر النباتية وظيفتها انتاج الامشاج (Gametes) الذكرية والانثوية في حالة التكاثر الجنسي وتتكون هذه الامشاج من خلال عملية تسمى Gametogenesis و عند اتحادهما تتكون البيضة المخصبة (Zygote). والتي تتطور الى جنينوالذي ينمو الى جنين ناضج مع محتوياته بعد مدة من الاخصاب ليستعمل في التكاثر مرة اخرى .

التكاثر الجنسي يسبب احداث تغيرات وراثية كبيرة بين النباتات الناتجة والنباتات الاصلية التي تكاثرت منها، وذلك حسب طريقة التلقيح (ذاتي او خلطي) فتزداد هذه التغيرات في نباتات خلطية التلقيح بدرجة اكبر مما في ذاتية التلقيح، لذلك يكون الجنين الناتج مختلفاً في تركيبه الوراثي عن ابويه في حالة التلقيح الخلطي ولهذا تعد هذه الطريقة من التكاثر (الجنسي) مصدراً هاماً للاختلافات الوراثية الضرورية لنجاح عملية التحسين الوراثي، كما تعد ايضاً الاساس في فهم عملية توريث الصفات في الانواع النباتية لان قوانين مندل تنطبق على الانواع المتكاثرة بهذه الطريقة فقط. ان نورة حياة النبات المتكاثر بالطريقة الجنسية تنطوي على تبادل جيلين متعاقبين هما :-

كلية الزراعة / جامعة ديالى

1- الجيل ألسبورى (الجرثومى) Saprophytic generation

هو الجيل الأكثر وضوحاً في دورة حياة النبات ويأخذ معظم حياته، ويبدأ من تكوين الزايكوت عند إخصاب الببضة ثم تكوين الجنين في البذرة والتي تعطي عند انباتها البادرة والتي تستمر في النمو لتعطي النبات الكامل حتى يصل الى دور البلوغ وتكوين الأزهار فلثمار ثم البذور. ان هذا الجيل ينتهي في مرحلة الأزهار وبداية تكوين الأمشاج الذكرية والانثوية في عملية الانقسام الاختزالي للخلايا الأمية المولدة الموجودة في الأزهار. ان جميع خلايا هذا الجيل تحوي على العدد الكامل من الكروموسومات (2n) اي Diploid .

2- الجيل الكاميتى Gametophytic generation

ويستغرق هذا الجيل وقتاً قصيراً يبدأ مع بداية الانقسام الاختزالي للخلايا المولدة الأمية الموجودة في متوك ومبايض الأزهار لذلك يعتبر جيل غير واضح في حياة النبات، تحتوي خلايا هذا الجيل على نصف العدد من الكروموسومات (n) Haploid وهو الجيل الخاص بتكوين حبوب اللقاح الناتجة من الكاميتات الذكرية والبيوض الناتجة من الكاميتات الانثوية .

تكوين حبوب اللقاح والبيوضات :

1- تكوين الكاميتات الذكرية (حبوب اللقاح):

تحتوي متوك الأزهار (Anthers) على أربعة تجاويف، في كل منها توجد خلايا الأمية الذكرية وتسمى بالخلايا المولدة الذكرية (Microspore mother cell) وكل خلية أمية تمر بانقسامين نوويين متعاقبين (اي انقسام اختزالي) ينتج عنه أربعة خلايا تحتوي على نصف العدد الكروموسومى (1n) وتسمى السبورات والتي يتطور كل منها غالباً الى حبة لقاح اذا سمحت لها ظروف النمو، حيث يتخشن جدارها وتنقسم نواتها الى نواتين الاولى تعرف بالنواة الانبوبية tubenucleous والثانية تسمى النواة المولدة generative كما في الشكل المرفق، وعندما ينضج المتك يفتح وتخرج منه حبوب اللقاح وعندما تسقط حبوب الناضجة على ميسم الزهرة الناضج تبدأ بالنمو بعد ان تلتصق به بمساعدة سائل لزج يوجد على ميسم الزهرة او يكون ميسم الزهرة ريشي الشكل حاوياً على شعيرات دقيقة تمسك حبوب اللقاح على ذلك الميسم كما في الحنطة. وخلال نمو حبة اللقاح على الميسم تنقسم النواة المولدة الى نواتين، وبعد انبات حبة اللقاح يبدأ تكون الانبوب اللقحي (pollen tube) الذي يستطيل الى الاسفل من خلال الميسم ثم الى قلم الزهرة حيث يخترق القلم متجهاً الى خلية الببضة من خلال فتحة النقير (micropyle) ويحتوي الانبوب اللقحي في هذه المرحلة على ثلاث خلايا، هي الخلية الادبوية والخليتان الذكريتان الناتجتان من انقسام النواة المولدة، وبذلك تصبح عملية الإخصاب جاهزة للحدوث كما سنوضح ذلك بعد ان نتكلم عن تكوين الكاميتات الانثوية (الببضة) .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

2- تكوين الكميات الأنثوية (البويضات) :-

يوجد في مبايض الأزهار خلايا مولدة أنثوية أمية (mother cell megaspore) والتي تنقسم انقساماً اختزالياً كما حدث في تكوين الكميات الذكرية لنحصل على أربعة خلايا أنثوية تحتوي على نصف العدد من الكروموسومات (1n) تسمى (Megaspore) تضمحل ثلاثة منها وتبقى واحدة فقط تمر هذه الخلية بثلاث انقسامات اعتيادية لتعطي ثمانية نوى مكونة ما يعرف بالكيس الجنيني ويكون توزيع النوى الثمانية في الكيس الجنيني على الشكل التالي ثلاث نوى في قطب الكيس الجنيني القريب من فتحة النقيير، تعرف الوسط منها بالبيضة والاثنان اللتان تحيطان بها النواتان النقرتان (المساعدتان) أما في الطرف الآخر للكيس الجنيني فتوجد ثلاث نوى وتعرف بالانوية اللاقطبية، ونواتان قطبيتان في وسط الكيس الجنيني كما في الشكل، وبذلك تصبح البيضة جاهزة للاخصاب .

التلقيح و الأخصاب :-

يعرف التلقيح بأنه نقل حبوب اللقاح من متك زهرة لى ميسم زهرة أخرى بوسائل مختلفة باختلاف المحصول وطريقة تلقيحه والظروف المحيطة به. أما الأخصاب فهو اتحاد إحدى النواتين الذكورتين اللتين سبق الكلام عنهما مع نواة البيضة مكونة البيضة المخصبة (Zygote) بينما تتحد النواة الذكرية الأخرى مع النواتين القطبيتين (الموجودتين في وسط الكيس الجنيني) مكونة السويداء والتي تصبح (3n). أما الزايكوت فيحتوي على (2n) من الكروموسومات ثم يتطور إلى جنين ليعطي النبات الطبيعي عند زراعة البذرة وتكون خلاياه الجسمية حاوية على (2n) من الكروموسومات،

إن اتحاد إحدى النواتين الذكورتين مع نواة البيضة واتحاد النواة الذكرية الثانية مع النواتين القطبيتين يسمى بالأخصاب المزدوج Double fertilizer. البيضة المخصبة تتطور إلى جنين داخل البذرة، أما نواة السويداء التي نتجت من اندماج النواتين القطبيتين مع إحدى الانوية الذكرية فتبدأ بانقسامات عديدة تنتج عنها عدة نوى محطمة بجدران خلوية مكونة بمحتواها نسيج السويداء (الانوسبيرم) ، هو عبارة عن نسيج يحوي النشا أو الزيت أو البروتين بشكل مخزون غذائي يمد الجنين النامي أثناء عملية الانبات بالطاقة اللازمة، تمثل السويداء الجزء الأكبر من البذرة في الحبوبيات بينما تنقلص إلى ورقة حرشفة تقع بين الفلاقتين كما في بذرة الخروع وقد تنعدم كما في بنور البقوليات حيث يمتصها الجنين أثناء نموه وتطوره، أما غلاف البذرة فيتكون أثناء تكون الجنين والسويداء من الحرشف التي تحيط بالبيضة .

ويمكن تلخيص الأخصاب المزدوج كما في المخطط التالي :-

النواة الذكرية الأولى + نواة البيضة = البيضة المخصبة Zygote

(كميت ذكري 1n) (كميت أنثوي 1n) (الجنين 2n)

النواة الذكرية الثانية + النواتين اللاقطبيتين ← اتحاد نواة السويداء

(الانوسبيرم(3n)

(كل منها(1n)

(1n)

والرسم المرفق يوضح ذلك.

انواع التلقيح النباتات:

تنقسم النباتات المتكاثره جنسياً تبعاً لطريقة التلقيح السائدة الى ثلاث مجموعات :-

1- النباتات ذاتية التلقيح : Self – pollination وهي ان يحصل التلقيح من متك زهرة الى مياسمها او من متك زهرة الى ميسم زهرة اخرى على نفس النبات او نباتات متشابهة وراثياً اي نفس الصنف او النوع (تماثل وراثي). وتصل نسبة التلقيح الذاتي في هذه المجموعة الى 95 % كما هو الحال في الطماطة والفلفل والفاصوليا واللوبيا و البازلاء و الباميا والبطاطا والمشمش والذراق .

2 - النباتات خلطية التلقيح: Cross – pollination ويقصد بالتلقيح الخلطي هو انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم زهرة اخرى على نبت اخر، اي ان الزهرة لا تلقح نفسها، وفيها تزيد نسبة التلقيح الخلطي بدرجة كبيرة وتشمل هذه المجموعة القرعيات والنباتات الصليبية والذرة.

3- النباتات خلطية التلقيح جزئياً :

وتصل نسبة التلقيح الخلطي في هذه المجموعة على 5% وقد تصل احياناً الى 90 % ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة وتوفر الحشرات الملقحة

العوامل الوراثية التي تساعد على التلقيح الذاتي :-

1- عدم انفتاح الزهرة: حيث تبقى مغلقة ولا يمكن لحبوب اللقاح الغريبة ان تدخل الى مياسمها بل تتلقح ذاتياً من متوكها .

2- قد تنفتح الازهار الا ان متوكها تطلق حبوب اللقاح قبل انفتاح الزهرة، حيث تكون الازهار قد تلقحت في تلك الفترة بصورة ذاتية، ولذلك فان سقوط حبوب لقاح غريبة على مياسم تلك الازهار سوف لن يغير من طبيعة تلقيحها .

3- قد تنفتح الازهار وتكون غير ملقحة ذاتياً ولكن لا يمكن ان تتلقح خلطياً كون متوكها و مياسمها مخفية بصورة تمنع التلقيح الخلطي فيها .

العوامل التي ادت الى حصول التلقيح الخلطي بين النباتات :-

1- التباين في مواعيد نضج المتوك والمياسم .

2- العقم الذكري اي عدم قدرة حبوب اللقاح على الاخصاب .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

- 3- عدم التوافق الذاتي اي ان الزهرة لا يمكن ان تلقح نفسها بسبب مانع وراثي رغم حيوية حبوب اللقاح .
- 4- وجود عوائق ميكانيكية في الزهرة تمنع التلقيح الذاتي .
- 5- وجود ازهار احادية الجنس (اما مذكرة او مؤنثة) اما كل منها على نبات مثل النخيل والسبانغ او على نفس النبات مثل الخيار او الشجر .
- 6- اختلاف اطوال اعضاء التذكير والتثييث في نفس النبات .

ثانيا :- تكاثر اللاجنسي: Asexual Reproduction ويقسم الى :-

أ- الخضري :- تتكاثر معظم النباتات ومنها المحاصيل البستنية بالبذور غير ان بعض المحاصيل لا تنتج الا القليل من البذور فأصبحت بذلك طريقة التكاثر الخضري هي الطريقة الشائعة فيها وهو ان نأخذ جزء من النبات المراد تكثيره ونستعمله لعملية التكاثر كأن يكون هذا الجزء ساق او ورقة او جذر ... الخ عدا البذور. ويشمل التكاثر اللاجنسي احدى الطرق التالية : بواسطة الدرنات والرايزومات والايصل والعقل، الترقيد، كما ان مزارع الانسجة والقلم النامية والخلية تعتبر وسيلة للاكثار الخضري اللامحدود للتراكيب الوراثية المرغوبة والخالية من الامراض الفيروسية مثل البطاطا .

ان اكثر النباتات خضرياً يعطينا نباتات جديدة تحمل نفس صفات النبات الذي انحدرت منه وبذلك تكون مجموعة النباتات التي نتجت مثلاً من زراعة عقل العنب المأخوذة من نبات واحد متشابهة وراثياً وتسمى تلك النباتات الناتجة (الجديدة) بالكلون (Clone)، بينما تكون النباتات الناتجة من زراعة البذور مختلفة فيما بينها (قليلاً او كثيراً) عن الاباء التي انحدرت منها وذلك حسب نقولة الصنف او البذور المزروعة وبذلك فأن هناك تباين بين نباتات صنف واخر في النباتات التي تتكاثر خضرياً وان التغيرات هذه تكون اكبر و اوضح من مثيلاتها التي تتكاثر بالبذور. وهذا له فائدة في مجال تربية النباتات التي تتكاثر خضرياً وهو عند الحصول على هجين ممتاز بصفاته يمكن الحفاظ عليه بسهولة بواسطة التكاثر الخضري لنباتات ذلك الهجين، على العكس من ذلك في النباتات التي تتكاثر بالبذور فالحفاظ على هجنها يتطلب انتاجها بصورة مستمرة كل موسم .

ب - اللاخصابي :- Apomixes

وله شكلان :

- 1- التكاثر اللاخصابي الخضري :- Vegetable Apomixes ويعد هذا الشكل من التكاثر حالة خاصة تجمع بين التكاثر اللاجنسي و اللاخصابي حيث تتشكل في النورات الزهرية بصيالات صغيرة بدلا عن الازهار يطلق عليها تسمية بلابل bulblis كما هو الحال في الثوم والبصل القمي وعند زراعة هذه البلابل تعطي نباتات متماثلة في تركيبها الوراثي للنبات الأم.

2- التكاثر اللاخصابي الحقيقي او البذري : Agamospermy

التكاثر في هذه الحالة يتم عن طريق اجنة (بذور) تنشأ مباشرة من نمو احدى خلايا المبيض ثنائية الصيغة الكروموسومية ($2n$) وهذا يعني ان النبات الناتج عن نمو الجنين يكون مشابهاً في تركيبه الوراثي للنبات الام . وبتعبير اخر ان هذا التكاثر يتم عن طريق البذور التي تحتوي على اجنة لم تنشأ نتيجة لاختصاص البيضة بجبوب اللقاح، بل تنشأ من خلال نمو احدى خلايا المبيض الثنائية العدد الكروموسومي (خلية جسدية) .

وقد يتكون الجنين من نمو احدى انوية الكيس الجنيني (البيضة او الخليتان المساعدتان او الخلايا اللاقطبية او الخلايا القطبية) الاحادية الصغية الكروموسومية ($1n$) ، اي بدون اخصابها بكمية مذكرة، وعليه فإن النبات الناتج عن نموها الجنين يكون احادي الصيغة الكروموسومية ($1n$) اي Haploid ومختلفاً في صفاته عن النبات الام الثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid وفي هذه الحالة لا يمكن ان نجد هذا النوع من التكاثر بأنه تكاثر لا اخصابي . ويمكن استخدام هذه الحالة في الحصول على سلالات نقية اصلية بعد مضاعفة عددها الكروموسومي بمادة الكولشيسين، بدلاً من اللجوء للتلقيح الذاتي الذي يستمر لعدة اجيال .

قد تحتوي البذور في حالة النباتات التي تتكاثر لا اخصابياً على اكثر من جنين (1-10) واحد منها على الاغلب جنين جنسي والاخرى خضرية (لا اخصابية) تنشأ من خلايا النيوسيللا او اغلفة البذور وعلى مربي النبات ان يكون حذراً عند العمل في تربية نباتات يحصل فيها هذا النوع من التكاثر لصعوبة تمييز الاجنة الخضرية عن الاجنة الجنسية في المراحل الاولى . ولا تخلو هذه الحالة من فوائد، فالنباتات المتفوقة والتي تتكون بذورها بهذه الطريقة من التكاثر يكون تركيبها الوراثي ثابتاً ويمكن اثارها بسهولة ودون الخوف من حدوث خلط وراثي فيها وانها ستعطي افراداً شبيهة بالام .

التكاثر (التوالد) البكري : Parthenogenesis

في التوالد البكري تتشكل على النبات ثماراً بذرية تحتوي اجنة بكرية نتيجة نمو احدى انوية الكيس الجنيني الاحادية المجموعة الكروموسومية ($1n$) او احدى خلايا المبيض الثنائية المجموعة ($2n$) دون حدوث اخصاب بين الكميات المذكرة والمؤنثة (بين حبة اللقاح والبيضة) كما بينا ذلك سابقاً .

العقد البكري : Parthenocarp

اما العقد البكري ففيه تتشكل على النبات ثمار عذرية خالية من البذور اصلاً كما في البرتقال ابو صرة والدموز ومعظم هجن الخيار والرقي الثلاثي والتفاح الثلاثي ويعود ذلك الى احتواء المبايض على تراكيز عالية من الهرمونات النباتية التي تؤدي او تعمل على انقسام خلايا المبيض وزيادة حجمه مع بقاء الثمرة لحين نضجها. وتشكل ظاهرة العقد البكري علقاً امام مربي النبات لانها تسبب عدم الحصول على البذور الاحوية على الاجنة الجنسية والتي تعد المصدر الرئيسي للتراكيب الوراثية الجديدة. ومن الاشكال الاخرى للثمار اللابذرية

كلية الزراعة / جامعة ديالى

ثمار تحتوي اجنة ظامرة لم يكتمل نموها، اي ان الجنين يموت في مراحل مبكرة بعد حدوث التلقيح والاصحاب ولكن الثمرة تستمر بالتطور الى مرحلة النضج .

الزينا و المتزينا :-

تعرف الزينا Xenia بانها ظاهرة تأثير حبوب اللقاح على صفات البذرة، ومن ابرز امثلتها تأثير حبوب اللقاح على صفات السويداء في حبوب الذرة الصفراء، وتفسر هذه الظاهرة من خلال فهم عملية الاخصاب المزوج حيث تخصب احدى النواتين الذكريتين القطبتين لتكوين السويداء .

اما الظاهرة الميتازينا Metaxenia

فتعرف بأنها تأثير حبوب اللقاح على انسجة الثمرة وليس على البذرة . ومن امثلتها تأثير حبوب اللقاح لبعض اصناف النخيل على شكل الثمر وحجمها وموعد نضجها، ولا يمكن تفسير هذه الظاهرة مباشرة على اساس الاخصاب المزوج لان خلايا انسجة الثمرة هي امية بصورة كلية، بل بصورة غير مباشرة اذ يقوم الجنين والسويداء بعد حدوث الاخصاب بأفراز مواد هرمونية يمكن ان تنتشر في الانسجة المحيطة بها لتحداث تأثيراً في شكل الثمار او لونها او طعمها او موعد نضجها .

الجنس في نباتات :

بصورة عامة يمكن القول ان النباتات تقسم الى ثلاثة اشكل من حيث الجنس، فهي اما نباتات مذكرة Male او نباتات مؤنثة Female او نباتات خنثى Hermaphrodite ولكن توجد حالات اخرى تجمع بين اكثر من شكل من الحالات السابقة فنستطيع تقسيم النباتات تبعاً لجنسها الى المجاميع التالية :-

1- نباتات مذكرة Androecious :-

وتحمل ازهاراً مذكرة فقط كما في بعض سلالات الخيار .

2- نباتات مؤنثة Gynoecious :-

وتحمل ازهاراً مؤنثة فقط وتوجد في سلالات اخرى من الخيار .

3- نباتات خنثى Hermaphrodite

وتحمل ازهاراً خنثى فقط، كما في التفاحيات واللوزيات والحمضيات والبصل والجزر والفجل واللفت والبطاطا والطمطة واللوبياء والفاصوليا والبااميا الخ .

4- نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious :-

كلية الزراعة / جامعة ديالى

وتحمل ازهاراً مذكرة واخرى مؤنثة على نفس النبات كما في الخيار والقرع والكوسا والجزر. 5- نباتات وحيدة الجنس ثنائية المسكن Dioecious :-

تحمل الازهار المذكرة على نبت والازهار المؤنثة على نبت اخر كما في السبانغ والهلبيون والنخيل والفسنق .

6 - نباتات وحيدة المسكن مذكرة Andromonoecious :-

وتحمل ازهاراً خنثى ومذكرة معاً على نفس النبات كما في بعض اصناف الرقي والبطيخ والخيار والقثاء .

7- نباتات وحيدة المسكن مؤنثة Gynomoecious :-

تحمل ازهاراً خنثى ومؤنثة معاً على نفس النبات كما في بعض سلالات القرعيات .

8- نباتات وحيدة المسكن ثلاثية Trimonoecious :-

وهي نباتات تحمل ازهاراً مذكرة ومؤنثة وخنثى على نفس النبات كما في بعض سلالات القرعيات ايضاً .

النسبة الجنسية Sex Ratio :-

وهي نسبة الازهار المذكرة الى المؤنثة في النباتات وحيدة المسكن وحيدة الجنس كما في الخيار والشجر. ونسبة الازهار المذكرة الى الخنثى في النباتات وحيدة المسكن المذكرة كما في الرقي والبطيخ. ونسبة الازهار المذكرة الى المؤنثة في النباتات وحيدة الجنس ثنائية المسكن كما في السبانغ والنخيل وتتوقف النسبة الجنسية على العوامل الوراثية والبيئية .

المحاضرة الثالثة

العقم وعدم التوافق الذاتي Sterility and Incompatibility

اولا :العقم Sterility :

عرف العالمان Crane و Lawrence العقم بانها الحالة التي يكون فيها عدم تكوين البذور راجعا الى عدم قدرة حبوب اللقاح اي الكميات المنكرة او البويضات اي الكميات المؤنثة من القيام بوضائفها في عملية الاخصاب بسبب عدم حيويتها، لان اي نقص في تكوين اي عضو من الاعضاء التناسلية قد يسبب حالة العقم.

وقد يحدث العقم ايضاً عند اجراء التهجين بين الانواع او الاجنلس فنجد ان السبب هنا هو اختلاف اعداد الكروموسومات بين الانواع او الاجناس المستخدمة في التهجين حيث ان الكروموسومات لايمكنها الازدواج اثناء الانقسام الاختزالي.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

العقم الذكري : Male Sterility

وسببه ان الخلايا التناسلية الذكرية (الكميات الذكرية) غير فعالة **Non-functional** اي عديمة الفاعلية مما ينتج عن ذلك عدم استطاعة النباتات العقيمة من انتاج البذور من دون استعمال ملحقات خارجية **Pollinizer**، والعقم الذكري صفة وراثية ذات قيمة اقتصادية كبيرة، حيث يمكن لمربي النبات ان يستغل هذه الظاهرة في انتاج هجن الجيل الاول بسهولة ويسر لانه يوفر عليه مشقة عملية الخصي **Emasculation** وهي ازالة اعضاء التنكير (المتوك) من الزهرة المراد تلقيحها وجعلها ام في عملية التهجين، ان استغلال ظاهرة العقم الذكري في برامج التربية يقلل من تكاليف انتاج الهجن. وبصورة عامة يمكن اعتبار العقم الذكري عملية خصي وراثي طبيعي للنبات.
هناك ثلاثة حالات للعقم الذكري :

1- العقم الذكري الوراثي (النوي) **Genetic male sterility**

وهي حالة التي تكون فيها حبوب اللقاح عقيمة بسبب سيطرة زوج واحد من الجينات المتنحية على هذه الصفة (صفة العقم الذكري)، ولظهور هذه الحالة يجب ان يكون كلا الاليلين متنحيين اي بصورة نقية اي **Homozygous recessiv**، وقد استعمل الرمز **(ms)** للإشارة الى الاليل المتنحي العقيم و **(Ms)** للإشارة لاليل السائد الذي لايسبب العقم اي الخصب. وعليه فان التركيب الوراثي للنبات العقيم ذكريا يكون **(ms ms)**، والخصب ذكريا يرمز له بالرموز **(Ms Ms)** للنقي السائد اي خصب اصيل و **(Ms ms)** للخصب الهجين.

ان صفة العقم الذكري النووي يكون المسؤول عنه جينات واقعة في النواة لذلك سمي بالعقم الذكري النووي. وهذه الحالة موجودة في نباتات الخضر وخاصة في نباتات فاصوليا ليما **Lima beans**. وللمحافظة على السلالات العقيمة اي استمرار انتاجها يجب تضريبها مع سلالات معروفة خصبة هجينة اي ان تركيبها الوراثي يكون بصيغة **(Ms ms)** وفي هذه الحالة تكون نصف الابناء الناتجة عقيمة والنصف الاخر تكون هجينة خصبة، وكما موضح في التضريب التالي :

| | | |
|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| سلالة عقيمة | Ms ms x ms ms | P: سلالة خصبة هجينة |
| | ↓ | |
| ms | Ms + ms | G : الكاميات |
| ms ms | Ms ms | F1 : |
| 50% سلالة عقيمة ذكريا | 50% سلالة هجينة خصبة ذكريا | |

2- العقم الذكري الساييتوبلازمي : Cytoplasmic male sterility

وهي الحالة التي تكون حبوب اللقاح عقيمة (غير فعالة) بسبب وجود عوامل وراثية في الساييتوبلازم وليس في النواة. والنباتات التي تحمل صفة العقم الذكري الساييتوبلازمي لا يمكن ان تلقح نفسها ذاتيا او ان تكون البذور، الا اذا لقحت بحبوب لقاح حيوية من اصناف اخرى. وفي هذه حالة، اي عند تلقيح نبات عقيم (عقم ذكري ساييتوبلازمي) وجعله ام، مع نبات اخر اعتيادي أب سيكون النسل الناتج كله عقيم، والسبب في ذلك ان البيضة (الكميئة المؤنثة) تحمل معظم الساييتوبلازم، اما حبة اللقاح فتكاد تخلو من الساييتوبلازم، لذلك فالجينات الموجودة في ساييتوبلازم الام هي المحددة لحالة العقم الذكري الساييتوبلازمي. وكما موضح في المثال التالي:

سلالة عقيمة ساييتوبلازميا (أب) x سلالة عقيمة ساييتوبلازميا (أم)



النسل الناتج 100% عقيم

اي ان النسل الناتج يحمل ساييتوبلازم الام الذي بدوره يحمل جينات العقم الذكري لذلك فهو عقيم كما موضح في الشكل المرفق. ان حالات العقم هذه مهمة جدا في نباتات الزينة المزهرة، لانه في حلة عدم حدوث التلقيح والاختصاص وعدم تكوين البذور يطيل من عمر الازهار ويجعلها محتفظة بجماليتها وجاذبيتها لفترة اطول.

3- العقم الذكري الوراثي- الساييتوبلازمي Genetic-Cytoplasmic male Sterility

في هذه الحالة يسيطر على صفة العقم الذكري نظام متداخل يشمل الجينات الواقعة في النواة (وسبق الكلام عنه في العقم الوراثي النووي ويرمز لها بالرمز (Ms و ms) وحسب حالة السيادة والتنحي) مع الجينات الموجودة في الساييتوبلازم وسنرمز للساييتوبلازم الذي يحمل جينات العقم بالرمز S والساييتوبلازم (الخصب) إي الطبيعي الذي لا يحمل جينات العقم يرمز له بالرمز N وكما موضح في المخططات المرفقة. وجد هذا النظام في العديد من المحاصيل الزراعية كالبصل وقصب السكر والذرة الصفراء والبيضاء والحنطة. وفي هذا النوع من العقم الذكري ليس بإمكان العوامل الساييتوبلازمية العقيمة لوحدها او الجينات المتنحية الموجودة في النواة لوحدها من انتاج او اظهار حالات العقم. ففي البصل مثلا تعود ظاهرة العقم فيه الى وجود زوج واحد من الجينات النووية وهو Ms وهو مسؤول عن صفة الخصوبة Fertility وأليله المتنحي ms المسؤول عن العقم، اضافة الى وجود نوعين من الساييتوبلازم حسب نوع العوامل الوراثية الموجودة فهو اما ساييتوبلازم عقيم (S) اي يحمل جينات العقم Sterility او ساييتوبلازم طبيعي Normal (N). ويمتاز البصل ايضا بان ظهور حالات العقم فيه، وان استعادة الخصوبة لانتاثر بالعوامل البيئية ولا تخضع لتاثير جينات اخرى مقارنة بالمحاصيل الباقية، وكذلك يمتاز البصل بسهولة تشخيص النباتات العقيمة في الجيل الاول. لقد اثبتت الدراسات ان عملية الانقسام المايوزي تحصل بشكل طبيعي في النباتات العقيمة ذكريا، ولكن سبب حصول العقم قد يرجع الى زيادة او نقصان حوامض امينية في متوك النباتات العقيمة .

كلية الزراعة / جامعة بابل

حالات العقم الذكري الوراثي - الساييتوبلازمي :

في الامثلة التالية وكذلك في المخططات المرفقة سوف تمثل الام السلالة العقيمة، وعليه فلتركيب الوراثي لجينات العقم الوراثي في النواة سيكون $ms\ ms$ ، وفي الساييتوبلازم العقيم بالرمز S . اما الاب الخصب فاحتمال تركيبه الوراثي سيكون ضمن احد الاحتمالات الخمسة الاتية:

1. الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة اصيلة $Ms\ Ms$ و الساييتوبلازم طبيعي N) وعند تضريبه مع الام العقيمة نوويا و ساييتوبلازميا ستكون النتيجة كالاتي : الجيل 100% خصب كما موضح أدناه :

$$\begin{array}{l} \text{ام عقيمة نوويا (ms ms)} \\ \text{وعقيمة ساييتوبلازميا (s)} \end{array} \quad \times \quad \begin{array}{l} \text{اب خصب سائد نوويا (Ms Ms)} \\ \text{وخصب ساييتوبلازميا (N)} \end{array}$$

↓

النسل الناتج 100% خصب (النواة $Ms\ ms$ و الساييتوبلازم s)

2. الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة هجينة اي $Ms\ ms$ و الساييتوبلازم طبيعي اي خصب N) . فتكون نتيجة التضريب مع الام العقيمة نوويا و ساييتوبلازميا كالاتي :

$$\begin{array}{l} \text{ام عقيمة نوويا (ms ms)} \\ \text{وعقيمة ساييتوبلازميا (s)} \end{array} \quad \times \quad \begin{array}{l} \text{اب خصب هجين نوويا (Ms ms)} \\ \text{وخصب ساييتوبلازميا (N)} \end{array}$$

↓

النسل الناتج : 50% خصب (النواة $Ms\ ms$ و الساييتوبلازم s)

+

50% عقيم (النواة $ms\ ms$ و الساييتوبلازم s)

3. الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة هجينة $(Ms\ ms)$ و الساييتوبلازم فيه جينات العقم اي غير طبيعي S) وكما في موضح أدناه :

$$\begin{array}{l} \text{ام عقيمة نوويا (ms ms)} \\ \text{وعقيمة ساييتوبلازميا (s)} \end{array} \quad \times \quad \begin{array}{l} \text{اب خصب هجين نوويا (Ms ms)} \\ \text{وعقيم ساييتوبلازميا (s)} \end{array}$$

↓

النسل الناتج : 50% خصب (النواة $Ms\ ms$ و الساييتوبلازم s)

+

50% عقيم (النواة $ms\ ms$ و الساييتوبلازم s)

كلية الزراعة / جامعة ديالى

4. الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة اصيلة (Ms Ms) لكنه عقيم سايتوبلازميا اي (S). فتكون نتيجة التخصيب مع الام العقيمة نوويا وساييتوبلازميا كالآتي :

ام عقيمة نوويا (ms ms) x اب خصب هجين نوويا (Ms Ms)
وعقيمة سايتوبلازميا (s) و عقيم سايتوبلازميا (S)

النسل الناتج : 100% خصب (النواة Ms ms والساييتوبلازم s)

5. الاب خصب (مع انه عقيم وراثيا اي الجينات في لنواة تكون متنحية اي (ms ms)، ولكن الساييتوبلازم فيه يكون طبيعي اي خصب N) فتكون نتيجة التخصيب مع الام العقيمة وراثيا و سايتوبلازميا كالآتي :

ام عقيمة نوويا (ms ms) x اب عقيم نوويا (ms ms)
وعقيمة سايتوبلازميا (s) و عقيم سايتوبلازميا (S)

النسل الناتج : 100% عقيم (النواة ms ms والساييتوبلازم s)

ثانيا : عدم التوافق الجنسي الذاتي Self – incompatibility

تطلق كلمة Incompatibility اي عدم التوافق الجنسي على الحالة التي تكون فيها جميع الاعضاء التناسلية تامة التكوين وسليمة وحبوب اللقاح والبويضات لها القدرة التامة على الاخصاب، ولكن عملية الاخصاب لاتتم بسبب مانع فسيولوجي يمنع او يبطئ من نمو الانبوبة اللقاحية داخل قلم الزهرة الملقحة ويعيق الادبوبة اللقاحية من الوصول الى البويضة في الوقت المناسب لاخصابها.

وظاهرة عدم التوافق الجنسي الذاتي موجودة في كثير من المحاصيل الاقتصادية للخضر والفاكهة ونباتات الزينة، هذه الظاهرة في نباتات الجنس prunus الذي يضم الفاكهة ذات النواة الحجرية وجينس Malus الذي ينتمي له التفاح. وقد وجد ذلك كل من العالمين Grane و Lawrence سنة 1932 م واليهما يعود الفضل في التفريق بين حالات العقم وحالات عدم التوافق الجنسي، وفسرا هذه الظاهرة بوجود عوامل وراثية خاصة تسيطر على ظهورها.

ان العديد من الانواع النباتية تمتلك نظاما طبيعيا لعدم التوافق مسيطرا عليه من قبل الجينات والذي يمنع او يعيق التربية الداخلية Inbreeding عن طريق الاخصاب الذاتي لنفس النبات او الاخصاب بين نباتات اخوية. ان انظمة كهذه قد تتطور عن طريق الانتخاب الطبيعي وذلك لان التربية الداخلية عديمة الفائدة للانواع البرية لكونها تفقد الى خفض قوة النمو في النبات واظهار العديد من الصفات الغير مرغوبة فيها.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

هناك نظامين لعدم التوافق الذاتي :

اولا : نظام ال Homomorphic :

وهو النظام الذي تكون فيه الاجزاء الزهرية متشابهة من الناحية المورفولوجية او بتعبير اخر متجانسة فيما يتعلق باطوال الاعضاء الذكورية والانثوية وهذه الحالة توجد في الازهار الخنثى Hermaphrodite . وينقسم الى قسمين :

1: نظام عدم التوافق الكاميبي The Gametophytic incomparability system

في هذا النظام تتم السيطرة على طبيعة سلوك حبة اللقاح عن طريق تداخل جينات من نوع (S) الموجودة في حبة اللقاح نفسها مع تلك الموجودة في مدقة النبات الذي يجري تلقيحه كما في الشكل (2) المرفق. ان غلق طريق الاخصاب يحدث من خلال النمو البطيء جدا للانبوب اللقحي وتوقفه كليا عن النمو قبل وصوله الى الكيس الجنيني. ان هذا النوع من عدم التوافق مشخص في نباتات العائلة البقولية والعائلة Onagraceae ونباتات papaver و Nemesia والعائلة الخشخاشية والعائلة الوردية والعائلة الزنبقية وفي عدد من النباتات البستنة مثل التفاح والكمثرى والكرز والطماطة والبيتونيا واللييوم.

ان هذا النوع من انظمة عدم التوافق الذي يسيطر عليه وكما قلنا اعلاه جين يسمى (S) ويوجد (15) اليل لهذا الجين تسمى $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{15}$ فاذا كانت حبة اللقاح تحتوي على أليلات من النوع S مشابهة للاليلات الموجودة في انسجة القلم للزهرة المراد تلقيحها سوف تحدث حالة عدم التوافق الذاتي، وهناك عدة حالات لعدم التوافق الذاتي :-

أ- حالة عدم التوافق الذاتي التامة :- Full incommutability

وكما موضح في الشكل (2) الجزء العلوي من الصورة رقم 1، حيث ان حبوب اللقاح التي تسقط على ميسم الزهرة المراد تلقيحها والتي يكون تركيبها الوراثي S_1 و S_2 والتركيب الوراثي لميسم الزهرة الملقحة أي S_1 و S_2 فان الانبوب اللقحي سوف لن ينمو بل تحدث حالة عدم توافق تامة، وذلك لتشابه كلا الاليلين الموجودين في حبوب اللقاح مع نضيريتهما في نسيج القلم .

ب - حلة عدم التوافق غير التام Half in computability

وهو موضح في الشكل (2) الجزء العلوي رقم 2، فاذا كان التركيب الوراثي لحبة اللقاح الساقطة على ميسم الزهرة S_1 و S_2 وتركيب الميسم الوراثي يحمل الاليلات S_2 و S_3 ، فان حبة اللقاح التي تحمل التركيب الوراثي S_1 هي التي تنمو فقط وتكون الأنبوب اللقحي. اما حبة اللقاح من نوع S_2 فانها لا تستطيع ان تكون انبوب لقاحي لوجود الاليل المشابه لها في قلم الزهرة الملقحة .

ج - الموافقة التامة : Full commutability

كما موضح في الشكل (2) الجزء العلوي رقم 3 حيث التركيب الوراثي لحبة اللقاح يحمل الاليلين S_1 و S_2 ، بينما نسيج القلم فان تركيبه الوراثي يحمل الاليلين S_3 و S_4 . لذلك فان كلا الكميتين الذكريين وهما S_1 و

كلية الزراعة / جامعة ديالى

S_2 سوف تنموان و يكونان انبوبان لقاحيان يتمكنان من اخصاب البيوض و تكوين البذور لعدم تشابه أليلات حبة اللقاح مع أليلات نسيج قلم الزهرة الملقحة.

2: نظام عدم التوافق السبوري Saprophytic incompatibility:

يشبه هذا النظام من عدم التوافق نظام عدم التوافق الكاميبي من حيث ان السيطرة الوراثية على حالة عدم التوافق والتي تتم من قبل موقع جيني واحد (S) مكون من سلسلة من الاليلات المتعددة، ولكن الاختلاف هنا ان سلوك حبة اللقاح مسيطر عليه من قبل الاليلات نوع (S) للتركيب الوراثي للنبات الذي انتج حبوب اللقاح، وليس من قبل الاليلات نوع (S) لحبة اللقاح نفسها لذا فان جميع حبوب اللقاح الناتجة عن نبات معين يكون لها نفس السلوك من حيث طبيعة عدم موافقتها وكما موضح في الشكل (2) الجزء الاسفل فنلاحظ وجود ثلاث حالات لعدم التوافق السبوري :

الاولى : حبوب اللقاح الناتجة من نبات تركيبه الوراثي S_2 و S_1 لا تنمو في نسيج قلم الزهرة الذي تركيبه الوراثي S_2 و S_1 .

ثانيا : حبوب اللقاح الناتجة من نبات تركيبه الوراثي S_2 و S_1 لا تنمو في نسيج قلم الزهرة تركيبه الوراثي S_2 و S_3 وذلك لوجود S_2 حيث ان سلوك حبتي اللقاح متشابه باتجاه S_2 ولذلك تحصل حالة عدم التوافق كما في الحالة الاولى ايضا .

ثالثا : حبوب اللقاح الناتجة من النبات تركيبه الوراثي S_2 و S_1 وتنمو في نسيج قلم الزهرة الذي تركيبه الوراثي S_3 و S_4 . وهنا لا تحدث حالة عدم التوافق. ان هذا النظام يحدث في نباتات العائلة المركبة والصلبية مثل اللهانة والعائلة الشفوية.

ثانيا :

نظام ال Heteromorphic :

وتكون الاجزاء الزهرية المنكرة والمؤنثة غير متجانسة او مختلفة من الناحية المورفولوجية كما في زهرة الربيع Primula وهي من الازهار الكاملة، تكون المدقات طويلة (اعضاء التانيث) والاسدية (اعضاء التذكير) قصيرة، الحلة الاولى تسمى pin والحالة الثانية تسمى Thrum. ففي هذه الحالة يرجع سبب عدم التوافق الذاتي الى الاختلاف المورفولوجي لكل من الاعضاء الزهرية الذكورية والانثوية حيث يوجد شكلين لهذه الازهار :

أ - اما ان تكون الاسدية طويلة والقلم قصير وتسمى هذه الحلة Thrum. هذه النباتات المجموعة تحتوي على الاليل السائد S وعادة تكون هجينة اي Ss.

ب - او الاسدية قصيرة والقلم طويل وتسمى بـ Pin نباتات هذه المجموعة تحتوي على الاليل المتنحي s ويجب ان تكون نقية للاليلين لانها متنحية اي ss.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

ان التلقيح الذاتي بين نباتين من نفس المجموعة اي ازهارهما من نوع Thurm او من نوع Pin ينتج غدة حلة عدم توافق اي لا تتكون بذور وكما موضح :

الانبوب اللقحي لا ينمو (عقيم)

pin x pin

الانبوب اللقحي لا ينمو (عقيم)

Thurm x Thurm

اما الحالات التي يتم فيها نجاح التلقيح والاصحاب وتكوين البذور، فهي عندما تكون الازهار مختلفة اي الازهار الذكرية من نوع pin والازهار الانثوية من نوع Thurm او بلعكس وكما موضح :

الانبوب اللقحي ينمو (توافق)

Thurm x pin

Ss

ss

الانبوب اللقحي ينمو (توافق)

pin x Thurm

ss

Ss

تأثيرات درجة الحرارة على ظاهرة عدم التوافق الذاتي :

ان لدرجة الحرارة تأثير شديد على ظاهرة عدم التوافق الذاتي فدرجة الحرارة المرتفعة لها تأثير بالغ في تقليل تكوين البذور كما اتضح ذلك في نبات اللهانة، ولذلك النتائج التي توصل لها كل من Nail و Odland توضح اهمية اختيار درجات الحرارة الباردة نوعا عند اكثر السلالات او الاصناف التي توجد بها ظاهرة عدم التوافق الذاتي.

وسائل التغلب على ظاهرة عدم التوافق الجنسي الذاتي :-

1- التلقيح في الطور البرعمي :

وهو عبيارة عن تلقيح البراعم الزهرية الصغيرة غير المتفتحة بحبوب لقاح من ازهار متفتحة وموجودة على النبات، وهي طريقة فعلة للتغلب على حالة عدم التوافق الذاتي في بعض محاصيل الخضر كما في اللهانة، وبواسطة هذه الطريقة تنهياً ظروف ملائمة لانبثاق حبة اللقاح وذلك قبل افراز المادة المانعة في مبيض الزهرة. والجدير ذكره ان من تفسيرات حالات عدم التوافق هو وجود مواد على سطح الميسم تمنع حبة اللقاح من النمو وتكوين الانبوبة اللقحية .

2- اضافة صفة الخصب الذاتي للنبات عن طريق التهجين .

3- التلقيح قرب نهاية موسم التزهير .

4- التلقيح في درجات حرارة منخفضة .

5- استحداث الطفرات صناعية للحصول على نباتات متوافقة .

6- معاملة مياسم الازهار بمعاملة مختلفة قبل وضع حبوب اللقاح عليه، فقد ذكر Allard ان ازالة سطح الميسم قبل وضع حبوب اللقاح عليه قد ساعد على اتمام الاخصاب في الشلغم واللهانة والفجل.

المحاضرة الرابعة

التغايرات الوراثية وعلاقتها بتربية النبات

لقد في المحاضرات السابقة ان علم تربية النبات يعتمد على عدة علوم اساسية تمكن المشتغلين فيه من اتمام عملية التحسين الوراثي، ويعتبر علم الوراثة على رأس هذه العلوم، فعلى مربي النبات ان يكون ملما بالمأما تاما بالمعلومات الوراثية الاساسية ومنها كيفية انتقال الجينات من جيل لآخر، وعلاقة هذه الجينات مع بعضها البعض واثرها على الشكل المظهري للنبات اي الفينو تايب Phenotype .

ان التركيب الوراثي (Genotype) هو عبارة عن مجموع الجينات التي تنتقل من الاباء الى الابناء وهو ثابت طول فترة حياة النبات. ان التمييز بين النباتات يتم عن طريق المظهر الخارجي وليس على اساس التركيب الوراثي الذي لايمكن تحديده مباشرة وانما يمكن تحديده عن طريق دراسة نسل الفرد واختبار النسل The progeny test ، لانه قد يتشابه فردين (نباتين) من حيث الشكل المظهري لكنهما مختلفين وراثيا، فالتركيب الوراثي AA يشبه مظهريا التركيب الوراثي Aa فيما اذا كانت هناك سيادة تامة للليل A على الليل a ، ومن جهة اخرى غالبا مايعطي نفس التركيب الوراثي عدد من الاشكال المظهرية عند وضعه في ظروف بيئية متباينة ، ويطلق على مثل هذه الحالة بمدى الاستجابة Rang of reaction .

ان التغايرات الوراثية (Variation) في الكائنات الحية تعتبر اساسية لنجاح عملية التحسين الوراثي في النبات، لان النباتات تختلف فيما بينها، وهذه الاختلافات قد تأخذ مديات واسعة وواضحة جدا، فمثلا يختلف الرقي عن الطمطة في مظهره الخارجي وتركيبه الوراثي، وقد تكون الاختلافات ضيقة كما هو الحال بين البطيخ و القثاء، وقد تكون الاختلافات اضيقة كم هو الحال بين نباتين من الخيار ينموان جنب بعضهما. ان هذه الاختلافات يمكن تحويلها الى قيم مقاسة (رقمية) بأجهزة قياس خاصة كالوزن والطول والحجم وهذه القياسات تخضع لطرق احصائية لاجل تحليلها ووفق مقاييس مختلفة مثل المتوسط والتباين والانحراف القياسي. ان التغايرات بين النباتات (التباين) ترجع الى احد المصادر الاتية :

1 - الاختلافات الوراثية Genetics Variation

2 - الاختلافات البيئية Environments Variation

3 - التداخل بين العوامل الوراثية G×E interaction

كلية الزراعة / جامعة ديالى

تعتبر البيئة عنصر هام لظهور صفات الكائن الحي فلتكوين الوراثة اي الجينات لا تستطيع بمفردها اعطاء الشكل المظهري بدون الوسط البيئي الذي يعيش فيه، ويمكن ان نميز التأثير البيئي (التباين البيئي) عند تنمية نباتات متشابهة وراثيا في بيئتين الاولى خصبة والثانية فقيرة في العناصر الغذائية سوف نلاحظ فروق كبيرة في معظم الصفات الظاهرية التي يمكن قياسها، ان هذا الاختلاف او الفرق راجع الى البيئة، والعوامل البيئية قد تكون داخلية او خارجية .

اما الاختلافات الوراثية فهي تعني اختلاف الجينات المكونة للتركيب الوراثي عن التركيب الوراثي الاخر، كما نلاحظ اختلاف عدد الافرع او عدد الازهار بين صنف واخر او نوع واخر . ويمكن معرفة التغيرات (التباين) الذي يكون سببه وراثي وذلك بزراعة نباتات معينة تحت ظروف بيئية واحدة او متحكم بها، فان الفروق التي ستظهر بين النباتات يكون سببها راجع الى التراكيب الوراثية المكونة او المسيطرة على صفات كل مجموعة من النباتات .

ان التباين او الاختلاف يعتبر المادة الاساس التي يعمل عليها مربو النبات، فالتباين هو المادة الخام التي يقوم عليها الانتخاب على اساس الصفات الظاهرية ولمعظم الصفات المدروسة، عليه ولاجل نجاحه عليه ان يعرف مدى اعتماد الصفة التي ينتخبها على العوامل الوراثية ومدى تأثرها بالبيئة، ان بعض الاختلافات الوراثية قد تكون واضحة وسهلة الملاحظة كألوان البذور والثمار مثلا، ووجود الاذينات لبعض الاوراق في اصناف معينة وعدم وجودها في اصناف اخرى ، بينما توجد صفات اخرى اكثر تعقيدا كما هو الحال في صفات الحاصل وعدد التفرعات وارتفاع النبات الخ

ان الاختلافات البيئية والوراثية ليست مستقلة ولا يمكن فصلها عن بعضها وبذلك لا يمكن فصل النبات عن بيئته التي يعيش فيها، وهذا يعني ان العوامل الوراثية والبيئية هي عوامل متداخلة في تأثيرها على النبات ومن الامثلة على هذا التداخل مثلا صنف من الخيار مقاوم لمرض البياض الزغبي واخر حساس لهذا المرض فسوف لن نلاحظ فروق واضحة من حيث الحاصل بين الصنفين في فصل غير ملائم لنمو وتطور مرض البياض الزغبي، كما ان الاختلافات الوراثية بين اصناف من الشعير الشتوي المتحملة البرودة لا يمكن تمييزها اذا كان الموسم معتدلا .

ان وراثية الصفات ودراستها تعتبر من الاسس الهامة جدا في تربية النبات سواء اكان النبات ذاتي او خلطي التلقيح، ان التغيرات الوراثية في النباتات تقع في مجموعتين من الصفات :

أ – الصفات الوصفية (النوعية) Qualitative characters

كلية الزراعة / جامعة ديالى

وتمتاز بما يلي :

1- وهي صفات متقطعة التوزيع : Discount measures cha.

- 1- اي انها توصف وصفا ولا تقاس بوحدات القياس المعروفة، ومن امثالتها لون الازهار ولون العيون، ووجود او عدم وجود الاذينات للاوراق او وجود او عدم وجود السفا على السنابل ...الخ
- 2- يتحكم بتوريثها عدد قليل من الجينات، زوج او اثنين او ثلاثة أزواج على الاكثر، واثناء الانعزالات تكون التصنيفات الوراثةية (اي عدد الاقسام او الاشكال الوراثةية) تكون محدودة .
- 3- تأثير الجين كبير جدا على الصفة، اي ان درجة تعبير الجين عن نفسه في الصفة قد يصل الى 100%، فالزهرة الحمراء تبقى حمراء اي ان الجين المسؤول عن هذه الصفة عندما يكون موجودا فأن لون الزهرة يجب ان يكون احمر.
- 4- لا تتأثر كثيرا بالعوامل البيئية، مثلا الازهار البيضاء تبقى بيضاء في درجات الحرارة العالية او المنخفضة او في الرطوبة المرتفعة او القليلة ...الخ

ب- الصفات الكمية Quantitative characters

ومن خواصها :

- 1- هي صفات مستمرة التوزيع .Continuous cha. وهي صفات مقاسة اي تقاس بوحدات القياس للاوزان او الاطوال او الحجم ...الخ
- 2- يتحكم بتوريثها عدد كبير من الجينات .
- 3- تأثير الجين على الصفات الكمية يكون قليلا Minor gene
- 4- تأثير العوامل البيئية كبير على هذه الصفات .
- 5- لتصنيفات الوراثةية (التقسيمات) لمعظم المجتمعات التي تحتوي هذه الصفات تكون كبيرة.
- 6- ميل الجينات المسؤولة عن هذه الصفات لانها توجد في نظم متوازنة بحيث تنتقل وتورث كمجموعة مرتبطة .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

نشوء التغيرات الوراثية :

ان التغيرات الوراثية (التباين بين النباتات) نشأت نتيجة لعوامل عديدة اهمها :

اولا:

الانتخاب Selection:

الانتخاب بصورة عامة هو اختيار افضل النباتات من بين مجموعة كبيرة منها، توجد بينها اختلافات وراثية واضحة، وقد زاول الانسان هذه الطريقة من اقدم العصور وازال مستمرا الان باستخدام هذه الطريقة في تحسين النبات، ويوجد نوعان من الانتخاب هما الانتخاب الطبيعي Natural Selection وهذا النوع يعتبر مصدرا مهما لتطويع النبات، لان النباتات نمت وتطورت في بيئات جعلتها تقاوم الظروف المنلخية، اما النباتات الضعيفة فزالت واضمحت ولم تستطع العيش في هذه البيئة، ان كثيرا من التغيرات الوراثية ظهرت نتيجة الانتخاب. اما النوع الاخر في الانتخاب فهو الانتخاب الصناعي Artificial Selection وهو انتخاب موجه من قبل الانسان باتجاه الهدف الذي يريده او الصفات التي يريدها وذلك باختيار مجموعة من النباتات لغرض الحصول منها على محصول جيد من مجتمع خليط في تركيبه الوراثي اي مجتمع غير متجانس الصفات، وان النوعين من الانتخاب يؤديان نفس الغرض عدا ان النوع الثاني يكون اسرع .

ثانيا:

التهجين Hybridization :

هو عملية تلقيح واخصاب بين صنفين او نوعين نباتيين بينهما اختلافات وراثية لجمع عدد من الصفات المرغوبة في صنف واحد، ويعد التهجين وبتنوعه الطبيعي والصناعي مصدرا اساسيا للحصول على التغيرات الوراثية، حيث يقوم المربي بعمل التهجين بين صنفين لانتاج هجن الجيل الاول ثم زراعة بذورها للجيل التالية مما يعني ذلك ظهور انحرافات وراثية تؤدي الى ظهور تقسيمات او تصنيفات جديدة وحسب القوانين المنديلية تمكن الباحث من انتخاب افضلها. وسنتكلم بالتفصيل عن هذه الطريقة فيما بعد .

ثالثا :

الطفرات الوراثية : Mutation

تعرف الطفرة الوراثية بأنها تغيير مفاجئ في التركيب الوراثي ينتج عنه تغيير في صفات الفرد الحامل لهذه الطفرة تجعله مختلف في صفاته عن حالته الاصلية. ان التغيير الحاصل بسبب الطفرة هو تغير متوارث عبر الاجيال، مما يعطي الطفرة اهمية كبيرة في مجل تربية وتحسين النبات لكونها تعتبر مصدرا لا ينضب للتغيرات الوراثية كذلك فهي تعطي الاساس للانتخاب وانتاج الاصناف الجديدة، والطفرة اما تكون طبيعية او يمكن استحداثها صناعيا بواسطة المطفرات Mutagens مثل الاشعاع والمواد الكيميووية ودرجات الحرارة الخ

كلية الزراعة / جامعة ديالى

رابعاً :

التضاعف الكروموسومي Polyploidy

من المعروف ان الجينات محمولة على الكروموسومات الموجودة في النواة لذلك فان اي تغيير يطرأ على الكروموسومات الموجودة في نواة اية خلية من خلايا جسم النبات يصحب ذلك تغيير في التركيب الوراثي الموجود في تلك الخلية وان جميع الخلايا الناتجة من هذه الخلية سوف تحمل هذا التغيير الوراثي. ان لمقصود بالتضاعف الكروموسومي هو تضاعف المجموعة الكروموسومية كلها (كليا او جزئيا) .

يقصد بمصطلح (Genome) هو العدد الاحادي للمجموعة الكروموسومية اي ($1n$) وان التضاعف يمكن ان يحصل للجينوم بأكمله اي يصبح ($3n$) او ($4n$) او ($5n$)..... الخ

وقد يحصل التضاعف في جزء من الجينوم اي بزيادة او نقص كروموسوم واحد او اثنين او ثلاثة وليس زيادة او تضاعف الجينوم بأكمله، وعلى ذلك يمكن تقسيم التضاعف الكروموسومي الى مايلي :

اولا : التضاعف التام Euploidy ويشمل :

أ - التضاعف التام الذاتي Autopolloidy :

وهو ان تتضاعف الهيئة الكروموسومية (الجينوم) مضاعفات الـ ($1n$) اي تصبح $3n$ او $4n$ او $5n$ الخ اي تختلف عن الحالة الطبيعية ($2n$) ، كما نكر اعلاه .

ب - التضاعف التام الهجينى Amphiploidy او Allopolloidy

وهو ما يحصل عند التهجين بين نوعين مختلفين، اي تأتي مجموعة كاملة ($1n$) من الاب لنوع معين من النباتات مثلا اللهانة، ومجموعة اخرى ($1n$) من اب اخر لنوع اخر مثل الفجل فالفرود الناتج يكون ذات تركيب وراثي جديد لكنه عقيم وراثيا ، ففي هذه الحالة يقوم مربي النبات بمضاعفة كل من المجموعتين الكروموسوميتين اثناء الانقسام الاختزالي لنحصل على الحالة الثنائية الاعتيادية للمجموعة الكروموسومية ($2n$) وكما يلي :

A × D



AD (علم) كلية الزراعة / جامعة ديالى

نفرض ان :

$$A = \text{المجموعة الاحادية للهانة } (1n)$$

$$D = \text{المجموعة الاتحادية للفجل } (1n)$$

ملاحظة : من اهم المواد المستخدمة لمضاعفة الكروموسومات هي مادة الكوشيسين.

ان التضاعف الذاتي يؤدي الى تأثيرات واضحة على النبات واهمها الزيادة في حجم الخلايا ثم زيادة حجم الانسجة والاعضاء في جسم النبات لذلك تكون الاوراق اكبر حجما واكثر سمكا وكذلك الثمار تكون كبيرة وذات بذور اقل وبصورة عامة يمكن القول ان التضاعف الذاتي ذو اهمية كبيرة في تربية المحاصيل التي تزرع من اجل الحصول على اجزائها الخضرية او جذورها مقارنة بالمحاصيل البذرية لذلك تركزت الدراسات على بعض محاصيل الخضر والازهار .

ثانيا : التضاعف الناقص Aneuploidy

ويطلق هذا الاصطلاح على الكائنات الحية التي يكون العدد الكروموسومي هو العدد الثنائي ولكنها قد تفقد كروموسوم واحد او اكثر او تزداد كروموسوم واحد او اكثر، وفيما يلي المجاميع الممكن ان تكون ذات تضاعف كروموسومي ناقص او غير كامل :

| النوع | عدد الكروموسومات | المثال |
|---------------|------------------|--------------------------|
| Monosomic | $2n-1$ | AA BB C. |
| Dublmonosomic | $2n-1-1$ | AA B. C. |
| Nullisomic | $2n-2$ | AA BB .. |
| Trisomic | $2n+1$ | AA BB CCC |
| Doubltrisomic | $2n+ 1+1$ | AA BBB CCC |
| | $2n+2$ | Tetrasomic AA BB CCCC |

ثانيا : حالة زيادة

ان التضاعف الناقص قليل الاهمية في نشوء الانواع ولكنه يفيد في البحوث العلمية وخاصة في تحديد مواقع الجينات والمجاميع الارتباطية وعلاقة كل مجموعة بالمجاميع الاخرى . كما ان وجود هذه الحالات تسبب ارباكا فسيولوجيا نتيجة لعدم التوازن في عدد الكروموسومات مما يسبب العقم، وان النباتات الحاملة لهذا النوع من التضاعف تكون اقل قوة بالنمو من النباتات الطبيعية .

وراثة الصفات النوعية والكمية

1- الصفات النوعية :

ان الصفات النوعية والتي ذكرنا بعض خواصها قبل قليل هي صفات وصفية ويمكن تحديدها كألوان واشكال الازهار ووجود او عدم وجود السفا في سنابل القمح والشعير وصفات المقاومة للأمراض ومنتجات النبات من بعض التراكيب الكيماوية وغيرها من الصفات ومثل هذه الصفات تتبع التوزيعات المتقطعة Discontinues مثل توزيع ذئ الحدين او توزيع الافراد الى فئات محددة لها نسب متوقعة في الجيل الثاني الانعزالي مثل 3:1 او 9:3:3:1 او غيرها .وتبعاً لذلك يكون من السهل التمييز بين اي فرد واخر ويمكن توزيع مثل هذه الافراد الى مجاميع مختلفة كل حسب شكله الظاهري .وفي وراثة هذه الصفات تنتقل الصفة كليا من الاباء الى الابناء ويطلق عادة على مثل هذه الحالة بأن الفرد يظهر قوة نفاذ Penetreance مئة في المئة واذا ما حصل هذا اي ان الصفة تنتقل من الاباء الى الابناء فنسئلق عليه مصطلح التوارث Inheritance وبمعنى اخر هو انتقال الصفة بأكملها من الاباء الى الابناء دون وجود تغاير بين الاباء والابناء الناتجة منها في تلك الصفة، مثلا اباء لون ازهارها احمر تنتج ذرية ذات ازهار حمراء ايضا وفي هذه الحالة لا يمكن اجراء الانتخاب وتحسين لتلك الصفة بسبب عدم وجود تغاير متدرج في افرادها او نريتها . ومن الامثلة على وراثة الصفات النوعية هو ارتفاع النبات في الذرة البيضاء والوان الازهار وصفة لون الحبوب وتكوين العقد البيكتيرية لفول الصويا وعادةً يستخدم مربع كاي لمطابقة النسب الوراثة في الصفات النوعية .

2- الصفات الكمية :

وتمتاز عن الصفات النوعية وكما بينا ذلك سابقا ان التغايرات بين الافراد تكون مستمرة (غير متقطعة) Continous ولا يمكن وصفها بسهولة لذلك لا يمكن وضع الافراد في مجاميع محددة كل حسب شكله الظاهري بل توجد درجات مختلفة من التغايرات، ومن الامثلة عليها صفات وزن الثمل وسرعة النمو وحاصل النبات، وفي مثل هذه الصفات تختلف الافراد ذات التركيب الوراثي الواحد (المتشابهة التركيب الوراثي) عن بعضها البعض في قوة اظهار الصفة في نسلها، اي ان قوة النفاذ للصفات الكمية اقل من مئة في المئة وهذا راجع الى ان الظروف البيئية تلعب دورا كبيرا في ظهور الاختلافات الوراثة مسببة انخفاض قوة نفاذها .

وبسبب وجود التغيرات المستمر في هذه الصفات فعادة ماتستخدم اختبارات أو مقاييس أخرى مثل مقاييس التوسط ومنها المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال وكذلك مقاييس التشتت والاختلاف مثل التباين والانحراف القياسي ان دراسة الصفات الكمية لايعني انها لاتخضع للتوزيع المنديلي في توارثها الا ان تأثير

الجينات (فعل الجينات) يكون مختلفا عما هو عليه الحال في الصفات النوعية، وفيما يلي انواع الفعل الجيني المتحركة بتوات الصفات الكمية :

1 - فعل الجين الاضافي Additive gene action

وكذلك يسمى بالفعل المضيف او التراكمي او التجميعي وهو عبارة عن متوسط تأثير الجين (القيمة التربوية Breeding Value) وهو ينتقل من جيل الى اخر، فالمعروف ان الاباء لا يورثون تركيباتهم الوراثية كما هي الى ابنائهم او انسالهم لكن يمررون جيناتهم او يورثونها بعد ان ينحل التركيب الوراثي للاباء عن شكل جينات محمولة على الكروموسومات في الكميات ، وعند اتحاد الكيميات الاتية من الاب مع الاتية من الام تتكون تراكيب وراثية جديدة في كل جيل ، لذلك فان عملية الانتخاب تكونفعالة في حل كون الصفة المنتخبة تقع تحت تأثير فعل الجين الاضافي، فلو افترضنا ان صفة طول النبات يحكمها ثلاثة ازواج من الجينات اي ثلاثة مواقع C،B،A، فان النبات الطويل سيكون تركيبه لوراثي(AABBCC) اما النبات القصير فسوف يكون تركيبه (aabbcc)، لذلك فان كل النيل ساند يضاف الى او يحل محل اليلات النبات القصير (الاليلات التنحية) سوف يزيد او يضيف طولا اضافيا الى النبات القصير(aabbcc) اي ان النبات الذي تركيبه aabbCc اطول من الاب aabbCC والاب aabbcc اطول من الذي تركيبه aabbCc وهكذا يكون الاب AABBCC اطول الجميع لان كل النيل ساند يضيف جزء لصفة الطول ، هذا المثال على شرط لاتكون هناك سيدة بين الاليلات في هذه الصفة، وهذا ما يعبر عنه بالتأثير الاضافي للجين في اظهار صفة معينة .

2- فعل الجين السيادةي (المتغلب) Dominant gene action

وهو ينشأ من تداخل فعل الاليلين (A,a) لنفس الموقع الجيني، ولناخذ المثال السابق حول طول النبات ولنفرض ان الجينات C,B,A في الواقع الثلاثة سائدة على اليلاتها c,b,a على الترتيب وعلى ذلك سيكون النبات الذي تركيبه الوراثي AABBCC له نفس الطول للنبات الذي تركيبه AaBbCc ولذلك فان الانتخاب سيكون اقل فعالية مقارنة بحالة فعل الجين الاضافي لانه لايمكن التميز ظاهريا بين التركيبين الوراثيين المذكورين اعلاه اضافة لذلك فانه في الانقسام الاختزالي وتكوين الكيمات سوف ينحل التركيب الوراثي ولاستطيع ان نضمن وجود جمع الاليلات السائدة المسؤولة عن اظهار الصفة في كميتة واحدة .

3 - فعل الجين التفوقي Apistatic gene action :

كلية الزراعة / جامعة بابل

تظهر هذه الحالة عندما يحصل تفاعل بين جينات يقع كل منها في موقع مختلف عن الآخر وهناك حالات عديدة للتفوق ذكرت في درس الوراثة يمكن الرجوع إليها. ويتضح من دراسة أنواع الفعل الجيني ان تأثير هذه الانواع الثلاثة من الفعل الجيني وكما موضح بأستخدام الرموز:

$$G = A + D + I$$

G = التركيب الوراثي

A=التأثير الاضافي

D = السيادة

التأثير

I=التفوق

ولقلة تأثير فعل الجين التفوقي فعادةً يهمل وتبقى معادلة التركيب الوراثي : $G = A + D$

$\delta^2 P =$ اي ان تأثير التركيب الوراثي على صفة معينة متأني من فعل الجين الاضافي + فعل الجين السيادة .

مصادر التباين الوراثي بين النباتات :

من خلال شرحنا السابق عن التغيرات الوراثية والتباين بين النباتات نستطيع القول ان المظهر الخارجي لاي فرد والذي عرفناه بالشكل المظهري Phenotype هو ناتج عن تأثير التركيب الوراثي الـ Genotype والتأثير البيئي Environment والتفاعل بينهما اي ان :

$$P = G + E + GE$$

P = المظهر الخارجي (الشكل الظاهري)

G = تأثير التركيب الوراثي

E = تأثير البيئة

GE = تأثير التداخل الوراثي- البيئي

وعلى فرض لا يوجد تداخل (وراثي - بيئي) وهذا لتسهيل الدراسة فقط، وبأستخدام مقاييس التشتت اي (التباين) تكون المعادلة في المحصلة النهائية :

$$\delta^2 P = \delta^2 G + \delta^2 E$$

$$\delta^2 P = \text{التباين المظهري}$$

$$\delta^2 G = \text{التباين الوراثي}$$

$$\delta^2 E = \text{التباين البيئي}$$

المكافئ الوراثي (درجة التوريث) Heritability

ذكرنا مصطلح ال-Inheritance وقلنا انه يعني التوارث وهو عملية انتقال الصفة بكاملها من الاباء الى الابناء دون وجود تغاير بين افراد الاباء من جهة والابناء من جهة اخرى بخصوص تلك الصفة. اما مصطلح التوريث Heritability فهو مقدار التغير في صفة معينة والذي يحدث نتيجة انتقال هذه الصفة من الاباء الى الابناء. ففي التوريث تنقل الصفة بكاملها الى الابناء مثل اللون الاحمر للارهار ينتقل الى الابناء دون تغاير وهو يحدث خصوصا في الصفات النوعية، اما في حلة التوريث والذي يخص غالبا الصفات الكمية فان الصفة ولتكن الحاصل لايمكن ان تنتقل من الاباء الى الابناء بدون تغاير، فليس شرط ان الاب الذي يعطي 10 كغم من الحاصل ان يورث نفس كمية الحاصل التي ينتجها الى نسله.

ذكرنا سلفا ان البيئة تؤثر بشكل كبير على الصفات الكمية، لذلك قد تعمل الاختلافات البيئية (التباين البيئي) عن حجب الاختلافات الوراثية (التباين الوراثي) فكما كان هناك جزء كبير من التباين بين النباتات ترجع اسبابه الى التباين البيئي كما يصعب الانتخاب للفروق الوراثية، وكلما قل تأثير البيئة على الصفة مقارنة بالفروق الوراثية فان الانتخاب يكون فعالا لان صفات النباتات المنتخبة ستكون مورثة معظمها للنسل لان اسبابها وراثية، ومن هنا كانت الحاجة ملحة لاجاد مقياس كمي لوصف مدى تأثير البيئة على الصفات. وهذا المقياس مايعرف بالمكافئ الوراثي او درجة التوريث وهو عبارة عن المقدار الذي يورث الى النسل من صفة معينة او بتعبير اخر هو

ذاك الجزء من التباين المظهري $\delta^2 P$ الكلي الموجود بين الافراد والذي ترجع اسبابه الى العوامل الوراثية ، اي استبعاد ذلك الجزء من التباين الذي تكون اسبابه بيئية لان الشكل المظهري وكما اوضحنا ذلك هو عبارة عن المحصلة لتأثير العوامل الوراثية والبيئية. ان درجة التوريث للصفات النوعية عالية وذلك لعدم تأثرها كثيرا بالبيئة .

استخراج قيمة المكافئ الوراثي رياضيا :

المكافئ الوراثي ويرمز له بالرمز (h^2) هو النسبة بين التباين الوراثي الى التباين المظهري

كلية الزراعة / جامعة ديالى

$$h^2 = \frac{\delta^2 G}{\delta^2 P} \times 100$$

$$\delta^2 P = \text{التباين المظهري}$$

$$\delta^2 G = \text{التباين الوراثي}$$

ان قيمة h^2 في العلاقة اعلاه يطلق عليها بدرجة التوريث بالمعنى الواسع او العام $h^2_{b.s}$

Broad sense heritability وذلك لان كافة انواع الفعل الجيني داخله ضمن قيمة التباين الوراثي $\delta^2 G$ والتي ذكرت سابقا وهي التباين بسبب الفعل الاضافي $\delta^2 A$ **Additive** والفعل السيدي $\delta^2 D$ **dominant**

والفعل التفوقي **Apistatic** ويمكن ان نوضح مكونات التباين الوراثي $\delta^2 G$

بالمعادلة التالية :

$$\delta^2 G = \delta^2 A + \delta^2 D + \delta^2 I$$

وبما ان التركيب الوراثي للنسل الناتج من تزاوج ايوين متآني بدرجة رئيسية من مساهمة كلا الايوين بجينات معينة (ذات تأثير اضعفي) **Additive** فقد تحسب في بعض الحالات عن طريق حساب نسبة التباين الاضافي فقط الى التباين المظهري اي استبعاد الجزء الخاص بالتباين السيدي والتفوقي لان الذي يورث هو التباين الاضافي لانه ينتقل من الالباء الى الابناء كما بينا نذك سابقا ويطلق على درجة التوريث في هذه الحالة بالمفهوم الضيق او المحدود أي **Narrow sinse heritability** ويحسب من المعادلة التالية :

$$h^2_{n.s} = \frac{\delta^2 A}{\delta^2 P} \times 100$$

ملاحظة : اذا كانت درجة التوريث اقل من 40% فتكون واطئة ، واذا كانت 40-60% فهي متوسطة واذا كانت اعلى من 60% فهي عالية .

ان درجة التوريث هي من اهم المعالم الوراثية التي يجب معرفتها لاي صفة كمية حيث يوقف على تقديرها :

1- معرفة وتحديد احسن الطرق المتبعة للتربية والتحسين للصفة المعنية .

2- ان قيمتها بالمفهوم الضيق N.S تعطينا فكرة عن درجة التشابه بين الاقارب (الاباء وانسالهم) 3- وهي مهمة لتقدير مقدار التحسن الوراثي المتوقع .

4- استخدامها في وضع دلائل الانتخاب .

ويمكن حساب التحسن الوراثي الذي نتوقعه في كل دورة انتخابية (اي المردود الانتخابي (ΔG)) من المعادلة التالية :

$$\Delta G = Kh^2_{n.s} \delta^2 P$$

k = ثابت شدة الانتخاب اي :

نسبة النباتات المنتخبة وسنوضح ذلك في الجدول اللاحق .

$$\delta p = \text{الانحراف القياسي للتباين المظهري اي } \sqrt{\delta^2 p}$$

$h^2_{n.s}$ = المكفى الوراثي او درجة التوريث بالمعنى الضيق .

ΔG = هي مقدار التقدم الوراثي الذي نحصل عليه في كل دورة انتخابية .

شدة الانتخاب % في المجتمع K(ثابت الانتخاب)

2.42 %2

2.06 %5

1.76 %10

معادلة ايجاد عدد ازواج الجينات التي تحكم الصفة :

$$n = \frac{D^2}{8(\delta^2 f_2 - \delta^2 f_1)}$$

حيث ان :

$$D = \text{الفرق بين متوسطي الابوين } P_1 \text{ و } P_2$$

$$\delta^2 f_1 = \text{تباين الجيل الاول}$$

$$\delta^2 f_2 = \text{تباين الجيل الثاني}$$

المحاضرة الخامسة :

العوامل المهمة في تحديد فعل الانتخاب، وتقدير بعض المعالم الوراثية، والتكرار الجيني.

هنالك ثلاث عوامل تلعب دورا مهما في تحديد فعل الانتخاب وهي :

1- شدة الانتخاب Selection Pressure :

وهوان ننتخب 1% أو 2% أو 5% ... الخ من مجموع النباتات الخاضعة للانتخاب، وكلما كانت شدة الانتخاب عالية مثلا 1% أو 2% أو 5% كان فعل الانتخاب أفضل وأقوى من نسبة 10% أو 15%.

2- عدد أزواج الجينات الحاكمة للصفة، فكلما ازداد عدد أزواج الجينات قل فعل الانتخاب للصفة، والعكس بالعكس، لان زيادة اعداد الجينات تجعل التأثير البيئي ذات فعل مؤثر على صفات الافراد المنتخبة.

3- قد تكون شدة الانتخاب عالية، واعداد أزواج الجينات منخفضة الا ان فعل الانتخاب يكون قليلا، وذلك لعدم وجود تغيرات وراثية في المجتمع تحت شرط أساسي ومهم للانتخاب، لأنه بدون تغيرات وراثية عالية لا يمكن تحسين الصفة.

ملاحظة هامة

الانتخاب بحد ذاته لا يخلق تغيرات جديدة ولكنه يزيد التكرار الجيني للصفة المرغوبة في الافراد المنتخبة وستكلم عن ذلك لاحقا.

كيفية حساب التأثير التباين البيئي $\delta^2 E$:

قلنا سابقا ان التأثير البيئي تتجلى صورته في حالة زراعة تراكيب وراثية متشابهة في بيئات مختلفة، وعندها يكون التباين او الاختلاف في صفة ما راجعا الى تأثير العوامل البيئية، وعليه فان:

1. التباين داخل الاباء الناتجة من سلالات نقية وراثيا (Homozygous) يكون مرجعه الى الظروف البيئية وليس الى اي سبب وراثي.

2- الاختلافات داخل نباتات المجتمع النباتي لـ F_1 أيضاً تكون راجعة الى التأثير البيئي لان جميع نباتات الجيل الاول (F_1) متشابهة وراثيا.

3- ان التباين بين نباتات الجيل الثاني هو نفسه تباين الشكل المظهري $\delta^2 p$ للصفة المدروسة في المجتمع النباتي المعين اي : $\delta^2 p = \delta^2 f_2$

وذكرنا سابقا ان التباين المظهري ($\delta^2 p$) هو مجموع التباين العند للتركيب الوراثي ($\delta^2 G$) والتباين البيئي ($\delta^2 E$).

$$\delta^2 P = \delta^2 G + \delta^2 E \quad \text{اي ان :-}$$

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 G + \delta^2 E$$

• وكنا قد جزئنا التباين الوراثي الى مكوناته الاساسية وهي التباين السياتي والتباين الاضافي والتباين التفوقي. والان نتعرف على كيفية الحصول على مقدار التأثير البيئي او التباين البيئي ($\delta^2 E$):

افترض لدينا سلالات نقية (سنتكلم عنها في محاضرات قادمة) من محصول معين، والتي تعني انها متشابهة وراثيا، فلوزرنا بذور هذه السلالات سنجد ان الاختلافات في اية صفة مدروسة ستكون راجعة الى التأثيرات البيئية، لذلك فعند تهجين ابوين (p_1 و p_2) وكل منهما من سلالة نقية وحصولنا على نباتات الجيل الاول (F_1) وهو سيكون هجين او خليط وراثيا فان التأثيرات البيئية ستحسب على الشكل التالي:

1- اذا كانت القيم هي متوسطات للتاثير البيئي فيكون متوسط التأثير البيئي (E) للاباء اي:

$$E = \frac{\overline{P_1} - \overline{P_2}}{2}$$

2- اذا كانت على شكل قيم للتباين فيكون التباين البيئي على الشكل التالي:

$$\delta^2 E = \frac{\delta^2 P_1 + \delta^2 P_2}{2}$$

وعند استخدام الـ F_2 مع الابوين تصبح صورة المعادلتين اعلاه كالآتي:

$$E = \frac{\overline{P_1} + \overline{P_2} + f_1}{3}$$

كلية الزراعة / جامعة ديالى

$$\delta^2 E = \frac{\delta^2 P_1 + \delta^2 P_2 + \delta^2 f_1}{3}$$

حيث ان :

$$E = \text{متوسط التأثير البيئي}$$

$$\delta^2 E = \text{ت التأثير البيئي}$$

$$\bar{P}_1 = \text{متوسط الصفة للاب الاول}$$

$$\bar{P}_2 = \text{متوسط الصفة للاب الاول}$$

$$f_1 = \text{متوسط الصفة للجيل الاول}$$

ذكرنا قبل قليل ان التباين بين افراد الجيل الثاني هو نفسه تباين الشكل المظهري اي ان $\delta^2 p = \delta^2 f_2$ وهذا يعني ان الاختلاف او التباين بين النباتات لصفة معينة في افراد الجيل الثاني متأتي من التأثير البيئي + تأثير التركيب الوراثي، وهذا يجعل ان :

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 P = \delta^2 G + \delta^2 E$$

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 G + \delta^2 E$$

$$\therefore \delta^2 G = \delta^2 f_2 - \delta^2 E$$

مثال :- في احدى تجارب التربية والتحسين لصفة معينة في نبت ما حصلت على النتائج التالية :

| الاجيال Generation | التباينات | المتوسطات |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| P ₁ الاب الاول | 4 | 20 |
| P ₂ الاب الثاني | 5 | 25 |
| F ₁ الجيل الاول | 6 | 30 |
| F ₂ الجيل الثاني | 15 | 28 |

جد: (1) نسبة التوريث بالمعنى العام ؟

(2) عدد الأزواج الجينية التي تحكم الصفة؟

الحل :

$$h^2_{b.s} = \frac{\delta^2 G}{\delta^2 P} \times 100$$

$$\delta^2 G = \delta^2 f_2 - \delta^2 E$$

$$\delta^2 E = \frac{\delta^2 P_1 + \delta^2 P_2 + \delta^2 f_2}{3} = \frac{4 + 5 + 6}{3} = 5$$

$$\delta^2 G = 15 - 5 = 10$$

$$\therefore h^2_{b.s} = \frac{10}{15} \times 100 = 66.6\%$$

وهذا يشير الى ان 66.6% من التباينات داخل هذه الصفة ترجع الى اسباب وراثية والباقي تأثيرات بيئية.

(2) ايجاد (n) :

$$n = \frac{(\bar{p}_1 - \bar{p}_2)^2}{8(\delta^2 f_2 - \delta^2 f_1)} = \frac{(20 - 25)^2}{8(15 - 6)} = \dots\dots$$

مثال 2 :

من البيانات التالية جد نسبة التوريث بالمفهوم العام وعدد الأزواج الجينية التي تحكم الصفة قيد الدراسة؟

| التباينات δ^2 | المتوسطات | الجيل Generation |
|----------------------|-----------|------------------|
| 3.56 | 16.8 | P1 |
| 0.66 | 6.6 | P2 |
| 2.30 | 12.1 | F1 |

اجري تهجين بين سلالتين من الباميا وكان المتوسط الحسابي ومعامل الاختلاف لعدد الاوراق في نباتات الاجيال التالية كالآتي:

المطلوب :

(ا) عدد الازواج الجينية التي تحكم الصفة ؟

(ب) نسبة التوريث بالمفهوم العام ؟

ملاحظة :

معامل

الاختلاف

: c.v

| الجيل | \bar{x} | c.v % |
|-------|-----------|-------|
| P1 | 20.60 | 5.0 |
| P2 | 20.30 | 5.0 |
| F1 | 19.80 | 6.10 |
| F2 | 20.90 | 15.90 |

$$C.V = \frac{\delta}{x} \times 100$$

δ = الانحراف القياسي للمجتمع، وللحصول على التباين نربع الانحراف القياسي.

طريقة تقدير بعض المعالم الوراثية Estimate Heridity Parameters

يقصد بالمعالم الوراثية هي الفعل الاضافي للجين (اي درجة التوريث بلمعنى الضيق)، والفعل السيادي، وبمعنى اخر هي قابلية الاتحاد العامة (GSA) General combining ability وقابلية الاتحاد والخاصة (SCA) Specific combining ability والاولى تمثل التأثير الاضافي للجين $\delta^2 A$ والثانية تمثل التأثير السيادي للجين $\delta^2 D$.

ان الحصول على هذه المعالم ضروري جدا لمربي النبات، لانه من خلالها يستطيع تحديد افضل الطرق المناسبة لعملية التربية، وبناء على ذلك يحدد نوع الطريقة فاما ان يختار الانتخاب او التهجين متبوعا بالانتخاب، وهذه المعالم تستخرج بطرق معقدة نوعا ما وتدرس في الدراسات العليا ولكن هنا نسيعل طريقة تلائم مستوى الدراسات الاولية، وذلك بتابع مايلي :

1- زراعة الاباء وعادة تكون سلالات نقية، هذه الاباء تكون مختلفة بعضها عن البعض في الصفة المدروسة والمراد تقدير درجة التوريث لها، فلو طلب منا تقدير صفة الطول في نباتات الباميا فيجب ان يكون احد الاباء طويلا والاخر قصيرا.

2- يتم التهجين بين هذه السلالات (الاباء) للحصول على الجيل الاول F_1 .

- 3- زراعة نباتات الجيل الاول F_1 للحصول على نباتات الجيل الثاني F_2 وذلك بإجراء التلقيح الذاتي لها .
- 4- إجراء التلقيح الرجعي بين الجيل الاول F_1 مع الاب الاول P_1 للحصول على الجيل الرجعي مع الاب الاول ويرمز له بالرمز (BC_1) اي Backcross ولذلك إجراء التلقيح الرجعي لـ F_1 مع الاب الثاني للحصول على الجيل الرجعي مع الاب الثاني $B.C_2$.
- 5- زراعة الالباء p_1 و p_2 و F_1 و F_2 و $B.C_1$ و $B.C_2$ ومن خلال قياس الصفة تحت الدراسة في نباتات هذه التراكيب الوراثية الستة والحصول على متوسطاتها وتبايناتها نستطيع حساب $\delta^2 A$ و $\delta^2 D$ ودرجة التوريث بالمعنيين الواسع والضيق وكذلك درجة السيادة ورمزها (\bar{a}) وحسب القوانين التالية:-

قلنا ان التباين المظهري هو:

$$\delta^2 P = \delta^2 G + \delta^2 E$$

وسبق ان تعلمنا كيفية حساب التباين البيئي، وقلنا كذلك ان التباينات الموجودة في الجيل الثاني $\delta^2 f_2$ هي نفسها تباينات الشكل المظهري $\delta^2 P$ لذلك فإن :-

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 G + \delta^2 E \dots\dots\dots 1$$

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 A + \delta^2 D + \delta^2 E \dots\dots\dots 2$$

$$\delta^2 G = \delta^2 f_2 - \delta^2 E \dots\dots\dots 3$$

معادلة Mather :-

المعادلة رقم (2) هي معادلة عامة لتجزئة التباين، لقد اعطى العالم Mather معادلات لحساب التباين المظهري في الجيل الثاني والاجيال الرجعية $B.C_1$ و $B.C_2$ وكالاتي :

$$VF_2 = \frac{1}{2} VA + \frac{1}{4} VD + VE \dots\dots\dots 4$$

حيث ان:

$$VF_2 = \text{تباين الجيل الثاني}$$

$$VA = \text{التباين الاضافي}$$

$$VD = \text{التباين السيادي}$$

$$VE = \text{التباين البيئي}$$

وهذا يعني ان التباين المشترك في نباتات الجيل الثاني يكون نصفه راجع للتباين الاضافي وربعه يعود للتباين السيادي وما تبقى منه فهو للتأثيرات التفوقية والتأثيرات البيئية. وكذلك وجد Mather ان التباينات داخل فراد كا من BC_1 و BC_2 هي :

كلية الزراعة / جامعة ديالى

$$\delta^2 BC_1 = \frac{1}{4}VA + \frac{1}{4}VD + VE$$

$$\delta^2 BC_2 = \frac{1}{4}VA + \frac{1}{4}VD + VE$$

..... بالجمع

$$(\delta^2 BC_1 + \delta^2 BC_2) = \frac{1}{2}VA + \frac{1}{2}VD + 2E \dots \dots \dots 5$$

ولتبسيط المعادلة 4 من الناحية الرياضية نضربها ب(2) ونطرح منها المعادلة (5) الخاصة بالهجن الرجعية فتكون:

$$2VF_2 = \frac{1}{2}VD + 2VE$$

$$(\delta^2 BC_1 + \delta^2 BC_2) = \frac{1}{2}VA + \frac{1}{2}VD + 2VE$$

..... بالطرح

$$2VE - (\delta^2 BC_1 + \delta^2 BC_2) = \frac{1}{2}VA \dots \dots \dots 6$$

∴ من المعادلة 6 نستطيع تقدير التباين الاضافي وبمعرفته نستطيع تقدير التباين السياتي وكالاتي :

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 A + \delta^2 D + \delta^2 E$$

وإذا عرفنا التباين السياتي نستطيع تقدير

درجة السيادة \bar{a} وكالاتي :

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2\delta^2 D}{\delta^2 A}}$$

فإذا كانت $\bar{a} = 0$ صفر فهذا دليل على عدم وجود السيادة.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

وإذا كانت قيمتها = 1 فهذا يعني وجود سيادة تامة.

أما إذا كانت أقل من واحد فهذا يعني وجود سيادة جزئية.

مثال 4 : البيانات التالية تبين قيم المتوسط الحسابي والتباين لصفة عدد الأفرع في نبات الطماطة للأجيال الموضحة في الجدول أدناه عند تهجين سلالتين نقيتين المطلوب :

أ - عدد أزواج الجينات التي تحكم الصفة.

ب - نسبة التوريث بالمعنى الضيق.

ج - درجة السيادة.

| الأجيال | | δ^2 |
|-----------------|-------|------------|
| P ₁ | 12.99 | 11.03 |
| P ₂ | 27.61 | 10.32 |
| F ₁ | 18.45 | 5.24 |
| F ₂ | 21.20 | 40.35 |
| BC ₁ | 15.63 | 17.35 |
| BC ₂ | 23.38 | 34.29 |

الحل :- نحسب التباين البيني :

$$\delta^2 E = \frac{\delta^2 P_1 + \delta^2 P_2 + \delta^2 f_1}{3} = \frac{11.3 + 10.32 + 5.24}{3} = 8.89$$

المطلوب أ :

$$N = \frac{(\bar{p}_1 - \bar{p}_2)^2}{8(\delta^2 f_2 - \delta^2 f_1)} = \frac{(12.99 - 27.61)^2}{8(40.35 - 5.24)} = \dots$$

ب - نسبة التوريث بالمعنى الضيق :-

نستعمل المعادلة (6) :

$$2Vf_2 = (\delta^2 BC_1 + \delta^2 BC_2) = \frac{1}{2}VA$$

$$2 \times 40.35 - (17.35 + 34.29) = \frac{1}{2}VA = 29.06$$

$$h^2_{n.s} = \frac{\delta^2 A}{\delta^2 P = \delta^2 f_2} = \frac{\frac{1}{2}VA}{\frac{1}{2}\delta^2 A + \frac{1}{4}\delta^2 D + \delta^2 E} = \frac{29.06}{40.35} = 72\%$$

اما نسبة التوريث بالمعنى الواسع فيحسب :-

نستخرج نسبة التباين البيئي من التباين الكلي ثم نطرح من (100%) :

من خلال قسمة $\delta^2 E$ على التباين لـ F_2 لانه $\delta^2 P =$

$$\frac{\delta^2 E}{\delta^2 f_2} = \frac{8.89}{40.35} = 22\%$$

:- نسبة التباين البيئي:

:- نسبة التوريث بالمعنى العام :

$$1.0 - 0.22 = 0.78$$

ج - درجة السيادة :-

$$\delta^2 f_2 = \delta^2 A + \delta^2 D + \delta^2 E$$

$$40.35 = 29.06 + \delta^2 D + 8.89$$

$$\therefore \delta^2 D = 2.4$$

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2\delta^2 D}{\frac{1}{2}\delta^2 A}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.4}{29.06}} = 0.26$$

وبما ان $\bar{a} =$ اقل من واحد (0.26)

:- توجد سيادة جزئية في هذا التضريب بالاضافة الى فعل الجين المضاف والذي بلغ 0.72.

مثال 5:- اذا زرعت نباتات الـ F_1 وتم انتاج بذور الـ F_2 ثم زرعت الـ F_2 وقيست تغيرات احدى الصفات المدروسة وكانت النتائج كما يلي :-

$$\delta^2 f_2 = 40$$

$$(\delta^2 BC_1 + \delta^2 BC_2) = 50$$

المطلوب :-

1- نسبة التوريث بالمفهوم الضيق (نسبة $A \delta^2$).

2- نسبة التوريث بالمعنى العام اذا كان

$$8 = \delta^2 D$$

التكرار الجيني : Gene Frequency

التكرار الجيني هو النسبة المؤوية لجين معين إلى جميع الجينات الموجودة في نفس الموقع الجيني لصفة معينة بالنسبة للمجتمع الذي تقوم بدراسته . او بتعبير اخر هو نسبة جين معين الى المجموع جينات تلك الصفة في مجتمع معين .

ان التكرار الجيني له علاقة وثيقة بالانتخاب، حيث يؤدي الانتخاب لصفة مرغوبة الى زيادة تكرار الجين المسؤول عن تلك الصفة .

لقد أوضح هاردي – واينبرك Hardy – Weinberg قانونهما في ذلك لينص على انه في مجتمع كبير تتزوج افرادة عشوائيا يبقى التكرار الجيني فيه ثابتا اذا لم تحدث فيه هجرة من والى المجتمع او يحصل تطاير وراثي او طفرة وراثية او انحراف في الانقسام الاختزالي .

التطاير الوراثي Genetic drift : هو حدوث اختلاف في التكرار الجيني اثناء ازدواج الكروموسومات Synapsis في الانقسام الاختزالي وذلك بسبب صغر حجم المجتمع كأن يلتقي الجين A مع B اثناء الازدواج اكثر مما يلتقي مع الجين b، فيسبب ذلك خلافا في التكرار .
اما الانحراف في الانقسام الاختزالي فيحدث ايضا اثناء الانقسام الاختزالي كلن ينتج كميات فعالة من الجين A اكثر من الجين a فيغير ذلك من التكرار الجيني في الذرية الناتجة وكلا الحالتين تتسببان بسبب صغر حجم المجتمع .

لتوضيح التكرار الجيني نأخذ المثال الآتي : لدينا عينة عدد افرادها 100 نبات وجدفيها 49 نبات ذات ازهار حمراء AA و42 نبات ذات ازهار وردية Aa و9 نبات ذات ازهار بيضاء اللون aa . المطلوب كم هو التكرار الجيني لكل من الاليلين A و a ؟

الحل:

كلية الزراعة / جامعة ديالى

نفرض ان $q=a$ و $p=A$

لذلك يمكن ان نكتب معلومات السؤال كالآتي:

التركيب الوراثي: AA Aa aa المجموع .

التكرار: (p^2) (pq) (q^2)

عدد النباتات: 100 49 42 9

الرمز: D H R

Dominance = D سائد

Heterozygous = H هجين

Recessive = R متنحي

لحساب التكرار الجين A من المعادلة التالية :

$$A = D + \frac{1}{2} H$$

$$49 \times 2 + 42 = 140$$

وكذلك نحسب التكرار الجين a من المعادلة التالية :

$$a = R + \frac{1}{2} H$$

$$= 9 \times 2 + 42 = 60$$

∴ مجموع الجينات = $60 + 140 = 200$ جين موجود في المجتمع المكون من مئة فرد .

اكتب المعادلة هنا.

$$\therefore \text{تكرار الجين A كنسبة} = \frac{\text{عدد الجينات A}}{\text{العدد الكلي للجينات}} = \frac{140}{200} = 0.7$$

وبما ان مجموع $1 = p + q$ (اي نسبة الجين A + نسبة الجين a = 1) و بمعنى اخر ان:

$$A + a = 1$$

$$\therefore a = 1 - A$$

كلية الزراعة / جامعة ديالى = 1 - 0.7 = 0.3

اذن المجتمع النباتي المذكور قد نتج من التزاوج التالي :

| | | |
|-------------|---------|---------|
| نكر انثى | A = 0.7 | a = 0.3 |
| A = 0.7 | 0.49 | 0.21 |
| a = 0.3 | 0.21 | 0.9 |

ونظرا لكون مجموع النسب صحيحا ومطابقا لمنطوق السؤال فان المجتمع متزن جينيا .

ملاحظة : يمكن التحقق من الاتزان الجيني في المجتمع باحدى الحالات التالية :

1- ان تكون $p + q = 1$ او $A + a = 1$ (نفس المعنى)

واحيانا يعبر عنها كنسبة مئوية وهي نفس المبدأ :

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

لذلك فان : $0.49 + 0.42 + 0.9 = 1$

2- استخدام المعادلة التالية :

$$\frac{H}{\sqrt{DR}} = 2$$

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

وهو مطابق كذلك .

• وبصورة عامة اذا اريد معرفة التكرار الجيني لجين معين نستخدم المعادلة التالية :

لفرض ان الموقع الجيني لصفة هو Aa :

ان التكرار $p = A$

وان التكرار $q = a$

بحيث ان:

$$p + q = 1$$

و لحساب $p(A)$ اي التكرار نسبة الجين A

$$P_{(A)} = \frac{D + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{2D + H}{2N}$$

$$q_{(a)} = \frac{R + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{2R + H}{2N}$$

D = عدد الأفراد السائدة

H = عدد الأفراد الخلطية

N = عدد الأفراد الكلي تحت الدراسة

R = عدد الأفراد المتنحية

مثال : اذا فرض ان الـ (100) نبات المذكورة في المثال السابق، فيها 65 نبات تحمل التراكيب AA (حمراء الازهار) و 10 نباتات تحمل التركيب الوراثي Aa (وردية الازهار) و 25 نبات من aa (بيضاء الازهار)، وعلى فرض ان التزاوج بين افراد هذا المجتمع تم بصورة عشوائية، فيمكن حساب التكرار الجيني لكل من A و a وكالاتي :

ان تزاوج نباتات هذا المجتمع في هذا المثال تم على النحو التالي :

النباتات ذات الازهار الحمراء (AA) تعطي نوع واحد من الكاميتات تحمل العامل (A) ، اما النباتات ذات الازهار البيضاء فتعطي نوع واحد من الكاميتات (a) ، اما النباتات ذات الازهار الوردية فتكون نصف كاميتاتها تحمل الجين (a) و النصف الاخر فتحمل الجين (A) وان التزاوج يتم كما يلي :

| | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| | | P = 0.7 A | Q = 0.3 a |
| نكر اثى | | | |
| A(P)=0.7 a (q)=0.3 | | AA (P ²)= 0.49 Aa (pq) = 0.21 | Aa (pq)= 0.21 aa(q ²)=0.9 |

وبعد التزاوج يصبح توزيع المجتمع حسب التراكيب الوراثية كالاتي :

| | | |
|--------------------|-------|------------|
| شكل ازهار النباتات | العدد | نوع النبات |
|--------------------|-------|------------|

كلية الزراعة / جامعة ديالى

| | | |
|---|----|-------------|
| D | 49 | احمر الازهر |
| H | 42 | وردي الازهر |
| R | 9 | ابيض الازهر |

وهذا يخالف النسبة الاصلية في السؤال، حيث ان افراد المجتمع لم تكن في حالة اتزان ، لكن

بعد هذا التزاوج العشوائي الاول اصبحت العشيرة بنسبها الجديدة $P^2 + 2pq + q^2$ في حالة اتزان ابتداء من هذا الجيل . ويمكن معرفة حالة اتزان العشيرة كما سبق ذكره بطريقتين

الاولى:

نقارن نسبة وجود الافراد الخلطية في جيل الاباء وجيل الابناء فاذا كانت النسبة متساوية فيدل ذلك على حالة التوازن، ففي المثل السابق:

$$\text{ففي جيل الاباء كانت النسبة : } 2pq = \frac{H}{N} = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ الافراد الخلطية}$$

$$\text{اما في جيل الابناء كانت النسبة : } 2pq = \frac{H}{N} = \frac{42}{100} = 0.42$$

∴ جيل الاباء نسبته لاتساوي نسبة جيل الابناء، اذن فالعشيرة غير متزنة ووصلت الى حالة الاتزان بعد جيل واحد كما شاهدنا في المثل.

$$\text{الطريقة الثانية : باستعمال المعادلة : } \frac{H}{\sqrt{DR}} = 2$$

مثال : مجتمع نباتي يحتوي على 160 نباتا (bb) به صفة غير مرغوبة و 480 (Bb) و 360 نباتا (BB)، كيف يمكن خفض تكرار الجين (b) بالانتخاب الى اقل من 0.20 ؟

الجواب :

لما كانت الصفة الغير مرغوبة متنحية (bb) فهي واضحة للعيان ويكن عزل كافة نباتاتها اي (bb) وترك بقية النباتات Bb و BB للتزاوج فيما بينها ، اي نقل من تكرار صفة النباتات التي تحمل (bb).

نحسب التكرار الجيني لكل من b و B من المعلومات الواردة غي السؤال :

اذن:

$$P(b) = 1 - 0.6 = 0.4$$

ثم يجري التزاوج بعد الانتخاب

كلية الزراعة / جامعة ديالى

| | | |
|-------------|--------|---------------------------|
| ذكر انثى | B(0.6) | B(0.4) |
| B(0.6) | 0.36 | 0.24 |
| b (0.4) | 0.24 | 0.16 تحذف بالانتخاب |

و بذلك باستبعاد نباتات bb (0.16) ستبقى الأفراد المتزاوجة هي BB و Bb لا يمكن التمييز بينها لان B سائد على b :

$$P(B) = \frac{0.36 \times 2 + 0.48(1)}{(0.36 + 0.48)2} = 0.71$$

اذن:

$$b = 0.29$$

ثم نعيد التزاوج بالنسب الجديدة :

| | | |
|-------------|----------|-----------------|
| ذكر انثى | B = 0.71 | b = 0.29 |
| B = 0.71 | 0.504 | 0.206 |
| b = 0.29 | 0.206 | 0.008 (تحذف) |

وعندها سيكون B :

$$\therefore q(b) = 0.23$$

ثم نعيد التزاوج مرة اخرى بعد استبعاد bb بالانتخاب :

كلية الزراعة / جامعة ديالى

| | | | |
|----------|-----|--------|----------|
| | نكر | B=0.77 | b = 0.23 |
| انثى | | | |
| B = 0.77 | | 0.593 | 0.177 |
| b = 0.23 | | 0.177 | 0.05 |

وهو المطلوب

المحاضرة السادسة

ظاهرة قوة الهجين Heterosis :

يسعى العاملون في مجال تربية وتحسين النبات للاستفادة من جميع الظواهر الايجابية التي تؤدي الى زيادة حاصل النبات وحسب الجزء الي يهتم المربي سواء كان المحصول ثمريا او بذريا او ورقيا او جذريا او سيقان النبات. ومن اهم هذه الظواهر هي قوة الهجين Hybrid vigor التي تحدث في افراد الجيل الاول F₁ الهجينة. ان ظاهرة قوة الهجين قديمة جدا، وقد وجدت في الطبيعة و ارتبطت بالتلقيح الخلطي وتطورت من خلال عملية التطور الطبيعي التفاضلي للانواع النباتية فحدثت على مدى عدة الالاف من السنين تغيرات كثيرة ادت الى ظهور الاختلاف في اللقائح على حساب الحد من التماثل بينها .

تعرف ظاهرة قوة الهجين بانها الزيادة الحاصلة في افراد النسل الناتج من تضريب ابوين (يختلفان وراثيا عن بعضهما)، في قوة النمو او زيادة الحاصل او زيادة حجم النبات عن متوسط الابوين المشتركين في التهجين، او من افضلهما و قوة الهجين قد تنتج من تهجين سلالات نقية مع بعضها Pure lines في ذاتية التلقيح او سلالات من نباتات خلطية التلقيح (Inbred lines) او سلالات خضرية clones او تهجين اصناف ببعضها او انواع ببعضها او اجناس ببعضها. و تزداد قوة التهجين كلما قلت درجة القرابة الوراثية بين الفردين المشتركين

في الهجين وعلى هذا الاساس فان قوة الهجين الصنفية اقل مما في الهجن النوعية وهذه بدورها اقل منها في التهجين بين الاجناس .

ولتوضيح التهجين ووقوة الهجين، واجري تلقيح (تهجين) بين سلالتين او صنفين من الخيار مثلا وكان حاصل الجيل الاول عاليا واعلى من متوسط الحاصل لافضل اللابوين، فان الفرد الناتج يسمى هجين Hybrid، وهذه للكلمة عندما تطلق على تراكيب وراثي معين فيشترط بهذا التركيب ان يكون غزير النمو وعالي الحاصل في الصفات للانتاجية مقارنة بأعلى اللابوين، وهذه الصفة تسمى ايضا بالتهجن Hybridization او Heterosis والهيتروسس بالمعنى العلمي الدقيق قد تكون ايجابية او سلبية اي ان التهجن اما ان يكون باتجاه اعلى اللابوين او باتجاه اوطأ اللابوين. اما بلمعنى الزراعي او المفهوم المتعارف عليه زراعي في النواحي التطبيقية فيقصد بها الاتجاه الموجب والذي يطلق عليه اسم قوة الهجين ال Hybrid vigor او over dominance .

اما من الناحية الوراثة، فتختلف صفة التهجن الـ Heterosis عن صفة قوة الهجين Hybrid vigor، فقوة الهجين يجب ان تكون دائما ايجابية باتجاه الصفة مقارنة بأعلى اللابوين، بينما التهجين فقد تكون باحد الاتجاهين السالب او الموجب، مثلا لو هجنا صنفين او سلالتين من القرع وكل انتاج النبات في السلالة الاولى يعني الاب الاول 10 كغم والاب الثاني 5 كغم فان لكي تظهر قوة الهجين يجب ان يكون انتاج الجيل الاول الناتج من تضريب الابوين اعلى من 10 كغم، اما التهجن فيمكن ان يكون انتاج F_1 اكثر من 10 كغم او اقل من 5 كغم . وبصورة عامة ان التهجن الموجب يحسب على اساس ان حصل الجيل الاول F_1 هو اعلى من متوسط الابوين لتلك الصفة. اما التهجن السالب فيكون اقل من معدل الابوين .

اما التلقيحات العامة التي تجرى بين التراكيب الوراثة مختلفة من النباتات ولا يقصد بها قوة الهجين فتنتج افرادا من الجيل الاول تسمى لقائح Crosses وهذه تكون متفوقة على متوسط الابوين او غير متفوقة. اذن فالتلقيح هو عبارة عن افراد الجيل الاول الناتجة من تضريب او تلقيح تركيبين وراثيين قد يكونان مختلفين او متشابهين، متقاربين وراثيا متباعدين وقد يحصل بينهما قوة هجين او لا يحصل .

اما الهجين Hybrid فهو لقيح ناتج من تضريب ابوين متباعدين وراثيا ويمتلك صفة قوة الهجين، لذا يمكن القول ان كل هجين هو لقيح ولكن ليس كل لقيح هو هجين .

ويعتبر كل من Shull و East من اوائل واضعي تعريف التهجن وكلا على انفراد وذلك بحدود سنة 1912 م .

تفسير ظاهرة قوة التهجين :

هناك عدة نظريات وأراء وضعت لتفسير ظاهرة قوة الهجين :

تقول هذه النظرية بما ان الفرد الهجين يكون خلطيا وراثيا فان هذا الخلط يؤدي الى زيادة النشاط الفزيولوجي مما يؤدي الى ظهور قوة الهجين. واعتمادا على ذلك فان الفرد الخليط يفوق كلا التركيبين الوراثيين الاصليين الداخليين في التهجين. ويفترض وجود سلسلة من الاليات المتعددة لكل موقع جيني مثل A_1 و A_2 و A_3 الخ ويزداد الاختلاف بين كل اليلين من هذه الاليات بزيادة المسافة بينهما في سلسلة وترداد قوة الهجين كما زاد الاختلاف بين الاليلين المتجمعين في التركيب الوراثي للهجين. فمثلا تكون قوة الهجين في الفرد ذي التركيب الوراثي $A_1 A_2$ اقل بالمقارنة مع الفرد ذي التركيب الوراثي $A_1 A_3$ وهكذا، وهذا يعني وجود درجات متفاوتة من السيادة الفائقة تبعا للاليات التي تدخل في التركيب الوراثي. وهناك اربعة اسس يمكن ان تفسر وفقها نظرية السيادة الفائقة :

أ - التفاعل المتمم لاليات الموقع الوراثي (الجينات)

Supplementary Allelic Interaction .

وفقا لهذا التفسير فان التركيب الوراثي (الذي جاء من احد الاباء) وهو بصورة اصيلة وليكن AA قادرا على انتاج مادة ضرورية ولتكن (X) والتركيب الوراثي الاصيل (الذي جاء من الاب الاخر) وليكن aa قادرا على انتاج مادة اخرى مهمة و لتكن Y، في حين ان الهجين الناتج من تضريب الابوان السابقان يكون قادرا على انتاج كلا المادتين X و Y و اللتان بوجودهما معا تظهر قوة الهجين في النسل الناتج.

ب - القدرة على تمثيل المركبات الضرورية في بينات مختلفة :

وفقا لهذا التفسير فان احد التركيبين الوراثيين النقيين (الاصليين) وليكن AA قادرا على انتاج المادة الضرورية X في ظروف بيئية معينة والتركيب الاصيل الاخر قادرا على انتاج المادة نفسها في ظروف بيئية اخرى بينما التركيب الوراثي Aa يكون قادرا على انتاج هذه المادة الضرورية للنمو الجيد في كلا البيئتين. ومما يدل على صحة ذلك هو ان التباين البيئي عند الهجن اقل بكثير مما هو عليه في السلالات الاصلية المستخدمة في انتاج هذه الهجن.

ج - القدرة على تمثيل او تصنيع التركيب التالي من المركبات الضرورية :

و بحسب هذا التفسير فان احد التركيبين الوراثيين الاصليين و ليكن AA قادرا على انتاج تركيز مرتفع عن اللازم من المادة الضرورية X والتركيب الوراثي الاخر aa قادرا على انتاج تركيز منخفض عن اللازم من المادة نفسها بينما هجينهما Aa يكون قادرا على انتاج التركيز المثالي و الذي يؤدي الى ظهور قوة الهجين

د - القدرة على تمثيل المواد الهجينية :

وتبعاً لهذا التفسير فإن أحد التركيبين الأصليين و ليكن AA قادر على إنتاج المادة الضرورية X والتركيب الاصيل الاخر aa قادرا على إنتاج مادة ضرورية أخرى ولتكن Y، بينما يكون الهجين Aa قادرا على إنتاج مادة أكثر تحفيزاً للنمو هي Z .

ثانياً : نظرية السيادة Dominance Hypothesis

تفترض هذه النظرية ان النقص المصاحب للتربية الذاتية في النباتات خلطية التلقيح يظهر بسبب انعزال الجينات المتنحية الضارة بحلة اصيلة اي المتماثلة والتي يظهر تأثيرها في الافراد الاصيلة مما يؤدي الى ضعف نموها وقلة حيويتها، مثلاً نبات خلطي التلقيح تركيبه الوراثي Aa، فإذا اجبر النبات على التلقيح الذاتي (تربية ذاتية او داخلية) - وسوف نشرح التربية الذاتية لاحقاً- فإنه ستحدث انعزالات للجينات في الجيل الثاني مثلاً ستوجد الجينات المتنحية aa بصورة اصيلة فإذا كانت هذه الجينات ضارة فان النباتات الحاملة لها سوف تكون ضعيفة وقليلة النمو لذلك فإنه عند تهجين سلالتين اصيلتين فان تأثير الجينات الضارة والموجودة بصورة متنحية مثل aa يختفي تحت تأثير أليلاتها السائدة AA غيرالضارة فتظهر بذلك قوة الهجين، ويعني ذلك وجود درجات مختلفة من التالف بين السلالات المراد تهجينها إذ تزداد قوة الهجين كلما تجمع في الجيل الاول الهجين اكبر عدد من الجينات السائدة، وهذا لا يتحقق الا اذا كانت السلالات مختلفة من حيث التركيب الوراثي.

ومثال ذلك لدينا سلالتان هما :

AA BB CC DD ee

aa bb cc dd EE

فان التهجين بينهما يعطي الهجين التالي في F_1 :

Aa Bb Cc Dd Ee

وبذلك نرى ان الاليلات الموجودة في السلالة الاولى ee والاليلات الموجودة في السلالة الثانية وهي aa , bb , cc , dd قد اختفى تأثيرها تحت تأثير الاليلات السائدة المناظرة لها في السلالة الاولى.

الاساس الفزيولوجي لقوة الهجين :

يرى بعض العلماء وجود علاقة بين قوة الهجين ونشاط الميتاكوندريا، فقد تبين من احدى التجارب على القمح - وبعد خلطت الميتاكوندريا للاباء الداخلة في تركيب كل هجين وذلك لتسعة هجن - ان نشاط

الميناكوندريا كان متوافقا مع قوة الهجين الناتجة من تهجين الابوين، وليس وسطا بين نشاط ميناكوندريا كل من الابوين على حدة.

حساب قوة الهجين : يمكن حساب قوة الهجين بلحدى المعادلتين التاليتين:

1- معادلة حساب النسبة المئوية للفرق بين الجيل الاول ومتوسط الصفة للابوين وكالاتي:

$$\text{Mid Parent} = \frac{\overline{F_1} - MP}{MP} \times 100 \text{ Heterosis}$$

حيث ان :

F_1 : مقدار الصفة في الجيل الاول.

MP : هي المتوسط الحسابي للصفة بين الابوين .

$$M.P = \frac{P1+P2}{2}$$

وتحسب كالاتي:

2- معادلة حساب النسبة المئوية للفرق بين الجيل الاول وافضل الابوين اي اعلى الابوين الداخليين في التهجين، وهذه المعادلة هي المفضلة غالبا.

$$\text{High - Parent.Heterosis} = \frac{\overline{F_1} - HP}{HP} \times 100$$

حيث ان : HP هي مقدار الصفة عند الاب افضل في الصفة .

التربية الداخلة او الذاتية : Inbreeding :

وهي عبارة عن التزاوج بين افراد نباتية تربطها صلة قرابة من حيث تركيبها الوراثي.

التربية الخارجية : Out breeding :

وهو اصلاح يطلق عند التزاوج بين افراد نباتية تقل بينها درجة القرابة عند متوسط درجة القرابة للعشيرة النباتية التي تنتمي اليها هذه الافراد. ويعد التلقيح الذاتي اشد درجات التربية الداخلية في النباتات، وتخف حدة التربية الداخلية تدريجيا باجراء التلقيح الذاتي بين نباتين من نفس السلالة بدلا من ان يلحق النبات نفسه، وكذلك بين سلالتين يشتركان في احد الاباء او الاجداد الخ .

اهداف التربية الذاتية في محاصيل خلطية التلقيح :-

كلية الزراعة / جامعة البصرة

- 1- الحصول على سلالات نقية لايتغير تركيبها الوراثي عند اكثارها ذاتيا في محاصيل خلطية التلقيح .
- 2- زيادة التغيرات الوراثية بين افراد العشيرة النباتية (اي السلالات المتكونة) مما يزيد من كفاءة عملية الانتخاب.
- 3- خفض عدد الجينات المسؤولة عن الصفات غير المرغوبة .
- 4- الحصول على اصناف جديدة من الخضر الخضرية التكاثر.

تأثير التربية الذاتية على النباتات خلطية التلقيح :

يؤي التلقيح المستمر الى تحويل افراد اية مجموعة نباتية خلطية التلقيح الى حلة الاصله الوراثية، اي تحويل النسل الناتج كله الى افراد اصيلة **Homozygous** بدلا من **Heterozygosis** ولكنها تكون غير متجانسة لان النسل الناتج سيحتوي على مجموعة من السلالات المختلفة فيما بينها وراثيا لكن كل سلالة متشابهه وراثيا (اي نباتاتها تكون متشابهة وراثيا) وتكون كل سلالة متجانسة وراثيا ومظهريا .

ان عدد السلالات او الطرز يمكن حسابه من المعادلة التالية 2^n وهي عدد ازواج الجينات المسؤولة عن الصفة. مثلا اذا احتوى النبات زوجا واحدا خلطيا من الجينات المسؤولة عن صفة معينة فان التلقيح الذاتي المستمر لهذا النبات سيؤدي الى الحصول على سلالتين نقيتين واذا احتوى على عشرة ازواج خلطية اي 2^{10} فان عدد السلالات النقية سيكون 1034 وهكذا. ويعمل التلقيح الذاتي المستمر على خفض نسب الافراد الخلطية وزيادة نسبة الافراد الاصلية وحسب المعادلة التالية :

لحساب نسبة الافراد الاصلية وراثيا نتيجة التلقيح الذاتي المستمر لعدة اجيال نتبع المعادلة التالية:

$$Homozygosity\% = \left[\frac{2^m - 1}{2^m} \right]^n \times 100$$

حيث ان :

m = رقم جيل التلقيح الذاتي (عدد الاجيال)

n = عدد المواقع الوراثية (الجينات) الخلطية في جيل الاباء.

مثال : ماهي نسبة الاصله الوراثية لصفة يحكمها (3) ازواج من الجينات في الجيل الرابع من التلقيح الذاتي ؟

الحل:

$$H\% = \left(\frac{2^m - 1}{2^m} \right)^3 \times 100 = \left(\frac{2^4 - 1}{2^4} \right)^3 \times 100 = 87.89\%$$

تأثير التربية الذاتية (الداخلية) على الشكل المظهري :

يترافق التدهور في الصفات مع التربية الداخلية Inbreeding Depression مثل انخفاض النمو وقلة الإنتاجية وظهور صفات غير مرغوبة كنقص الكلوروفيل والذي يتراوح من نقص بسيط الى نقص كامل في الاوراق، اضافة الى ظهور انعزالات مميتة واخرى منخفضة الحيوية، ومثال على ذلك تدهور نباتات الخضراوات التابعة للعائلة الصليبية بشدة نتيجة التربية الذاتية وكذلك نبات الكراث الذي يصل النقص في قوة النمو فيه الى 35% بعد جيل واحد من التلقيح الذاتي. ومع ذلك هناك بعض المحاصيل تتحمل التربية الذاتية مثل البصل العادي، ولا توجد اي مشكلة في اكثر السلالات المرباة تربية ذاتية. ويمكن حسب نسبة التدهور المصاحب للتربية الداخلية من المعادلة التالية :

$$Inbreeding.Depression = \frac{\overline{F_1} - \overline{F_2}}{\overline{F_1}} \times 100$$

حيث ان: $\overline{F_1}$ و $\overline{F_2}$ متوسط الجيلين الاول والثاني، مع العلم ان الجيل الاول لقح ذاتيا لانتاج الجيل الثاني .

مثال : كان انتاج الجيل الاول من صنف طماطة 10 كغم /نبات اما في الجيل الثاني فكان الانتاج للنبات الواحد 6 كغم ،ما مقدار التدهور الوراثي بين الجيلين ؟

$$\text{التدهور الوراثي} = \frac{\overline{F_1} - \overline{F_2}}{\overline{F_1}} \times 100 = \frac{10 - 6}{10} \times 100 = 40\%$$

تأثير التربية الداخلية (الذاتية) على التركيب الوراثي :

تؤدي التربية الذاتية في المحاصيل خلطية التلقيح الى انعزل سلالات اصلية وراثيا (نقية) تسمى بالسلالات المرباة داخليا (Inbreed lines) والفرق بين هذه السلالات والسلالات النقية الـ (pure line) هو ان السلالة النقية تنشأ نتيجة للتلقيح الذاتي الطبيعي في النبات ذاتية التلقيح، اما السلالات المرباة داخليا فتنشأ نتيجة للتلقيح الذاتي الاجباري (الاصطناعي) في النباتات خلطية التلقيح. وان كلا النوعين من السلالات يصل الى درجة عالية من النقاوة الوراثية (الاصالة) اي Homozygosity والتجانس الوراثي Homogeneity وفيما يلي مثال يبين تكون السلالات الاصلية بالتلقيح الذاتي المستمر :

كلية الزراعة / جامعة ديالى

ليكن لدينا نبات تركيبة الوراثي Aa اي خليط لزوج واحد من الجينات .

تلقیح ذاتي لـ Aa : الجيل رقم صفر (غير انعزالي) S₀

فينتج :

| | | | | |
|------------------------|----------------|------|------|----|
| الجيل الانعزالي الاول | S ₁ | AA : | Aa : | aa |
| | | 1 : | 2 : | 1 |
| الجيل الانعزالي الثاني | S ₂ | 3 : | 2 : | 3 |
| الجيل الانعزالي الثالث | S ₃ | 7 : | 2 : | 7 |
| الجيل الانعزالي الرابع | S ₄ | 15 : | 2 : | 15 |

ويمكن معرفة نسب التراكيب الوراثية الثلاثة لاي جيل من الاجيال الانعزالية اي اجيل التلقیح الذاتي من المعادلة التالية :

$$AA : Aa : aa = (2^m - 1) : 2 : (2^m - 1)$$

حيث ان m رقم الجيل الانعزالي المطلوب .

انتاج السلالات المراباة داخليا (ذاتيا)

على الرغم من امكانية انتاج الصنف الهجين في نباتات خلطية التلقیح من تضريب صنفين محسنين، لكن غالبا ما يتم استخدام السلالات المراباة داخليا Inbreed lines كباء لهجن هذه السلالات.

في البداية ننتخب النباتات التي ستدخل في برنامج التربية الداخلية، ثم تجرى عليها التربية الذاتية وذلك بالتلقیح الذاتي الإجباري على مدى 5 - 7 اجيل للتخلص من الاختلافات البسيطة التي قد تظهر بين نباتات السلالة الواحدة. وتتم المحافظة على السلالات بجمع حبوب لقاح كل سلالة على حد واستعمالها في تلقیح نباتات

السلالة نفسها مع تامين العزل. وتتم خلال مراحل التربية الذاتية التخلص من النباتات ذات الصفات غير المرغوبة. تزرع نباتات كل سلالة منتخبة على حدة وبمسافات زراعة واسعة لكي نتمكن من دراسة كل نبات على شكل منفرد، وينتخب سنويا افضل النباتات من كل سلالة ثم تعاد زراعتها للجيل القادم وهكذا تستمر التربية الى ان تصبح نباتات كل سلالة متجانسة فيما بينها واصلية وراثيا. مع العلم ان بعض السلالات سوف تتدهور بسبب انعزال بعض الجينات الضارة اثناء التربية الداخلية . وبهذا نحصل على سلالات نقية وراثيا يمكن استخدامها لانتاج الهجن من خلال تضريب بعضها ببعض الاخر .

قدرة على التالف بين السلالات :

تتوقف قوة الهجين Hybrid vigor لهجن الجيل الاول على مدى قدرة السلالات الداخلة في التهجين (الاباء) على التالف فيما بينها Combining ability inbreed، فكلما كانت السلالات اكثر تالفا كلما ازدادت قوة الهجين. وبمعنى اخر كلما كانت تراكيبها الوراثية مكملة لبعضها البعض كلما كانت اكثر تاثيرا في قوة الهجين عند اجتماعها معا في الفرد الهجين، مثلا السلالتين :

aa BB cc dd و AA bb CC DD

كلية الزراعة / جامعة ديالى

أكثر من تالفا السلالتين :

aa Bb CC DD و AA BB GG dd

وهذا ويمكن تمييز ثلاثة اشكال من القدرة على التالف :

اولا :

متوسط القدرة على التالف : Average Combining ability

وهي عبارة عن متوسط انتاجية الهجن الفردية التي تدخل فيها هذه السلالة، فمثلا لدينا (5) سلالات هي E ,D , C , B , A فان متوسط قدرة السلالة على التالف هو متوسط انتاجية الهجن الفردية AB , AC , AD , AE .

ثانيا :

القدرة العامة على التالف : General Combining ability

تعرف بانها معدل ناتج هجن السلالة المعينة التي تشترك فيها مع السلالات الاخرى في سلسلة التضريبات. اي تتم مقارنة القدرة العامة على التالف لعدد من السلالات بمقارنة الهجن الفردية الناتجة من تلقيح هذه السلالات مع صنف اختباري Tester Variety، والصنف الاختباري يمكن ان يكون صنف مفتوح التلقيح او صنف تركيبى او هجين زوجي. وتنتج الهجن بين السلالات والصنف الاختباري بما يسمى بالتلقيح القمي Top Cross وهو ان نلقيح السلالات جميعها بالصنف الاختباري ثم نأخذ حاصل هجين كل سلالة على حدة ونختار افضل السلالات التي اعطت هجينا اعلى انتاجا ونستبعد السلالات الضعيفة. والمتفق عليه بين العلماء يتم استبعاد 50% من السلالات الضعيفة اثناء الاختبار وتحديد القدرة العامة على التالف. وعليه نختار افضل الهجن الناتجة من التلقيح القمي، وتحديد ابائها (السلالات الداخلة في التهجين) باعتبارها افضل السلالات التي يمكن ادخلها في عملية التربية والتحسين .

ثالثا :

القدرة الخاصة على التالف : Specific Combining Ability

وتعرف بانها ناتج تلقيح سلالة مع سلالة اخرى او انها قدرة السلالات على التالف مع السلالات الاخرى في الهجن الفردية Single Cross او الثلاثية او الرباعية ويعبر عنها بقوة الهجين التي تظهر في الهجن. وتقدر القدرة العامة على التالف في الهجن الفردية باجراء الاختبار القمي اولا لاستبعاد 50% من السلالات الرديئة وهي التي تكون الاقل في قدرتها العامة على التالف. ثم تجرى التهجينات بين السلالات المنتخبة المتبقية وبكافة الاحتمالات الممكنة لتحديد افضل الهجن الفردية لكل سلالة.

ونستعمل الان معادلات خاصة معقدة لقياس قبلتي التالف الخاصة والعامة، وربما يكون (Sprague and Tatum 1942) اول من استعمل هذه المعادلات الاحصائية، وهي تدرس في الدراسات العليا .

المحاضرة السابعة

التحسين الوراثي للنباتات ذاتية التلقيح كلية الزراعة / جامعة ديالى

يمكن تحسين النباتات ذاتية التلقيح بأحدى الطرق التالية :

اولا- ادخال النباتات Plant Introduction

يعد ادخال النباتات من ارض طرق التحسين الوراثي من وجهة النظر الاقتصادية، ولقد لعب قديما دورا في تطور الزراعة اذ قامت الشعوب بنقل الانواع والاصناف المختلفة من الخضار والفاكهة لزراعتها في اماكن لم يسبق ان زرعت فيها، كما كان للقوافل التجارية والحملات العسكرية اضافة الى العوامل الطبيعية (الرياح، مياه الانهار... الخ) دور بارز في ذلك. ويلاحظ في وقتنا الراهن تنوع كبير في انواع الخضار والفاكهة واصنافها التي يستخدمها الانسان في غذائه اليومي في اية بقعة من بقاع العالم. ولا بد من التمييز بين مفهومين لادخال النباتات هما :

أ - التوطين او التطبيع : وهو عبارة عن عملية نقل النباتات من منطقة ما وزراعتها في منطقة اخرى مشابهة في ظروفها البيئية والمناخية لما هو سائد في المنطقة التي نقلت منها فتنمو هذه النباتات في المنطقة الجديدة بشكل جيد ولا يطرأ اي تغيير على تركيبها الوراثي.

ب - الاقلمة : **Adaptation**: عبارة عن عملية نقل للنباتات من منطقة ما وزراعتها في منطقة اخرى ظروفها البيئية والمناخية مغايرة لما هو سائد في المنطقة التي نقلت منها فتنمو هذه النباتات بشكل مختلف تماما ويطرأ تغير كبير على تركيبها الوراثي وذلك باتجاه التكيف مع الظروف الجديدة وبالتالي تظهر صفات جديدة نتيجة للاختلافات البيئية **Ecological Variation** . ولا تظهر هذه الصفات عند اعادة النباتات الى المنطقة التي نقلت منها .

ان تأقلم النباتات احادية الحول اكثر سهولة من تأقلم النباتات الثنائية والثلاثية الحول والمعمررة لان التغير الذي يحدث في تركيب العشيرة النباتية يتحقق بوساطة التكاثر الجنسي وعلى مدى اجيال عديدة. كما ان عملية التلقيح تسهل من تأقلم النباتات لانها تضمن احتمالات كثيرة جدا لالتقاء الكميته المسؤولة عن ظهور الصفات الجديدة (صفات التأقلم). ويمكن تمييز الاشكال التالية لادخال النباتات :

1- ادخل انواع جديدة غير مزروعة اصلا في الدولة المستوردة.

2- ادخل اصناف جديدة محسنة من الدول المتقدمة زراعيًا.

3- ادخل صفات جديدة للاصناف المزروعة، فمثلا تستورد الاشكال البرية للانواع المزروعة للاستفادة من عامل وراثي واحد (صفة واحدة) او عدة عوامل وليس من كامل التركيب الوراثي حيث يتم نقل العوامل الوراثية الى الاصناف المزروعة عن طريق التهجين والانتخاب.

كلمة الزراعة/علم الوراثة

يجب ان تكون عملية ادخال النباتات منظمة وغير عشوائية ويقوم بها الاختصاصيون في مجال التحسين الوراثي بحيث تخضع لمراقبتهم، اذ يتم ادخال النباتات عادة عن طريق الاتصال او العلاقة مع مراكز الابحاث العلمية الزراعية والبنوك الوراثية العلمية او عن طريق القيام بالرحلات العلمية الاستكشافية التي تتوجه الى مراكز الاختلافات الوراثية (المواطن الاصلية) اذا كان الهدف هو البحث عن النباتات البرية، اما اذا كان الهدف هو البحث عن النباتات المزروعة فتتوجه الى المناطق المشابهة في ظروفها البيئية والمناخية للمنطقة المراد ادخل النباتات اليها. تنقل البذور عادة من اماكن البحث والاستكشاف، اما اذا كانت النباتات تتكاثر لاجنسيا فيجب توفير الظروف الملائمة لنقل الاجزاء الخضرية اثناء النقل والتخزين. وهنا يجب التنويه الى ضرورة جلب كمية من التربة الحاوية على بكتريا العقد الجذرية المتخصصة اذا كانت النباتات المنقولة بقولية.

توضع العينات المستوردة (بذور، اجزاء خضرية) في علب او اكياس خاصة مزودة ببطاقة تعريف يدون عليها تاريخ الجمع ومكانه وتعطى رمزا خاصا كما تدون صفات النباتات التي اخذت منها العينات (الارتفاع، شكل الاوراق، حجم الثمار ولونها) ... الخ .

ولتجنب نقل

المسببات المرضية والحشرية تؤخذ العينات المستوردة الى محطة الحجر الزراعي حيث تزرع في مكان معزول تماما للتأكد من خلوها من الامراض والحشرات. اما بالنسبة للاجزاء الخضرية فان احتمال نقلها للمسببات المرضية والحشرية يكون اكبر لذلك تراقب على مدى عدة اعوام فمثلا بالنسبة للبطاطا تطعم البراعم والعيون على نباتات من النوع نفسه معزولة في بيوت بلاستيكية او زجاجية ثم تؤخذ البراعم من الفروع النباتية وتزرع للمرة الثانية والثالثة وبعد التأكد من خلوها من المسببات المرضية والحشرية يمكن استخدامها في عملية التحسين الوراثي.

تزرع الاشكال النباتية المدخلة بعد التأكد من خلوها من المسببات المرضية والحشرية في محطات الادخال حيث تتم مقلنتها مع صنف محلي مزروع وتسجل جميع صفاتها في مراحل النمو والتطور المختلفة لكي يتسنى الاستفادة منها من قبل القائمين على عملية التحسين الوراثي.

ويتم حفظ المادة النباتية المستوردة من قبل مؤسسات متخصصة (مراكز ابحاث، بنوك وراثية) تقوم بأكثر جميع الاشكال النباتية المدخلة من الدول الاخرى وتخزين بذورها لاستخدامها في برامج التحسين الوراثي .

ثانيا-

الانتخاب Selection

يعد الانتخاب اساس عملية التحسين الوراثي بالاضافة الى كونه الوسيلة الرئيسية المستخدمة من قبل الطبيعة في عملية تطور الانواع النباتية .

تعريف الانتخاب: هو عملية يمكن بواسطتها عزل افراد او مجموعات نباتية من عشيرة مكونة من افراد متباينة في تركيبها الوراثي. وتتميز هذه الافراد المعزولة بامتلاكها لصفة واحدة او عدة صفات غير موجودة لدى بقية افراد العشيرة النباتية .

ولابد من التمييز بين شكلين من الانتخاب هما:

1- الانتخاب الطبيعي التلقائي: ويتمثل بالعملية التي تجري في الطبيعة تلقائيا دون تدخل الانسان على مدى عصور عديدة والتي تعتمد على قانون الطبيعة (البقاء للاكثر تحملا وتأقلمًا مع الظروف الطبيعية الصعبة). وكان العالم الشهير داروين اول من بين الاساس العلمي للانتخاب الطبيعي في كتابه (نشوء الانواع بطريقة الانتخاب الطبيعي) فقد اشار الى ان الافراد النباتية التي تملك تفوقا ولو بسيطا جدا بالمقارنة مع بقية افراد العشيرة النباتية تملك فرصا افضل من التكاثر والبقاء وبالتالي فان اي انحراف او تغيير ضار مهما كان ضئيلا فانه يؤدي في النهاية الى اندثار الافراد التي ظهر فيها.

2- الانتخاب الاصطناعي او الهادف: هو عبارة عن عملية موجهة من قبل الانسان حيث يقوم بأدخاب مايلئم متطلباته واحتياجاته من النباتات. وقد قسم داروين الانتخاب الاصطناعي الى مايلي :

أ- الانتخاب الاصطناعي الفطري او العفوي : ويتمثل بما قام به الانسان عبر العصور الماضية بشكل عفوي بأنتخابه للانواع النباتية التي تتوافق مع ذوقه ثم انتخابه للبذور الكبيرة الحجم عند اكثاره لهذه الانواع بعد استزراعها لها.

ب- الانتخاب الاصطناعي المنظم : ويتمثل بما قام به ويقوم به العاملون في مجال التحسين الوراثي فهو عملية موجهة يحدد القائم على عملية التحسين الوراثي هدفها وبمعنى اخر يحدد الصفة او الصفات التي سيعمل على تحسينها ويضع خطة علمية مدروسة لتحقيق الهدف.

ولابد هنا من التنويه الى وجود ارتباط وثيق ومستمر بين كلا الانتخابين الطبيعي التلقائي والاصطناعي اذ لاتنجم عملية التحسين الوراثي مالم يأخذ القائمون عليها بعين الاعتبار وجهة الانتخاب الطبيعي الذي خضعت له العشيرة او العائلنر النباتية التي يتم التعامل معها فمثلا لا يمكن استنباط صنف جديد تتحمل نباتاته ظروف بيئة ومناخية معينة من عشائر نباتية لاتتحمل بعض نباتاتها مثل هذه الظروف.

يتلخص جوهر عملية الانتخاب بالتحكم بعامل الوراثية والتغيير المميزين للكانتات الحية، وتتوقف فعالية عملية الانتخاب ونتائجها على مدى وجود الاختلافات الوراثية اذ لاينجح الانتخاب في عشيرة مكونة من نباتات مماثلة وراثيا.

ان الانتخاب لا يولد الاختلافات الوراثية لكنه يؤدي الى الحصول على نتائج جيدة اذا استند الى اختلافات يمكن توريثها بين الافراد مهما كانت هذه الاختلافات كبيرة او طفيفة. ويتوقف طول الفترة الفعلة والمجدية من

الانتخاب على عدد الجينات المتحركة في اظهر الصفة التي يجري عليها الانتخاب ويقف أو ينهي تأثيره عند الوصول الى التماثل الوراثي.

ان الهدف الرئيسي لعملية الانتخاب هو الحصول على مادة نباتية متجانسة في جملة الصفات القيمة المرغوبة (الصنف الجديد) ويتحقق هذا الهدف في حالة النباتات ذاتية التلقيح عند الوصول الى مادة نباتية نهائية منتخبة تركيبها الوراثي تماثل العوامل الوراثية بالنسبة للمورثات المسؤولة عن الصفات القيمة، وفي حالة النباتات خلطية التلقيح عند الوصول الى مادة نباتية نهائية منتخبة يكون تركيبها الوراثي مختلف العوامل الوراثية بالنسبة للمورثات المسؤولة عن الصفات القيمة لكنها تملك اضافة للمورثات هذه نظائرها التي تبدي ايضا تأثيرا مشابها في ظهور هذه الصفات.

ومن اجل تحقيق مسألة التماثل في العوامل الوراثية بالنسبة للمورثات المسؤولة عن الصفات القيمة عند النباتات ذاتية التلقيح تستخدم طرق الانتخاب التالية :

1- الانتخاب الاجمالي Mass selection

- العام الاول يتم انتخاب نباتات الايليت من المادة الاولية اعتمادا على الصفات الشكلية وقد يصل عدد النباتات المنتخبة (الايليت) الى بضع مئات او الاف وتجمع بذورها في وعاء واحد (تخلط بذور نباتات الايليت مع) .
- العام الثاني تررع بذور النباتات التي تم الحصول عليها في العام الاول ثم تجري عملية انتخاب نباتات الايليت وتجمع بذورها في وعاء واحد ايضا.
- وتستمر عملية الانتخاب حتى الوصول الى مادة متجانسة في جملة الصفات القيمة المرغوبة (الصنف الجديد).

تتميز طريقة الانتخاب الاجمالي ببساطتها وسهولة القيم بها وهي تستخدم على نطاق واسع من قبل المؤسسات والشركات المنتجة للبذور لتخليص الاصناف من الصفات الرديئة والحفاظ عليها من التدهور وبالتالي

للحفاظ على النقاوة الصنفية. وبما ان انتخاب النباتات في هذه الطريقة من الانتخاب يتم على اسس الشكل الظاهري فقط لذلك يمكن تليخيص مساوي هذه الطريقة بما يلي :

- أ- لايمكن معرفة ما اذا كانت النباتات المنتخبة اصيلة او خلطية وراثياً اذ ان النباتات الخلطية سوف تسبب انعزالات وراثية في الجيل التالي لانتخاب مما يترتب عليه اعادة عملية الانتخاب الاجمالي .
- ب- صعوبة تحديد ما انا كان فوق النباتات المنتخبة عاندا الى عوامل الوراثة او عوامل البيئة .

2- الانتخاب الفردي Individual selection

او انتخاب السلالة النقية Pure –Line selection

يتلخص مبدأ هذه الطريقة بانتخاب واكثر النباتات افراديا ثم اخضاعها لاختبار النسل ولعدة اجيال بهدف استبعاد السلالات (نسل الافراد) الرديئة المنتخبة عن طريق الخطأ او الصدفة مما يفسح المجال للتمييز بين الاختلافات الوراثية والبيئية نظرا لمقارنة مئات السلالات على مدى عدة اعوام في ظروف بيئية متباينة.

السلالة النقية :

هي النسل الناتج من نبات واحد اصلي ذاتي التلقيح او عدة نباتات اصيلة ذاتية التلقيح متشابهة في تركيبها الوراثي شريطة عدم حدوث اي تغيير في هذا التركيب خلال عمليات التكاثر .

نظرية السلالة النقية The pure line theory

ان النسل الناتج من نبات واحد منتخب من مجموعة من النباتات ذاتية التلقيح ينتظران يكون متماثلا ومشابها لهذا النبات كما ينتظر ان يتكاثر ويعطي نباتات متماثلة تشبهه تماما .

توصل العلماء نتيجة لتطبيق نظرية السلالة النقية الى عدم فعالية الانتخاب الفردي في تحسين الاصناف ذاتية التلقيح النقية والمعنى جيدا بأكثرها في حين يكون فعالا عندما تكون هذه الاصناف خلطية وبمعنى اخر عندما يكون كل صنف مزيجا من عدة سلالات نقية نتيجة لاسباب متعددة منها الخلط الميكانيكي او الخلط الوراثي الناجم عن التلقيح الخلطي بين الاصناف رغم انخفاض نسبته عند الاصناف ذاتية التلقيح بالاضافة الى حدوث الطفرات الجينية .

ان النسل الناتج من بذرة واحدة لسلالة نقية سيكون متشابها ولا يحدث فيه اي انعزال وعليه فان اي اختلافات في افراد هذا النسل ستعزى الى العوامل البيئية، لهذا ليس هناك اية فائدة من الانتخاب داخل السلالة النقية لتشابه جميع نباتاتها في التركيب الوراثي **Genotype** لذلك فان تفاعلها مع عوامل البيئة سيكون بالطريقة نفسها التي تفاعلت بها ابؤها وكذلك اي فرد اخر من افراد السلالة في الاجيال التالية.

اختبار النسل Progeny Test :

لتقييم اي فرد منتخب تزرع بذوره ويختبر النسل الناتج عنه وبوساطة هذا الاختبار يمكن التمييز بين الاختلافات الوراثية والبيئية عند الافراد المختبرة اذ ان الاختلافات الوراثية هي التي تظهر في النسل الناتج. ويمكن من معرفة هل الصفات اصيلة وراثيا ام هجينية. فإذا كن الفرد خليطا يمكن معرفة الصفات السائدة من المتنحية حيث تنعزل الاخيرة اذا كانت موجودة في الفرد الاصلي ولكن غير ظاهرة بسبب وجود السائدة. وتجري طريقة الانتخاب الفردي او انتخاب السلالة النقية كما يلي:

- العام الاول: يتم انتخاب نباتات فردية (نباتات الايليت) من المادة الاولية المكونة من مجموعة من الاصناف والاشكل النباتية المتميزة بالاختلافات الوراثية الكثيرة مع التنويه الى انه في حال عدم احتواء المادة الاولية على اشكال نباتية متفوقة في بعض صفاتها فانه لن يظهر اي تفوق في المراحل التالية من عملية الانتخاب .

ان الانتخاب المبني هذا مهم جدا لان الاختلافات الوراثية في هذه المرحلة تكون أكثر بكثير مما قد يظهر من اختلافات في الانسل الناتجة عن زراعة بنور النباتات المنتخبة لذلك فإنه لا يوجد عدد محدد لنباتات الايليت المنتخبة اذ يتراوح بين بضع مئات الى بضعة الاف .

تزرع بنور كل صنف او شكل نباتي عادة في لوح صغير او خط او خطين وذلك تبعا لكمية البذور المتوفرة (يجب حفظ جزء من البذور كاحتياط لزراعتها في حال حدوث اية كارثة تصيب النباتات المزروعة) ويزرع الى جانبها صنف محلي للمقارنة (شاهد).

يتم في هذه المرحلة التركيز على صفات هامة مثل التأقلم مع الظروف البيئية والمناخية وانتظام النمو والتكبير في النضج والحالة العامة للصنف .

- العامين الثاني والثالث : يتم اختبار نسل نباتات الايليت المنتخبة على مدى عامين مع التركيز على الصفات الشكلية فقط. ففي العام الثاني يزرع خط ببذور كل نبات منتخب وتراقب صفات النباتات الناتجة وبالنتيجة تستبعد الخطوط التي تظهر فيها صفات غير مرغوبة وتجمع بذور كل من الخطوط المتبقية في وعاء مستقل. وفي العام الثالث تزرع بنور كل عائلة في ثلاث مكررات يتكون كل منها من 3-5 خطوط.

- الاعوام الرابع والخامس والسادس : يتم خلالها التأكد من مدى ملائمة العائلات مع الظروف البيئية والمناخية السائدة في المنطقة من جهة ومقارنة انتاجيتها من جهة اخرى اضافة الى المقاومة للأمراض والحشرات المختلفة.

ويمكن القول ان الصنف الناتج عن الانتخاب الفردي ينشأ من نبات فردي اصيل تم انتخابه ثم اكثاره بالتلقيح الذاتي الطبيعي فاعطى نباتات مماثلة له متشابهة فيما بينها مكونة للسلالة النقية التي تتحول بعد اجتيازها لاختبارات عديدة الى الصنف التجاري الجديد.

يمكن تلخيص مميزات طريقة الانتخاب الفردي فيما يأتي :

- 1- معقدة وتحتاج الى جهد كبير مقارنة مع طريقة الانتخاب الاجمالي.
- 2- تمكن من دراسة نسل النباتات المنتخبة وتحديد الاختلافات الوراثية فيها.
- 3- لا تولد تراكيب واثية جديدة وانما تعزل التراكيب الوراثية المتفوقة الموجودة اصلا في المادة الاولية.

ثالثا : التهجين Hybridization : له عدة اشكال :

1- التهجين البسيط او المباشر Straight cross.

2- التهجين المتعدد Multiple cross.

3 - التهجين الرجعي Back cross.

ويعقب عمليات التهجين اجراء عملية الانتخاب على الاجيال الانعزالية بطرق مختلفة تبعاً لنوع التهجين.

1- التهجين البسيط او المباشر Straight cross:

يدخل في التهجين ابوان فقط مثل التهجين بين صنفين آ و ب (آ × ب).

وبعد اجراء التهجين تجرى عمليات الانتخاب على الاجيال الانعزالية باحدى الطريقتين التاليتين: _

1- طريقة تسجيل النسب Pedigree method.

2- طريقة التجميع Bulk method.

طريقة تسجيل النسب Pedigree method:

يبدأ الانتخاب بدءاً من الجيل الثاني F_2 إذ تنتخب النباتات ذات الصفات المرغوبة وتزرع بذور كل من هذه النباتات المنتخبة في خطوط الجيل الثالث بحيث يحوي كل خط 25-30 نباتاً. ثم تنتخب أفضل النباتات في أفضل الخطوط وتزرع بذورها في خطوط او عائلات الجيل الرابع ويستمر الانتخاب على مدى الاجيال الرابع والخامس والسادس وعند الوصول الى الجيل السابع تصبح غالبية الاعنات منتظمة النمو ونباتاتها متشابهة بدرجة كبيرة لذلك يبدأ التركيز على صفة الانتاجية ويستمر ذلك حتى الجيل الثاني عشر.

هذا ومن الممكن الاحتفاظ ببذور نباتات ما يتبقى بعد الانتخاب في الجيلين الثالث والرابع لزراعتها واجراء تجارب مقارنة مبدئية للانتاجية، الامر الذي يمكن من استبعاد بعض العائلات المنتخبة لانخفاض كفاءتها الانتاجية.

تنجح هذه الطريقة عندما تكون الصفات المرغوبة المراد جمعها في الصنف الجديد ظاهرة وواضحة ويمكن تمييزها بسهولة في الحقل كما يمكن الانتخاب على اساسها في الاجيال الانعزالية المبكرة للتهجين.

تتميز هذه الطريقة بما يلي:

كلية الزراعة / جامعة ديالى

1- تحتاج الى جهد كبير.

2- تحتاج الى تسجيل دقيق للمعلومات التي يتم الحصول عليها من النباتات المنتخبة.

3- تختصر عدد النباتات من جيل الى اخر الى حوالي 10% من مجموع النباتات المزروعة في كل جيل (النباتات التي تجمع الصفات المرغوبة في الابوين).

4- تمكن القائم عليها من اجراء دراسات وراثية لمعرفة السلوك الوراثي وعدد المورثات المسؤولة عن الصفات التي يختلف فيها الابوان.

وسنستعرض المثال التالي لشرح طريقة الانتخاب بتسجيل النسب بعد اجراء التهجين المباشر :

لنفترض ان الغرض من التهجين هو جمع بين الصفات التالية في الطماطة. التبكير في النضج، التحمل لدرجات الحرارة المرتفعة، المناعة ضد مرض اللفحة والانتاجية المرتفعة.

ليكن لدينا الصنف A الذي يتميز بصفتي التبكير في النضج والانتاجية المرتفعة.

والصنف B يتميز بصفتي التحمل لدرجات الحرارة المرتفعة والمناعة لمرض اللفحة.

- العام الاول : يجري التهجين بين الصنفين الابوين A x B

-العام الثاني: زراعة 10- 25 نباتا من الجيل الاول ومقارنة صفاتها مع نباتات الابوين التي تزرع بجانبها لتسهيل المقارنة وبالنتيجة تنتخب النباتات الهجينة وتستبعد النباتات غير الهجينة المشابهة للابوين.

- العام الثالث: زراعة 2000- 6000 نبات من نباتات الجيل الثاني ويزرع معها بلبتبادل احد اصناف الطماطة غير المقاومة لمرض اللفحة وتجري عدوى اصطناعية وبالنتيجة ينتخب حوالي 10% من نباتات الجيل الثاني وهي النباتات التي تحوي على الصفات المرغوبة من الابوين معا قدر الامكان.

- العام الرابع : يزرع الجيل الثالث بحيث يزرع خط من كل نبات منتخب ويزرع بالتبادل معها خطوط من صنف الطماطة غير المقاومة لمرض اللفحة (يحتوي حقل الجيل الثالث على 200 - 600 خط).

ويلاحظ في هذا الجيل ظهور بعض العائلات الاصيلية في بعض الصفات لكنها تكون خليطة بالنسبة لصفات اخرى لذلك يتم انتخاب نباتات فردية ويتبقى في النتيجة 50- 100 عائلة فقط.

- العام الخامس الى الثامن : تستمر زراعة بنور كل نبات منتخب من كل عائلة في خطوط تمثل هذه العائلة في الجيل التالي ولهذا يختلف عدد خطوط كل عائلة تبعا لعدد النباتات المنتخبة منها في العام السابق. ودائما تنتخب افضل نباتات من افضل العائلات مع استبعاد عائلات بكملها. ومن المنتظر ان تصل العائلات الى حالة الاصاله الوراثية وتصبح نباتاتها مماثلة في نهاية هذه المدة. ومن المنتظر ايضا ان يصل عدد السلالات الجيدة بعد هذه المدة الى حوالي 25- 50 سلالة.

- العام التاسع : تجرى تجارب مبدئية لمعرفة الكفاءة الانتاجية للسلاسل المنتخبة في العام السابق وبلنتجة تستبعد السلاسل ذات الانتاجية المنخفضة.

- العام العاشر الى الثالث عشر: تجرى مقارنة للسلاسل المنتخبة مع بعض الاصناف التجارية المنتشرة زراعتها في المنطقة وتستبعد كل عام كل السلاسل الاقل انتاجية من هذه الاصناف التجارية مع استمرارية مراقبة الصفات الاخرى طبعا.

وفي النهاية يتم اختيار سلالة واحدة فقط متفوقة على الاصناف التجارية (الصنف الجديد).

طريقة التجمع Bulk method:

تتلخص بزراعة البذور الناتجة معا دون اجراء الانتخاب وذلك بدءا من الجيل الثاني وحتى الجيل الخامس ثم يبدأ بعد ذلك انتخاب النباتات الفردية المتفوقة التي تحوي على الصفات المرغوبة. وابتداء من الجيل الخامس تكون اعداد كبيرة من النباتات قد وصلت الى حلة الاصاله الوراثية في الكثير من الصفات. ومن الممكن تعريض النباتات الى عدوى اصطناعية لمعرفة الصفات المقاومة.

وسنستعرض فيما يلي مثلا يوضح الانتخاب بطريقة التجميع بعد اجراء التهجين المباشر:

-العام الاول: اجراء التهجين $A \times B$.

-العام الثاني: زراعة 10-25 نباتا من نباتات الجيل الاول.

-العام الثالث: زراعة بنور نباتات الجيل الثاني معا وجمع بذور النباتات الناتجة في وعاء واحد.

- العام الرابع الى السادس: زراعة بنور النباتات التي يتم الحصول عليها في العام السابق.

-العام السابع: زراعة النباتات على مسافات منتظمة لتسهيل دراستها واجراء الانتخاب عليها كما تجرى عدوى اصطناعية وبالنتيجة ينتخب حوالي 1000 - 5000 نبت مقاوم من نباتات الجيل السادس.

-العام الثامن: زراعة بنور كل نبت منتخب في خط مستقل وعلى مسافات منتظمة لانتخاب 100-200 خط (كل خط يعد سلالة).

-العام التاسع: زراعة خط او خطين (طول الخط 3-4 م) من كل سلالة متفوقة في صفاتها الظاهرية على السلاسل الاخرى. واجراء مقارنة مبدئية للانتاجية.

-العام العاشر الى الرابع عشر: مقارنة الانتاجية (كما ورد سابقا في طريقة تسجيل النسب).

-العام الخامس عشر: اثمار السلالة المتفوقة على الاصناف التجارية.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

2- التهجين المتعدد : Multiple cross

يتلخص بتهجين ازواج من الاصناف : $H \times G$ $F \times E$ $D \times C$ $B \times A$

ثم التهجين بين الازواج الاجيال الاولى : $H G \times EF$ $CD \times AB$

ثم يجرى التهجين بسن الاسال : $EFGH \times ABCD$

لينتج في النهاية نسل مشترك بين هذه الاصناف هو : $. ABCDEFG$

ويؤخذ على التهجين المتعدد احتواء بعض الاصناف الداخلة في التهجين على بعض الصفات الرديئة غير المرغوب فيها والتي ربما تظهر في عدد كبير من النباتات عند انعزال الصفات لذلك يلزم عدد كبير من النباتات خلال الاجيال المنعزلة بعد اجراء التهجينات المتعددة وهذه الاجيال تعامل تماما كما ورد سابقا في طريقي الانتخاب بتسجيل النسب والانتخاب بطريقة التجميع .

3 - التهجين الرجعي : Back cross

يتم اللجوء الى طريقة التهجين الرجعي عند الرغبة باضافة صفة او صفتين بسيطتين وراثيا الى صنف تجاري متفوق في عدد كبير من الصفات. اذ تجرى سلسلة من التهجينات الرجعية مع الصنف المراد تحسينه مع التركيز خلال عملية الانتخاب في كل جيل على الصفة او الصفتين المرغوب اضافتهما له. وعند انتهاء عملية التهجين الرجعي ستكون المورثة او المورثات المسؤولة عن الصفات المراد نقلها الى الصنف خليطة **Heterozygous** بعكس جميع المورثات الاخرى التي تكون جميعها قد تحولت الى الحالة الاصلية لذلك يترك النسل بعد اخر تهجين ليتلقح ذاتيا مع الانتخاب لتحويل هذه الصفات الخلطية الى اصلية، وبالنتيجة يتم الحصول على صنف جديد يتميز بجميع صفات الصنف القديم. اضافة الى الصفة او الصفتين اللتين تفوق بهما على الصنف القديم ويسمى الصنف التجاري المراد تحسينه بالاب الرجعي **Recurrent Parent** اما الصنف الذي سيتم الحصول منه على الصفة او الصفتين الممتازين بالاب غير الرجعي **Non recurrent parent**.

ان عدد التهجينات الرجعية الواجب القيام بها يتراوح بين 2 - 8 بحسب ما يريده المحسن الوراثي من تركيز صفات الاب الرجعي في الصنف الجديد . كما ان العملية تسير بسهولة اذا كانت الصفات المراد اضافتها سهلة التمييز وبسيطة وراثيا (المسؤول عنها زوج او زوجان من العوامل الوراثية السائدة). اما اذا كانت هذه الصفات متنحية فان العملية تطول وتبطل نظرا لضرورة الانتظار بعد كل تلقيح رجعي عاما كاملا يترك فيه النسل الناتج للتلقح الذاتي لكي تعطى الفرصة للمورثات المتنحية بالظهور حتى يمكن لتخابها واجراء التهجين الرجعي عليها ثانية.

كتابة الزراعة/جاءت بدلا

يمكن فهم الاساس الوراثي لطريقة التهجين الرجعي بمقارنتها مع التلقيح الذاتي ففي عملية التلقيح الذاتي لنبات خليط يكون نصف النسل في الجيل الثاني اصيلا والنصف الاخر خائطا فمثلا يحتوي الجيل الثاني للتضريب $AA \times aa$ على $AA\%25$ و $Aa\%50$ و $aa\%25$ وعلى الرغم من ان نصف هذا النسل اصيل الا ان نصف هذا الجزء الاصيل يحوي الصفة المرغوبة AA . لكن اذا هجن الجيل الاول رجعا مع الاب AA بدلا من تركه يتلقح ذاتيا فانه من المنتظر الحصول على $Aa\%50 : AA\%50$ وبذلك يكون نصف النباتات الناتجة محتوية على الصفة المرغوبة بحالة اصلية. ومن المنتظر ان يعم ذلك بالنسبة لكل ازواج المورثات التي يختلف فيها الابوان. وبتكرار عملية التهجين الرجعي مع الاب نفسة باستمرار فسيتحول النسل الناتج تدريجيا ليشبه الاب الرجعي، اي ان التركيب الوراثي للنسل سوف يتركز في تركيب واحد بدلا من توزيعه على عدد من التراكيب الوراثية المختلفة كما هي الحال في التلقيح الذاتي المستمر.

يتحول النسل الناتج عن التلقيح الرجعي المستمر الى الاصلالة الوراثية بالسرعة نفسها التي يتحول بها النسل الناتج عن التلقيح الذاتي المستمر وفق المعادلة الاتية :

$$H = \left[\frac{(2^m - 1)}{2^m} \right]^n \times 100$$

H = نسبة الافراد الاصلية في اي جيل من التلقيح الرجعي.

m = عدد مرات التلقيح الرجعي .

N = عدد ازواج المورثات المستقلة.

ان هذه المعادلة هي نفسها المستخدمة في معرفة نسبة الاصلالة الوراثية في النسل الناتج عن تلقيح الذاتي المستمر. وعليه يمكن حساب النسبة المنتظرة للنباتات الاصلية بعدد m من اجيل التلقيح الرجعي وذلك في عدد n من الصفات الاتية من الاب الرجعي. فمثلا اذا اختلف الابوان في 10 ازواج من المورثات ولم يحدث انتخاب في النسل الناتج فبعد ستة تهجينات رجعية سوف يحوي النسل الناتج 85% من النباتات الاصلية والمشابهة تماما للاب الرجعي في المورثات العشرة.

ويلاحظ ان عملية التهجين الرجعي ما هي الا تحويل لعملية التلقيح الذاتي وذلك بالنسبة للاب الرجعي اذ انه سوف نصل في النهاية الى التركيب الوراثي للاب الرجعي والانتخاب الوحيد الواجب القيام به هو الصفة او الصفتان المراد نقلها من الاب غير الرجعي.

وسنستعرض فيما يلي مثالا لطريقة التهجين الرجعي :

- العام الاول : يتم التهجين بين الصنف التجاري الجيد (الاب الرجعي) والصنف المراد نقل الصفة منه الى الصنف التجاري (الاب غير الرجعي) ولتكن هذه الصفة هي المقاومة لمرض ما .

- العام الثاني : يزرع 5 – 10 نباتات من النباتات الجيل الاول F_1 وتهجن رجعيا الى الصنف التجاري الجيد (الاب الرجعي)

- العام الثالث : تزرع نباتات B_1 (النتيجة عن التهجين الرجعي الاول) ويجرى لها عدوى اصطناعية بمسببات المرض ثم التهجين الرجعي ل 10 – 20 نباتا مقاوما مع الاب الرجعي.

- العام الرابع الى السابع : تجرى عدوى اصطناعية لنباتات B وينتخب منها 30-50 نباتا مقاوما وتهجن رجعيا .

- العام الثامن والتاسع : تجري عدوى اصطناعية لنباتات B_6 وينتخب منها 400 – 500 نباتا مقاوما لكي تزرع في العام التالي وينتخب منها 100 – 200 خط اصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة النمو ومتشابهة للاب الرجعي في جميع الصفات .

- العام العاشر: يزرع الصنف الجديد الى جانب الصنف الرجعي للمقاومة بهدف التأكد من ان الصنف الجديد الذي تم الحصول عليه نتيجة لعمليات التهجين الرجعي مشابه تماما للاب الرجعي في جميع صفاته عدا صفة المقاومة .

الصنف A x الصنف B



كلية الزراعة / جامعة ديالى

الاب غير الرجعي (مقاوم للمرض)

الاب الرجعي (غير مقاوم للمرض)

الاب الرجعي (التهجين الرجعي الاول)

x

50% من مورثات الاب المقاوم F_1 

الاب الرجعي (التهجين الرجعي الثاني)

x

75% من مورثات الاب المقاوم B_1 

الاب الرجعي (التهجين الرجعي الثالث)

x

87.5% من مورثات الاب المقاوم B_2 

الاب الرجعي (التهجين الرجعي الرابع)

x

93.75% من مورثات الاب المقاوم B_3 

ألقاح ذاتي

نباتات اصلية وراثيا في صفة المقاومة

(صنف جديد مشابه للصنف التجاري ومقاوم للمرض)

المحاضرة الثامنة

التحسين الوراثي للنباتات خلطية التلقيح

ان كل طرق التحسين الوراثي للنبات ذاتية التلقيح مبنية على اساس الحقيقة الوراثية القنلة ان التلقيح الذاتي يؤدي الى تثبيت الجينات في تراكيب وراثية متماثلة Homozygous بينما في حالة النباتات خلطية التلقيح فان التلقيح الخلطي يؤدي الى ما يلي :

- 1- تم التجانس الوراثي Heterogeneity : اي ان التراكيب الوراثية تكون متعددة ومتباينة في حين تكون عند النباتات ذاتية التلقيح مكونة من تركيب وراثي واح او عدد من التراكيب الوراثية الاصلية .
- 2- عدم التماثل الوراثي Heterozygosity : اي ان التراكيب الوراثية تكون غير متماثلة كما يوجد تباين وراثي ايضا بين الأفراد داخل الصنف الوراثي الواحد لذلك يوصف الصنف بانه خليط وغير متماثل وراثيا. وعموما يحتفظ الصنف الخلطي التلقيح بخواصه الوراثية العامة اذا كان يتكاثر في مكان معزول عن الاصناف الاخرى .

يستخدم لتحسين النباتات خلطية التلقيح عدة طرق هي :

اولا : ادخال النباتات plant Introduction : ويتبع فيها ما اتبع في النباتات ذاتية التلقيح .

ثانيا : الانتخاب الاجمالي وله شكلان Mass selection

1- الانتخاب الاجمالي البسيط :

تجرى هذه الطريقة من الانتخاب كما يلي :

- في العام الاول: يتم تقييم نباتات المادة الاولية وينتخب افضلها (نباتات الايليت) ثم تنقل نباتات الايليت لتزرع في قطعة ارض مستقلة و معزولة ليتم التلقيح الخلطي فيما بينها فقط، اما اذا كانت نقل نبات الايليت من مكانها يؤدي الى الحاق اضرار جسيمة بها فيفضل تركها في مكانها وتقلع من جانبها النباتات الاخرى.
- في العام الثاني: يتم الحصول على بنور نباتات الايليت وتجمع معا في وعاء واحد .
- في العام الثالث: تزرع بذور نباتات الايليت ، ويتم تقييم النباتات الناتجة عنها لانتخاب افضلها ويكرر ماسبق ذكره . ويستمر ذلك على مدى اعوام حتى الوصول الى مادة نباتية منتخبة نهائية تكون متجانسة في جملة الصفات القيمة والمرغوبة (الصنف الجديد).

1- الانتخاب الاجمالي المعدل :

تختلف الطريقة من الانتخاب عن طريقة الانتخاب الاجمالي البسيط بانه بعد انتخاب نباتات الايليت من عشائر المادة الاولية تجرى عملية تقييم اخرى في حدود نباتات الايليت لانتخاب نباتات سوبر ايليت وذلك اعتمادا على بعض الصفات الاضفية. فمثلا في حالة الشوندر الاحمر تعمل مقاطع عرضية في جذور نباتات الايليت وينتخب

كلمة الزراعة / جملته

أفضلها أي تنتخب نباتات السوبر ايليت التي تكون المقاطع العرضية لجذورها ذات لون أحمر فاتح إلى أبيض، أما بالنسبة لأصناف اللهانة العادية القابلة للتخزين فينتخب من نبات الإيليت الأكثر تحملاً للتخزين (نبات السوبر ايليت) وبالنسبة لأصناف الفاصوليا التي تزرع من أجل بذورها فيتم لاختاب النباتات السوبر ايليت بعد جفاف الثمار (القرون) واستحصال البذور منها وبذلك تتم معرفة النباتات ذات البذور الكبيرة الحجم. وفي كل الحالات تنقل النباتات السوبر ايليت لتزرع في مكان مستقل ومعزول ليتم التلقيح الخلطي فيما بينها فقط . تستخدم البذور التي يتم الحصول عليها من النباتات الإيليت في الأكثر أو في الاختبارات أما بذور النباتات السوبر ايليت فتزرع لمتابعة عملية الانتخاب على مدى عدة أجيال حتى الوصول إلى المادة النباتية المنتخبة النهائية المتجانسة في جملة الصفات القيمة المرغوبة.

تمتاز كلا طريقتي الانتخاب الاجملي بسهولة وبساطتهما لكن عيبها الوحيد يتلخص في ان الاليلات المتنحية للجينات المسؤولة عن الصفات الرديئة تبقى في العشيرة النباتية ولا يمكن استبعادها وبمعنى اخر فان النباتات المنتخبة من المحتمل ان تكون متماثلة كميات بالنسبة للمورثات المسؤولة عن الصفات الجيدة او تكون مختلفة كميات، وفي هذه الحالة ستظهر الصفات غير المرغوبة في الجيل التالي وذلك لحدوث الانعزالات في الجينات المسؤولة عن الصفات الرديئة. وهذا تعطي كلا الطريقتين من الانتخاب نتائج سريعة وجيدة خاصة عند اتفاق وجهتيهما مع وجهة الانتخاب الطبيعي فمثلا عند استنباط صنف مقاوم للصقيع من عشائر المادة الاولية التي تزرع في المناطق الباردة فان عملية الانتخاب هذه ستنتج لان وجهة الانتخاب الاصطناعي متفقة مع وجهة الانتخاب الطبيعي.

ثالثا – الانتخاب العائلي : له عدة اشكال:

- 1- الانتخاب العائلي بدون العزل .
 - 2- الانتخاب العائلي مع العزل .
 - 3- الانتخاب العائلي بطريقة التهجين الزوجي .
 - 4- الانتخاب العائلي بطريقة الانصاف.
- وفيما يلي توضيح لكل شكل من اشكال الانتخاب المذكورة:

1- الانتخاب العائلي بدون العزل :

يمكن تلخيص هذه الطريقة من الانتخاب كما يلي:

- العام الاول : يتم تقييم نباتات المادة الاولية لانتخاب نباتات الإيليت التي تنقل لتزرع في قطعة ارض مستقلة ومعزولة .

- العام الثاني : الحصول على بذور كل من نباتات الإيليت في وعاء مستقل .

كتابة الزراعة والعزل بين العائلات

- العام الثالث : زراعة بذور كل من نباتات الايليت في قطعة ارض مستقلة دون العزل بين العائلات لتقييم العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة حتى ولو احتوت على بعض النباتات المتفوقة في صفاتها. ثم تجرى عملية تقييم اخرى لنباتات الايليت في ما تبقى من عائلات جيدة لانتخاب نباتات السوبر ايليت. تنقل بعد ذلك نباتات الايليت من جميع العائلات لتزرع معا في قطعة ارض مستقلة لاستخدامها في الاكثار والاختبارات كما تنقل نباتات السوبر ايليت من جميع العائلات ايضا لتزرع معا في قطعة ارض لمتابعة الانتخاب عليها.

ويستمر تكرار ما سبق ذكره لعدة اعوام وعدة اجيال حتى الوصول الى الهدف من عملية الانتخاب.

2- الانتخاب العائلي مع العزل:

تجرى هذه لطريقة من الانتخاب كما يلي:

- العام الاول : يتم تقييم نباتات المادة الاولية لانتخاب نباتات الايليت التي تنقل لزراعتها في قطعة ارض مستقلة ومعزولة.

- العام الثاني: الحصول على بذور كل من نباتات الايليت في وعاء مستقل.

- العام الثالث: زراعة بنور كل من نباتات الايليت في قطعة ارض مستقلة ومعزولة حتى لا يحدث التلقيح الخلطي بين العائلات الناتجة. ثم يجرى تقييم للعائلات بهدف استبعاد الرديئة منها حتى ولو احتوت على نباتات الايليت. بعد ذلك تنقل نباتات الايليت من كل عائلة من العائلات المتبقية لتزرع في قطعة ارض مستقلة ومعزولة.

- العام الرابع : الحصول على بذور كل من نباتات الايليت في وعاء مستقل.

ويستمر تكرار ما سبق ذكره حتى الوصول الى المادة النباتية المنتخبة النهائية المتجانسة في جملة الصفات القيمة المرغوبة.

تتميز هذه الطريقة من الانتخاب عن طريقة الانتخاب العائلي بدون العزل بكونها اكثر فعالية لكنها معقدة وتحتاج الى الكثير من الجهد كما ان نقطة الضعف الوحيدة فيها تتلخص بلحتمال حدوث التلقيح الذاتي في النباتات الخلطية التلقيح الامر الذي يعكس بشكل سلبي على حيوية النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي ويؤدي الى انخفاض كبير في انتاجيتها مما يصعب من عملية تقييمها.

3- الانتخاب العائلي بطريقة التهجين الزوجي:

تجرى هذه الطريقة كما يلي:

- العام الاول : يتم تقييم نباتات المادة الاولية لانتخاب نباتات الايليت. ثم ينقل كل نباتين منتخبين قريبين في صفاتهما ويزرعان بجانب بعضهما بعضاً. وفي مرحلة الازهار تغطي الأزواج النباتية بالعوازل لضمان حدوث التلقيح الخلطي بين نباتي كل زوج من هذه الأزواج فقط.

- العام الثاني : يتم الحصول على بذور كل نبات من نباتات هذه الأزواج على حدة في وعاء مستقل .

- العام الثالث: زراعة بذور كل نبات في قطعة ارض مستقلة وتقييم العائلات الناتجة بهدف استبعاد الرديئة منها. ثم ينقل كل نباتين متشابهين من نباتات الايليت ليزرعان بجانب بعضهما البعض شريطة ان يكونا من

عائلتين مختلفتين. وتغطي الأزواج النباتية بالعوازل في مرحلة الأزهار. ويستمر تكرارها ما سبق نكرة حتى الوصول الى المادة النباتية المنتخبة النهائية المتجانسة في جملة الصفات القيمة المرغوبة.

تمتاز هذه الطريقة من الانتخاب عن طريقة الانتخاب العائلي مع العزل بعدم حدوث التلقيح الذاتي في النباتات الخلطية، وبالتالي عدم تدهور صفات نباتات العائلات الناتجة لان التلقيح الخلطي في هذه الطريقة من الانتخاب يحدث دوما بين نباتين متشابهين من عائلتين مختلفتين. كما انها تسمح ويسرعة الحصول على المادة المتجانسة في جملة الصفات القيمة المرغوبة، لكنها تحتاج الى كمية كبيرة من العوازل والى جهد ووقت طويلين عند انتخاب الأزواج النباتية المتشابهة اضافة الى تكاليف عمليتي خصي الأزهار وتلقيحها اصطناعيا بشكل متبادل بين نباتات كل من الأزواج النباتية كما تؤدي عملية نقل الأزواج النباتية المتشابهة لزراعتها بجانب بعضها الى اضرار ميكانيكية فادحة.

4- الانتخاب العائلي بطريقة الأنصاف :

تستخدم هذه الطريقة من الانتخاب في حالة النباتات الخلطية التلقيح مثل نباتات الفصيلة القرعية التي يتم تقييم اهم صفاتها (صفات الثمار) بعد الأزهار وحدث التلقيح الخلطي. وغالبا ما تكون حبوب اللقاح من ازهار النباتات ذات الصفات الرديئة مثل صفة زيادة نسبة الأزهر المذكرة، لهذا فان الهدف هذه الطريقة من الانتخاب هو توجيه عملية التلقيح الخلطي وذلك بمنع حدوثه بين نباتات الايليت والنباتات رديئة الصفات.

يتلخص جوهر هذه الطريقة من الانتخاب بانه يتم اولا انتخاب افضل العائلات ثم يتم انتخاب افضل النباتات وذلك كالآتي :

- العام الاول : يتم تقييم نباتات المادة الاولية لانتخاب نباتات الايليت التي تنقل لتزرع في قطعة ارض مستقلة ومعزولة حتى يتم التلقيح الخلطي بينهما فقط ثم تجمع بذور كل من هذه النباتات على حدة في وعاء مستقل .
- العام الثاني : زراعة نصف كمية البذور من كل وعاء في قطعة ارض مستقلة، اما النصف الاخر من البذور فيحفظ في ظروف مناسبة للعام التالي. ثم تجرى عملية تقييم للعائلات الناتجة بعد تشكيل الثمار ثم ينتخب بنتيجتها افضل العائلات .
- العام الثالث : زراعة النصف المتبقي من كمية بذور العائلات التي تفوقت في صفاتها في قطع ارض مستقلة لانتخاب نباتات الايليت ثم نباتات السوبر ايليت، ثم تجمع بذور نباتات الايليت معا في وعاء واحد لاستخدامها في الاكثار والاختبارات، اما بذور كل من نباتات السوبر ايليت فتجمع في وعاء مستقل .

- العام الرابع : زراعة نصف كمية البذور من كل وعاء في قطعة ارض مستقلة وحفظ النصف الاخر. ويستمر تكرار ما سبق ذكره حتى الوصول الى المادة المنتخبة النهائية المتجانسة في جملة الصفات المرغوبة.

رابعا - الاصناف التركيبية Synthetic varieties

تنتج الاصناف التركيبية في النباتات الخاطية التلقيح فقط، لان الصنف التركيبي يتم تركيبه اولا من كل التهجينات الممكنة بين مجموعة من التراكيب الوراثية المتألفة (السلاسلات المتألفة) ثم يترك بعد ذلك للتلقيح المفتوح لاكثره .

تنتج الاصناف التركيبية وفق المراحل التالية:

1- اختيار الاباء : غالبا ما تكون الاباء عبارة عن سلالات لصيلة ناتجة عن التلقيح الذاتي الاجباري ويتراوح عددها بين 4 – 10 سلالات ومن الممكن استخدام السلالات الخضرية ايضا . ويشترط في هذه السلالات ان تكون على درجة عالية من التالف في جميع التهجينات الممكنة بين بعضها بعضا . ويطلق على هذه السلالات تسمية المكونات الاسلمية للصنف التركيبي Syn-0 .

2- انتاج الهجن الفردية : تنتج كل الهجن الفردية الممكنة بين السلالات المختارة ثم تخلط كميات متساوية من بذور هذه الهجن معا. ويطلق على هذه المجموعة من البذور تسمية الجيل التركيبي الاول Syn-1 .

3- زراعة بذور الجيل التركيبي الاول للتقييم مع ترك النباتات الناتجة عنها للتلقيح المفتوح العشوائي لانتاج الجيل التركيبي الثاني Syn-2 .

4- زراعة بذور الجيل التركيبي الثاني للتقييم مع ترك النباتات الناتجة عنها للتلقيح المفتوح العشوائي لانتاج الجيل التركيبي الثالث Syn-3.

تستخدم بنور الجيلين التركيبين الثالث والرابع في الانتاج التجاري، ولا تستخدم للغرض نفسه بذور الجيل التركيبي الخامس والاجيل التالية له ، في حين تستخدم بذور الجيل التركيبي الثاني عند اعادة تركيب الصنف من جديد.

يختلف الصنف التركيبي عن الصنف الناتج بطريقة الانتخاب الاجمالي بكونه يتركب من تراكيب وراثية سبق اختبار قدرتها على التالف في كل التهجينات الممكنة بينما الصنف الناتج بطريقة الانتخاب الاجمالي فيتكون من تراكيب وراثية مخلوطة معا دون سابق معرفة بقدرتها على التالف . يستخدم لاختبار القدرة على التالف بين السلالات المكونة للصنف التركيبي ما يلي:

1- اختبار التلقيح القمي Top cross

يفيد هذا الاختبار في خفض عدد السلالات الى 50% وذلك بمقارنة الهجن الفردية الناتجة من تهجين هذه السلالات مع صنف اختباري Tester Variety (وهو عبارة عن اي صنف تجاري مفتوح التلقيح، هجين زوجي، صنف تركيبى). حيث تزرع 3 – 4 خطوط بمعدل خط من كل سلالة بالتبادل مع خط من الصنف الاختباري كأب. اما اذا كان الصنف الاختباري كأم فإنه يلزم استخدام 10 نباتات منه

على الاقل في التهجين مع كل سلالة لتمثيل كبر قدر ممكن من الاختلافات الوراثية التي توجد بين نباتاته.

2 - اختبار التلقيح المتعدد Polycross

كلمة الزراعة/ جامعة بابل
 يتلخص بزراعة جميع السلالات المراد اختبار قدرنها على التألف معا في قطعة أرض صغيرة نسبيا ومعزولة ومقسمة الى اجزاء متساوية وتوزع فيها السلالات عشوائيا بنفس العدد من المكررات. ويعد كل من تصميم المربع اللاتيني وتصميم القطاعات العشوائية الكاملة من افضل التصميمات الاحصائية في هذه الحل.

يفيد العزل في منع وصول حبوب لقاح من مصادر اخرى، بينما يفيد صغر مساحة الحقل المستخدم في جعل جميع السلالات قريبة من بعضها حتى تتلقح معا، اما التوزيع العشوائي للمكررات فيضمن اعطاء فرص متساوية لكل سلالة بان تتلقح بحبوب لقاح السلالات الاخرى، وبذلك فان نسل كل نبات من السلالة يمثل هجيناً مع سلالة اخرى. ويكون متوسط انتاجية نسل كل نباتات السلالة دالاً على قدرنها العامة على التألف مع جميع السلالات الاخرى .

ومن عيوب اختبار التلقيح المتعددة ان التهجين العشوائي التام بين السلالات ربما لا يحدث لاسباب متعددة :

- 1- اختلاف كمية حبوب اللقاح التي تنتجها كل سلالة .
- 2- اختلاف موعد انتشار حبوب اللقاح .
- 3- تباين ارتفاع نباتات كل سلالة ومدى تعرضها للرقادر.
- 4- درجة عدم التوافق بين السلالات .
- 5- تباين نسبة التلقيح الذاتي في كل سلالة .

لاختبار نسل التلقيح المتعدد تؤخذ كميات من البذور من مكررات كل سلالة وتخلط معا وبالنتيجة يتم استبعاد اي سلالة يتضح امتلاكها لصفات غير مرغوبة وخاصة صفات المقاومة للمسببات المرضية والحشرية. يجري هذا الاختبار في مكررات في اكثر موقع تجريبي وتزرع للمقارنة بعض الاصناف التجارية وذلك لتقييم الانتاجية والصفات الكمية الهامة الاخرى . وبالنتيجة يتم تحديد السلالات التي تتميز بالقدرة العالية على التألف .

يتعلق عدد الاصناف التركيبية بعدد السلالات المتوفرة ويمكن تقدير ذلك وفق المعادلة التالية :

$$\text{عدد الاصناف التركيبية} = 2^n - (n + 1) = \text{عدد الاصناف التركيبية}$$

$$n = \text{عدد السلالات المتوفرة}$$

فمثلا عند توفر 4 سلالات فان عدد الاصناف التركيبية الممكنة 11 وعند توفر 6 سلالات 57 وعند توفر 8 سلالات 247 وعند توفر 10 سلالات 1013 .

توجد طريقتان لانتاج بذور الجيل التركيبي الاول Syn-1 هما :

1- اجراء كل التهجينات الممكنة يدويا بين جميع السلالات التي تم اختبارها ثم خلط كميات متساوية من بذور كل تهجين معا.

2- اتباع طريقة التلقيح المتعدد Polycross method التي سبق شرحها لكن تقتصر الزراعة في هذه الحالة على السلالات التي وقع الاختيار عليها فقط لتكوين الصنف التركيبي. ثم تحصد بذور كل قطعة تجريبية على حدة ثم تخلط كميات متساوية من بنور جميع القطع التجريبية معا. وما يعيب هذه الطريقة احتمال عدم عشوائية التلقيح الخلطي بين السلالات كما سبق ذكر اسبابه سابقا.

لاتتفوق الاصناف التركيبية في انتاجيتها على الاصناف الهجينة لكن انتاجيتها اعلى من الاصناف الاصلية التي تم استنباط السلالات الاصلية منها . ويمكن التنبؤ بانتاجية الصنف التركيبي قبل تركيبه من خلال المعادلة التالية:

$$F_2 = F_1 - \left(\frac{F_1 - P}{n} \right)$$

F_2 : الانتاجية المتوقعة في الجيل التركيبي الثاني.

F_1 : متوسط انتاجية الهجن الفردية التي تشكل مع الجيل التركيبي الاول Syn-1.

P: متوسط انتاجية سلالات الاباء التي تكون مكونات الاساس للصنف التركيبي Syn - 0.

n: عدد سلالات الاباء.

يلاحظ من المعادلة السابقة ان انتاجية الصنف التركيبي تقل في الجيل الثاني Syn-2 بمقدار $\frac{1}{n}$ من قوة الهجن وهي عبارة عن الفرق بين متوسط انتاجية الجيل التركيبي الاول Syn- 1 ومتوسط انتاجية الاباء.

هذا ومن المتوقع نظرياً الا تختلف انتاجية الجيل التركيبي الثالث Syn- 3 او الرابع Syn-4 عن انتاجية الجيل التركيبي الثاني لان العشيرة تصل الى حالة من التوازن الوراثي بعد جيل واحد من التلقيح الخلطي العشوائي حسب قانون هاردي - فينرج وهو التوازن الذي تصل اليه العشيرة في الجيل التركيب الثاني .

ولا يمكن استخدام المعادلة السابقة للتنبؤ بانتاجية الصنف التركيبي في الحالات التالية :

1- عندما استخدام السلالات الخضرية في تركيب الصنف التركيبي .

2- عندما لا تكون سلالات الاباء اصيلة وراثيا . وتستخدم مثل هذه السلالات احيانا كبديل للسلالات الاصلية التي تكون انتاجيتها منخفضة.

ويلاحظ من المعادلة السابقة ايضا انه يمكن رفع انتاجية الصنف التركيبي عن طريق مايلي :

1- زيادة عدد سلالات الاباء .

2- زيادة انتاجية الهجن الفردية.

3- زيادة انتاجية سلالات الاباء .

تتوفر في الاصناف التركيبية المميزات التالية:

1- اكثر تحملا للظروف البيئية والمناخية الصعبة بالمقارنة مع الهجن الزوجية ويعزى ذلك الى كثرة الاختلافات الوراثية التي يملكها الاباء في حين تتلقى الهجن الزوجية العوامل الوراثية من سلالات الاباء الاربعة فقط.

2- اقل كلفة من الهجن الزوجية لكونها تستخدم لعدة اجيال.

3- يفضل انتاجها عادة عند الانواع النباتية ذات الازهار الصغيرة التي يصعب التهجين اليدوي فيها.

4- ذات انتاجية ثابتة تقريبا ولا بتغير الظروف الطبيعية .

5- تعطي انتاجية اعلى مقارنة مع السلالة في ظروف بيئية مختلفة.

يستخدم الصنف التركيبي تجاريا للجيل التركيبي الرابع Syn-4 ونادرا ما تستخدم الاجيال التركيبية التالية نتيجة لتغير التركيب الوراثي للصنف مما يستدعي الامر ضرورة اعادة انتاجه وتركيبه من جديد لهذا يتم المحافظة على السلالات التي تدخل في تكوين الصنف لاستخدامها من جديد عند الحاجة . هذا وعند اعادة تركيب الصنف من جديد فانه لا يمر بمراحل التقييم المختلفة التي خضع لها عند انتاجه لأول مرة الا رأى المستنبت ضرورة استبعاد او اضافة بعض السلالات .

خامسا - الاصناف الهجينة : Hybrid Varieties

الصنف الهجين بشكل عام هو عن الجيل الاول F_1 الناتج عن زراعة البذور الهجينة التي يتم الحصول عليها في الحالات التالية :

1- التهجين بين سلالتين خضريتين.

2- التهجين بين سلالتين اصيلتين وراثيا ناتجتين عن الالقاح الذاتي الاجباري لنباتات خلطية التلقيح .

3- التهجين بين سلالتين نقيتين لنباتات ذاتية التلقيح .

ويعود انتشار انتاج الاصناف الهجينة من قبل الشركات الكبيرة الى الاسباب التالية:

1- مرونة برنامج استنباط هذه الاصناف اذ يمكن للمستنبت اختبار ما يرغب من الاباء التي يؤدي جمع صفاتها المرغوبة الى الحصول على الهجين .

2- امكانية الاحتفاظ بسرية الاباء المستخدمة في تهجين مما يضمن ويحفظ حقوق المستنبت.

المحاضرة التاسعة

طرق تربية محاصيل خضرية التكاثر

كما بينا في محاضرات سابقة بن النباتات تختلف في طرق تكاثرها فهي اما تتكاثر بواسطة البذور او بواسطة الاجزاء الخضرية. ان طبيعة التكاثر الخضري في النبات جاء نتيجة لعدم تكون البذور، او لان البذور لا تتكون الا تحت ظروف خاصة، او لقصر فترة حيويتها وكذلك بسبب المدى الواسع في عدم التمثل في العوامل الوراثية لذلك النبات.

ان جميع الاصناف التجارية من القصب السكري والموز والبطاطا تكون بشكل عام عقيمة لعدم ازهارها بسبب عوامل وراثية اضافة الى عدم ملائمة الظروف الجوية. وان طبيعة العمليات الزراعية لها اثر كبير في عدم ازهار بعض النباتات مثل الثوم ونباتات الزينة. كل هذه العوائق تدعو الى استعمال وسائل اخرى لتكاثر هذه النباتات ومن هذه الوسائل الاجزاء الخضرية.

ان بعض النباتات قد تكون بذوراً تحت ظروف خاصة مثل القصب السكري الا ان بذورها تفقد حيويتها بعد بضعة اسابيع لذلك لا يمكن استعمالها في الزراعة للسنة القادمة، وهناك ايضا انواع من اشجار الفلكهة مثل المنكا والتفاح ونبات القصب السكري تظهر عدم تجانس في التركيب الوراثي واحتواء البعض منها على درجة عالية من حالة التضاعف الكروموسومي وان تكاثر هذه النباتات بواسطة البذور يؤدي الى حصول اختلافات كبيرة وواسعة في المجتمع النباتي ويؤدي ايضا الى انخفاض ملموس في الحاصل اضافة بان النبات الواحد يعطي انسالاً غير متشابهة، ومختلفة عن النبات الاصلي وعليه لا يمكن الحفاظ على الصنف.

ان انتاج البذور لكثير من المحاصيل التي تتكاثر خضرياً يكون عادة مكلف ويحتاج الى عناية خاصة لذا فانها تتكاثر بوسائل خضرية مختلفة مثل تطعيم البراعم، والعقل الساقية والجنزية والدرنات والابصال وغيرها وهذه المحاصيل تكون في العادة خلطية في تركيبها الوراثي الى حد كبير، وهذا التركيب الخلطي يبقى ثابتاً ومتجانساً في المجتمع النباتي لذلك المحصول. ان الصنف الزراعي الذي يتكاثر خضرياً ويظل تركيبه الوراثي الخلطي ثابتاً يسمى بالصنف الخضري او السلالة الخضرية (الكلون) clone ويمكن تعريفه له مجموعة من النبات يمكن الحصول عليها من نبات واحد بواسطة التكاثر الخضري. او يمكن تعريفه في بعض الاحيان كصنف او مجموعة من النباتات نحصل عليها بطريقة التكاثر الخضري من نبات فردي.

الاسس الوراثي لتربية نباتات ذات التكاثر الخضري :

ان طرائق تربية هذه المحاصيل تختلف عن طرائق تربية المحاصيل الاخرى، وتعتمد اساساً على التباين او الاختلاف الموجود بين الكلونات او على التباين الذي ينتج عند تكوين البذور التي تعطي النباتات فيما بعد. وهناك عدد من انواع النباتات الخضرية التكاثر يمكن الحصول منها على بذور بكميات قليلة لغرض التربية وقسماً منها لا يمكن ان تزهر تحت ظروف الحقل الاعتيادية.

ان التكاثر الجنسي بطبيعته يزود مربّي النبات بالتغايرات الوراثية بينما في حالة التكاثر الخضري لا توجد تغيرات وراثية على الاطلاق الا عند حدوث الطفرة الوراثية في المجتمع النباتي. وان اهم الصفات التي تمتاز بها نباتات ذات التكاثر الخضري والتي تؤثر على طرق التربية هي :

- 1- هناك الكثير من الانواع النباتات الزهرية او البنرية التي تتكاثر خضريا مثل الفصيص الشكري والبطاطا والبطاطا الحلوة والشليك وبعض اشجار الفلكهة، ان بذور هذه النباتات يمكن ان تزود مربي النباتات بمصدر غني بالاختلافات وتستعمل في تحسين ذلك المحصول.
- 2- ان الصنف في محاصيل خضرية التكاثر يدعى (كلون) وتمتاز نباتات الكلون الواحد بأنها متشابهة تماما من ناحية التركيب الوراثي (Homogenous) وكل نبت في الكلون هو خليط من ناحية التركيب الوراثي (غير متماثل وراثيا) (Heterozygous).
- 3- يمكن انتاج اي تركيب وراثي في الكلون بسهولة واستقلالية وبوقت قصير وبغض النظر عن كون هذا النبات غير متماثل وراثيا.
- 4- يمكن زراعة اكثر من كلونين مختلفين مع بعضهما البعض وجنبا الى جنب و بدون الخوف من احتمال اختلاطهما وراثيا اذا اخذ بنظر الاعتبار عدم خلطهما ميكانيكيا.
- 5- ان جميع الكلونات تظهر انحطاط في الغزارة والانتاجية عند ممارسة عملية التلقيح الذاتي لها، لذلك لا يوجد برنامج لتربية هذه المحاصيل يعتمد اساسا على التلقيح الذاتي.
- 6- ليس من الضروري في برنامج تربية هذه المحاصيل اجراء تقييم للتركيب الوراثي Genotype، اي ان اختبار النسل progeny test ليس ذو قيمة .
- 7- سبب عدم التماثل الوراثي في نبات الكلون الواحد (الصنف) فان الانعزالات الوراثية عند اجراء اي تلقيح يكون في الجيل الاول خلافا لما في المحاصيل الاخرى .

ان صفة عدم التماثل التركيب الوراثي في النباتات ذات التكاثر الخضري بسبب كون هذه النباتات انت اصلا من التهجين بين ابوين مختلفين (خليطة) وراثيا وحتى الكلونات الموجودة في الطبيعة تكون ذات تركيب وراثي غير متماثل . وعدم التماثل الوراثي اتي ايضا لكون غزارة و انتاجية الكلون مرتبطة بهذا التركيب وان تماثل العوامل الوراثية في نباتات الكلون يؤدي بالنهاية الى انحطاط وانخفاض انتاجية الكلون (الصنف).

صفات الكلون:

كما اوضحنا سابقا بان جميع النباتات في الكلون الواحد هي من نسل نبات واحد انت نتيجة التكاثر الخضري وتمتاز بالصفات التالية :

اولاً:

ان جميع افراد او نباتات الكلون الواحد تكون متشابهة تماما ولا يوجد اي اختلاف بينها على الاطلاق. لانها في الحقيقة عبارة عن اجزاء من نبات واحد وبذلك فانها ذات تركيب وراثي ومظهر خارجي متشابه تماما. واذا كان هناك اي اختلاف بين افراد الكلون واحد من ناحية المظهر الخارجي فان ذلك يرجع كليا الى الاختلافات البيئية، وعندما تكون الظروف البيئية متشابهة جدا فان الاختلافات في النباتات تكون قليلة، وبعبارة اخرى فان الاختلافات تكون كبيرة في حالة تفاوت الظروف البيئية.

ان الاختلافات الوراثية في نباتات الكلون تظهر فقط عند حدوث طفرة وراثية والتي تكون عادة نادرة الحدوث واذا حدثت فانها ليست ذات اهمية لتكرارها القليل جدا في المجتمع النباتي لذلك الكلون. لذا فان الاختلافات في المجتمعات العائدة الى كلونات مختلفة ترجع الى الاختلافات الجينية (الوراثية) والى الاختلافات البيئية.

ثانياً:

كتابة الزراعة/جامعة بابل

ان جميع نباتات الكلون غير متماثلة وراثيا اي خلطية (Aa)، ولكن جميعها متشابهة تماما (اي كلها Aa)، وان التركيب او التكوين الوراثي لتلك النباتات يعتمد اساسا على التركيب الوراثي لنباتات الاباء، حيث ان نباتات الاباء في محاصيل ذات التكاثر الخضري تكون دائما غير متماثلة وراثيا ويظهر ذلك من الاختلافات التي تظهر بين البادرات التي نحصل عليها من البذور لنباتات الكلون الواحد ولهذا السبب فان اشجار الفكهة المحسنة مثل المنكا والبباطا والحمضيات لم يجري تطويرها واستمرارها باستعمل البذور ولكن بواسطة استعمال الاجزاء الخضرية وايضا لتلافي انخفاض الانتاجية فيها.

ثالثا :

ان الكلون ينشأ من نبات واحد بواسطة الاكثار الخضري ويستمر تكاثره خضريا طيلة الاجيال اللاحقة، وان مجتمع الكلون متشابه تماما من ناحية التركيب الوراثي ونباتاته جميعا انت من نبات واحد وهذا يشبه تماما الخطوط النقية او التوائم المتشابهة.

وقد يختلف الكلون عن الخطوط النقية في اعتبارين اسليين :

أ: هو ان النباتات المكونة للخط النقي انت نتيجة للتكاثر الجنسي وتكون متماثلة وراثياً (Homozygous) ومتشابهة من ناحية التركيب الوراثي الا في حالة حدوث الطفرات. بينما تكون نباتات الكلون غير متماثلة من ناحية التركيب الوراثي .

ب: ان تكرار التلقيح الذاتي للنباتات الخلطية من ناحية التركيب الوراثي ينتج عنه افراد الخطوط النقية، بينما في حالة افراد الكلون فانها نتجت من اثمار نبات فردي غير متماثل وراثيا بالطريقة الخضرية وهو جزء من النبات الاصيلي.

اهمية الكلونيات :

ان وجود حالتها عدم التماثل الوراثي والعقم في كثير من المحاصيل يجعل الكلونيات الوسيلة الوحيدة للبقاء والحفاظ على تلك النباتات وتكاثرها. وهي ايضا تستعمل في الحصول على الاصناف الجديدة لنباتات ذات التكاثر الخضري وذلك بواسطة طريقة الانتخاب الكلوني بالاضافة الى ذلك ان الكلون يعتبر مصدرا مهما جدا لغرض الحفاظ على النباتات التي تظهر تفوقها.

ومن الجدير بالذكر هنا ان يفرق مربي النبات بين الخط النقي والكلون والسلالة النقية Inbred لانها جميعها تستعمل من قبل مربي النبات في برامج التربية، فالخط النقي يستعمل في تربية محاصيل ذاتية التلقيح والكلون في تربية المحاصيل ذات التكاثر الخضري والسلالات النقية في تربية المحاصيل خلطية التلقيح وفيما يلي جدول يبين مقارنة بينهما.

ادناه مقارنة بين الخط النقي والسلالة النقية والكلون :

كلية الزراعة / جامعة ديالى

| الخط النقي Pure-line | السلالة النقية Inbred | كلون Clone |
|--|--|---|
| هو نسل نبات فردي ذاتي التلقيح متماثل من ناحية التركيب الوراثي. Heterozygous | هو نسل نبات فردي خلطي التلقيح غير متماثل من ناحية التركيب الوراثي او نسل نباتين ذات علاقة قريبة لتج بواسطة التلقيح الذاتي الصناعي بالإضافة الى تزاوج نباتات متقاربة. | 1- هو نسل نبات فردي ذو تكاثر خضري غير متماثل من ناحية التركيب الوراثي (Heterozygous). |
| يستنبط بواسطة التلقيح الذاتي الطبيعي. | بواسطة التلقيح الذاتي الصناعي والتلقيح بواسطة تزاوج نباتات متقاربة. | 2- يستنبط بواسطة الاكثار الخضري. |
| جميع النباتات متشابهة ومتماثلة وراثيا. | جميع النباتات تكون الى حد ما متشابهة ومتماثلة وراثيا. | 3- جميع افراد الكلون متشابهة وتملك نفس التركيب الوراثي الخليط وراثيا. |
| عادة يوجد في المحاصيل ذاتية ذاتية. | يحدث في المحاصيل خلطية التلقيح. | 4- يحدث فقط في محاصيل ذات التكاثر الخضري. التلقيح. |
| يستعمل مباشرة كصنف محسن وقد يستعمل كأباء في عملية التهجين. | يستعمل فقط في التهجين كأباء. | 5- يستعمل مباشرة كصنف محسن او كأباء في عملية التهجين. |

طريقة تربية وتحسين نباتات خضرية التكاثر :

يقع على عاتق العلماء في مجال التحسين الوراثي مهمة المحافظة على الاصناف الخضرية من الخضار والفواكهة ومنع تدهورها والعمل على تحسينها . ان التحسين الوراثي للنباتات المتكاثرة خضريا يعد سهلا بالمقارنة مع النباتات المتكاثرة جنسيا اذ يمكن للمحسن الوراثي ان ينتخب اي نبات متفوق في اي مرحلة من برنامج التحسين الوراثي وان يقوم باكثاره خضريا وبالتالي الحصول على صنف جديد. وعموما يمكن تحسين النباتات المتكاثرة خضريا عن طريق ما يلي:

- 1- الانتخاب الكلوني.
- 2- التهجين الجنسي.
- 3- التهجين الخضري.
- 4- احداث الطفرات اصطناعيا او استغلال الطفرات الطبيعية التلقائية.

اولا: الانتخاب الكلوني : وله شكلان :-

كلية الزراعة / جامعة ديالى

(أ) الانتخاب الكلوني الجماعي :

تستخدم هذه الطريقة من الانتخاب لتنقية الاصناف الخضرية من بعض الصفات الرديئة التي تظهر نتيجة للاسباب التي ورد ذكرها سابقا. وتتخلص بانه يتم في البداية تقييم نباتات الصنف الخضري لانتخاب افضلها والتي يطلق عليها تسمية نباتات الايليت، ثم يتم اكلار هذه النباتات خضريا باحدى الطرق التكاثر الخضري وتزرع جميع الكلونات الناتجة معا في قطعة ارض واحدة ومن ثم تنتخب افضل نباتات هذه الكلونات، وتكاثر وتكاثر خضريا، وتستمر عملية الانتخاب على مدى عدة اجيال حتى يتم تخلص الصنف الخضري من الصفات الرديئة غير المرغوبة.

(ب) الانتخاب الكلوني الفردي :

تتميز هذه الطريقة من الانتخاب الكلوني الفردي عن طريقة الانتخاب الكلوني الجماعي بانها بعد انتخاب نباتات الايليت يتم اكلارها خضريا وتزرع الكلونات الناتجة كل على حدة في قطعة ارض مستقلة. ثم تجرى عملية تقييم لهذه الكلونات تستبعد بنتيجتها الكلونات التي تحوي نباتات ذات صفات غير مرغوبة. ثم تنتخب افضل نباتات الكلونات المتفوقة لاكلارها خضريا وتزرع الكلونات الناتجة كل على حدة في قطعة ارض مستقلة وتكرر عملية الانتخاب السابقة حتى يتم تخلص الصنف الخضري من الصفات الرديئة غير المرغوبة.

تتجلى فعالية الانتخاب الكلوني الفردي مقارنة مع الانتخاب الكلوني الجماعي بالقيام بعملية تقييم للنبات المنتخب اولا ثم القيام بعملية تقييم الكلون الناتج عن اكلاره خضريا ومن ثم استبعاد الكلونات الرديئة. وتكشف طريقة الانتخاب الفردي فيما لو كان النبات المنتخب قد توفرت له ظروف مثالية جدا حتى استطاع النمو بشكل جديد ويتميز بصفات جيدة وذلك من خلال تقييم الكلون الناتج عن اكلاره خضريا.

ثانيا : التهجين الجنسي:

تتلخص اتجاهات استخدام التهجين الجنسي في تحسين النباتات المتكاثرة خضريا بما يلي:

1- يستخدم التهجين الجنسي في استثمار الاصناف الخضرية لانواع الفاكهة الثنائية المسكن مثل النخيل والفسق الحلبي او الاحادية المسكن والمتميزة بظاهرة عدم التوافق الذاتي كالكرز مثلا. يتميز كل من الفسق الحلبي والنخيل بان سقوط حبوب لقاح الازهار المذكرة على مياسم الازهار المؤنثة للصنف نفسه يؤدي الى الحصول على ثمار ذات صفات رديئة، لهذا يلجا العاملون في مجال التحسين الوراثي الى البحث على افضل السلالات المذكرة الملقحة التي تتوافق ازهارها مع ازهار الاشجار المؤنثة لزرعتها معا بشكل متبادل وذلك بهدف الحصول على انتاجية جيدة كما ونوعا وعلى سبيل المثال تعد السلالة ادم من افضل الملقحات لصنفي الفسق الحلبي العاشوري والباتوري.

وبالنسبة للكرز فان اصنافه تتميز بظاهرة عدم التوافق الذاتي لهذا يتم عادة زراعة عدة اصناف جيدة معا في الحقل الواحد وذلك لضمان حدوث التلقيح الخلطي فيما بينها وبالتالي ضمان الحصول على انتاجية جيدة كما ونوعا.

2- يستخدم التهجين الجنسي في استنباط الاصناف الجديدة وكما يلي :

(أ) التهجين الاصطناعي بين افضل الاصناف التابعة للنوع النباتي نفسه وبكافة الاتجاهات ومن ثم زراعة البذور الهجينة الناتجة لدراسة صفات النباتات او الاشجار الناتجة عنها وتقييمها فان تفوقت على الاباء تتم المحافظة عليها باكلارها خضريا.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

(ب) التهجين الاصطناعي بين صفتين تابعتين للنوع النباتي نفسه وذلك بهدف اضافة صفة فيزيولوجية معينة للصفة الجيدة منها، فعلى سبيل المثال تمت اضافة صفة المقاومة لحشرة الفيلوكسيرا الى الكرملة الاوربية بتهجينها مع الكرملة الامريكية المقاومة لهذه الحشرة. وغالبا ما يستخدم الهجين الناتج عن تهجين الجنسي مباشرة باكثاره خضريا او يتطلب الامر بعض الاحيان ضرورة الحصول على الجيل الثاني F_2 وذلك عند ظهور صفة غير مرغوبة في الجيل الاول حيث يتم اجراء التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الاول او يتم اللجوء الى التهجين الرجعي مع الاب المميز بغالبية الصفات المرغوبة فمثلا في مثالنا السابق عن الكرملة الاوربية والامريكية فانه عندما تم التهجين بينهما كانت نباتات الجيل الاول الهجينة F_1 تتميز بصفة المقاومة لحشرة الفيلوكسيرا وبالطعم الحامض لثمارها، وبما ان المسولة عن صفة الطعم الثمار هو مورثة واحدة فقد تم اجراء التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الاول فظهر بين افراد الجيل الثاني F_2 نباتات تتميز بالاضافة الى صفة المقاومة لحشرة الفيلوكسيرا بصفة الطعم الحلو للثمار وتم اكاثر هذه النباتات خضريا.

(ج) التهجين الاصطناعي بين الاصناف التابعة لانواع نباتية مختلفة اذ لا خوف هنا من الحصول على هجن عقيمة لان اكاثرها يتم خضريا.

(د) زراعة بنور الفواكه الخيطية التلقيح (الناتجة عن التهجين الجنسي الطبيعي غير الاصطناعي) فكل نبتة ناتجة عنها ربما تشير الى ميلاد صنف جديد خضري، وهذا ما قام به العالم الروسي الشهير ميشورين اذ استنبط الكثير من اصناف الفاكهة بزراعة بذور الفاكهة المحلية والمستوردة وذلك للاستفادة من الانعزالات الوراثية التي تظهر نتيجة التلقيح الخاطي بين نباتات الصنف الواحد او الاصناف المختلفة لكن هذا الاسلوب يحتاج الى مساحات كبيرة وجهد ونفقات كثيرة.

ولضمان نجاح عملية التحسين الوراثي للنباتات المتكاثره خضريا باستخدام التهجين الجنسي يجب مراعاة ما يلي :

- 1- ان يكون موعد ازهار الاصناف التي تستخدم كاب في عملية التهجين متوافقا او ابكر من موعد ازهار الاصناف التي تستخدم كام حتى يتسنى جمع حبوب اللقاح ومن ثم تخزينها في ظروف مناسبة ريثما يحين موعد تفتح ازهار الصنف الام.
- 2- اجراء المعاملات المناسبة (ميكانيكية، كيميائية، فيزيائية) لكسر طور سكون البذور الهجينة الناتجة.
- 3- اجراء عملية الانتخاب على النباتات الناتجة عن زراعة البذور الهجينة للفاكهة على مرحلتين :

الاولى: الانتخاب في مرحلة الغراس اي قبل دخول الاشجار في طور الاثمار :

ان الانتخاب الصحيح والسليم للغراس (الشتلات) يؤدي ليس فقط الى اختصار عدد الغراس او الشتلات التي سنتنقل للزراعة في البستان من اجل متابعة دراسة صفات الاشجار الناتجة عنها وانما يؤدي ايضا الى اختصار الكثير من الجهد والمل. ويلعب الامام بالارتباط بين الصفات دورا اساسيا في عملية الانتخاب هذه، اذ يوجد الكثير من الصفات المميزة للشتلات والتي يستدل منها على صفات مستقلة للاشجار الناتجة عنها بعد دخولها في طور الاثمار. فمثلا تدل على صفة الحجم الكبير للبراعم والواقعة بشكل متقارب في شتلات التفاح والاجاص على صفة مستقلة وهي الطعم الحلو للثمار.

وبشكل عام تتميز الشتلات الجيدة للتفاح بصفات النمو القوي السريع والقشرة الملساء اللماعة للساق والتوزيع المنتظم والمتناسب للفروع مع شكل التاج والحجم المتوسط للاوراق واللون البني والرمادي للبراعم.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

بينما تتميز الغراس الرديئة للتفاح بلنمو البري الغير المنتظم والاوراق الصغيرة الحجم المنديبة الراس والتموضعة على مسافات متباعدة.

وبين العالم الروسي ميتشورين وجود صفات مشتركة في الغراس الجيدة لكل من التفاح والاجاص والخوخ وهي الاوراق العريضة السمكية والاعناق الثخينة للاوراق والنهايات الثخينة نسبيا للفرع.

الثانية: الانتخاب بعد دخول الاشجار في طور السكون : يتم في هذه المرحلة التركيز على الصفات التالية :

- 1- تجانس الاشجار في ارتفاعاتها .
- 2- دخول الاشجار في ان واحد طور نضج الثمار .
- 3- الانتاجية السنوية وغياب ظاهرة المعاومة.
- 4- المقاومة للأمراض والحشرات .
- 5- التحمل للظروف البيئية والمناخية القاسية.
- 6- الالتصاق الجيد للثمار بالأغصان.
- 7- الصفات النوعية الجيدة للثمر .
- 8- تحمل الثمار لعمليات القطاف والتعبئة والنقل والتخزين.

وبعد ان يتم انتخاب افضل الاشجار الهجينة الناتجة، اما ان يتم اكثرها خضريا لتعميم زراعتها بعد التأكد من تفوقها على الاصناف المحلية والمحسنة او تؤخذ منها العقل او البراعم لتطعيمها على مختلف الاصول ليصار الى مقارنة صفات الاشجار الناتجة مع صفات افضل الاصناف المحلية والمحسنة، فان تفوقت في صفاتها استمرت مراقبتها لاعوام عديدة لدراسة صفة التعمير عندها ثم يتم اكثرها خضريا وتعمم زراعتها في المناطق التي تتوفر فيها الظروف البيئية والمناخية المناسبة.

ثالثا: التهجين الخضري

وهو عبارة عن عملية التطعيم باشكالها المختلفة والتي تجرى عادة بين الاصناف التابعة للنوع النباتي نفسه. لكن في بعض الاحيان يمكن اجراء عملية التطعيم بين الاصناف التابعة لانواع نباتية مختلفة، وتسمى الهجن التي يتم الحصول عليها بهذا الشكل من التطعيم بالهجن الخيالية او الكيميرا .

تتكون الهجن الخضرية الخيالية من انسجة كلا النباتين الابوين المختلفين طبعا في تركيبهما الوراثي ويحدث نتيجة لعملية التطعيم تداخل بين انسجتهما المختلفة او تراكم لبعض الانسجة وعند تكاثر هذه الانسجة يحدث اما فصل للانسجة المتراكمة او تداخل فيما بينها. ويتم اكثار الهجن الخيالية خضريا فقط. ومن الامثلة على الهجن الخيالية او الكيميرا ما يلاحظ عند كرمة العنب حيث تتكون عناقيد ذات ثمار سوداء اللون واخرى ذات ثمار صفراء اللون نتيجة للتهجين الخضري بين اصناف متباينة في تركيبها الوراثي.

رابعا: احداث الطفرات اصطناعيا او استغلال الطفرات الطبيعية التلقائية :

على الرغم من ندرة الطفرات المفيدة وعلى الرغم من صعوبة تمييز الطفرات الفيزيولوجية لانها غير مرئية فانه يتم الاستفادة من الطفرات المورفولوجية على نطاق واسع في عملية التحسين الوراثي، اذ يتم اكثار الاجزاء النباتية التي تعرضت لمثل هذه الطفرات خضريا ومن ثم تقويم صفات النباتات الناتجة فان تفوقت في صفاتها فهذا يعني ميلاد صنف خضري جديد. ومن امثلة على ذلك :

كلية الزراعة / جامعة ديالى

- صنف البرتقل ابي صرة.
- صنف البرتقال الدموي.
- صنف التفاح ستاركن الذي نشأ نتيجة لطفرة طبيعية على صنف التفاح ديليشنز.
- اصناف الموز والاناناس التجارية الخلية من البذور التي نشأت نتيجة لتعرض اصولها البرية لحدوث الطفرات الطبيعية.

محاسن طرق تربية نباتات ذات التكاثر الخضري:

نظرا لطبيعة محاصيل ذات التكاثر الخضري فان برامج التربية لها عدد من المحاسن التي تميزها عن برامج تربية المحاصيل الاخرى ومن اهم هذه المحاسن مايلي:

- 1- ان الاصناف المنتجة بهذه الطرق تكون ثابتة لا تتغير من ناحية التركيب الوراثي والمظهر الخارجي ومن سهولة الحفاظ عليها حيث ان الاصناف التي تنتج كلونيا تكون مستقرة وثابتة وشبيهة بالخطوط النقية ولا يوجد اي خطر من الاختلافات التي تحدث نتيجة لالتعزلات المنديلية اضافة انه ليس هناك خوفا من انحطاط وتدهور الصنف وتبقى الاصناف محفوظة على صفاتها حتى بعد عدة سنوات من الزراعة اذا استبعد حدوث طفرات في النباتات.
- 2- يمكن استغلال ظاهرة قوة الهجين (Hybrid vigour) . بسهولة فاذا حدث ان حصلنا على نباتات تمتاز بالغرارة والانتاجية العالية فيمكن لمربي النبات في هذه الحالة الحفاظ عليه بسهولة واستعماله جيل بعد جيل بواسطة التكاثر الخضري .

عقبات ومساوئ التكاثر الخضري:

ان من اهم المعوقات في استعمال هذه الطرق في تربية النبات هي:

- 1- انها تستعمل فقط في المحاصيل ذات التكاثر الخضري وان المحاصيل التي تتكاثر جنسياً بواسطة البذور مثل الحنطة والشعير والقطن وغيرها فلا يوجد اي احتمال لتحسينها باستعمال الطريقتين السابقتين .
- 2- ان طريقة الانتخاب الكلوني لاتساعد على ايجاد تغايرات جديدة لذلك فان التقدم باستعمال هذه الطريقة يكون محدداً باحتمال عزل احسن تركيب وراثي والذي يكون موجودا اصلا في المجتمع. وهنا توجد فرصة قليلة لتحسين صفات النبات بواسطة الانتخاب .

التحسين الوراثي للنباتات عن طريق الهندسة الوراثية

أولاً- الهندسة الوراثية Genetic engineering

هي احد الفروع الرئيسية لعلم التقانات الحيوية **Biotechnology**، ويهدف الى احداث تغييرات منتقات في المادة الوراثية للخلايا الحية وذلك بتكوين اتحادات وراثية جديدة (مواد وراثية مهجنة) بخلط مورثات معروفة لخلايا معنية مع جزيئات وراثية فيروسية او بلازميدات **Plasmids** بكتيرية تستطيع التكاثُر واطهار قدراتها الوراثية من خلال التحكم بوظائف الخلايا المضيفة التي تُلقح بها. ولهذا يطلق على الهندسة الوراثية تسميات اخرى مثل التقانة الوراثية **Genetic Manipulation** واعادة التوليف الوراثي **Genetic recombination**.

وبمعنى اخر تسمح الهندسة الوراثية بنقل المورثات ميكانيكيا بين انواع متباعدة وراثيا اذ ان مورثات الكائنات الحية كافة تتكون من المادة نفسها وهي الـ **DNA** التي يمكن قصها واعادة ترتيبها ولصقها تبعا لرغبة الانسان. وبالتالي اصبح من الممكن الان الحصول على نباتات متفوقة في صفاتها عن طريق الهندسة الوراثية وبالتحديد باستخدام تقنية الـ **DNA** المطمع **Recombination**. والتي تتلخص بنقل اجزاء معينة ومفيدة من المادة الوراثية من كائنات حية الى اخرى لاتربطها بها صلة قرابة.

وعلى الرغم من ان الهندسة الوراثية اكثر تعقيدا من الاساليب التقليدية المستخدمة في عملية التحسين الوراثي الا انها مأمونة مثلها. ففي كلتا الطريقتين هناك **DNA** جديد يدخل الى الطاقم الوراثي الـ **Genome** للنبات ويستقر فيه ويعبر عنه، وهذا لايعني ان تحل الهندسة الوراثية مكان طرق التحسين الوراثي التقليدية فكل منهما يكمل الاخر وخاصة بعد ان تستقر المورثات المنقولة **Trance genes** في الـ **DNA** المستقبل **Recipients** ومن ثم تنتقل الى النسل بطرق التهجين التقليدية.

ثانياً- انجاز برنامج الهندسة الوراثية:

تختلف الهندسة الوراثية عن الطرق التقليدية المستخدمة في عملية التحسين الوراثي بقدرتها على تغيير التركيب الوراثي للنباتات بشكل سريع ومضمون للغاية عن طريق ادخال المورثات المسؤولة عن الصفات المرغوبة فقط وبصورة مباشرة .

لانجاز برنامج الهندسة الوراثية تُتبع الخطوات التالية :

1- عزل المادة الوراثية:

تبدأ عملية عزل المادة الوراثية وهي عبارة عن الـ DNA الحاوية على مورثات الصفة المرغوبة المراد نقلها وبشكل نقي من النبات او من خلايا البكتيريا الحاوية على مورثات الصفة المطلوبة. ومن خلال البروتينات او الانزيمات الخاصة بلصقة فأنه يمكن عزل mRNA (اي RNA الرسولي وهو الذي يحمل التعليمات الوراثية للـ DNA حيث يتجه من النواة الى السيتوبلازم وتترجم هذه التعليمات الى بروتينات وانزيمات) ومن الاخير يمكن عزل العامل الوراثي المطلوب .

وقد ساهمت المواد الناقلة المتحركة (TE) Transposable elements بشكل فعال في تسهيل عملية العزل هذه وتحسينها لانها تستطيع التحرك من مكان الى اخر على الكروموسومات وبالتالي التسلسل الى العامل الوراثي والتموضع بالقرب منه وتمنعه من التعبير عن نفسه لهذا فهي تستخدم كعلامة Marker توضع على العوامل الوراثية للتعرف عليها وعزلها .

2- قَطْع الـ DNA :

ليس سهلا تحديد موقع الجين ثم فصله عن الجينات الاخرى ليتم ادخاله الى كائن حي اخر، لكن بأستخدام انزيمات الاندونيوكليز التحديدية (وهي نوع من انزيمات البكتيريا بالغة الخصوصية في مفعولها اذ يمكن بواسطتها انتزاع الجينات بدقة خارقة) من الممكن قص الـ DNA الى قطع اصغر يحوي كل منها مورثا واحدا او عدة مورثات ويتم ذلك بدقة حيث تتعرف هذه الانزيمات على امتدادات معينة من القواعد (4-6 ازوج) تسمى " تتابعات التعرف " ثم تقص كل جديدة من اللولب المزوج عند مكان معين، اي كلما ظهر تتابع التعرف في سلسلة الـ DNA الطويلة تحدث هذه الانزيمات قطعا عنده بحيث ينتج عن ذلك قطع اللولب المزوج فيها عند كل طرف "امتداد قصير " من جديدة مفردة من الـ DNA تسمى بالاطراف للزجة .

وقد تم اكتشاف المنات من انزيمات الاندونيوكليز التحديدية ويمكن تشبيه كل منها بألة دقيقة لقطع الـ DNA بطريقة معينة.

3-النسخ الخصري للجين :

لنسخ الجين يتم ادخاله الى داخل ناقل ويكون هذا النقل عادة احد البلازميدات او فيروس Bacteriophage اي بكتريوفاج .

ولكي نستطيع اخال الـ DNA الاجنبي الى داخل احد النواقل فأنه يتم تمزيق البلازميد او الفاج لاحداث ثغرة وذلك بأستخدام انزيم الاندونيوكليز نفسه الذي استخدم في تقطيع الـ DNA داخل الكائن المعطي، وهذا يؤدي الى تشكيل اطراف لزجة مكملة للاطراف للزجة لقطع الـ DNA الاجنبي الذي سيتم ادخاله. وبهذا تتطابق قطعة الـ DNA تطابقا دقيقا مع الثغرة في DNA الناقل وبأستخدام انزيم وصل الـ DNA تلتحم به بشكل محكم.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

وبذلك يندمج الجين الاجنبي داخل الناقل وهنا يجب الانتباه الى انه قد يحدث ان الاطراف اللزجة للناقل ربما تعود لتتحد من جديد اذا عثرت على بعضها البعض وهذا بالطبع يعيد التكوين الاصلي للناقل .

ومن اشهر الانزيمات اللاصقة هو الانزيم المعزول من بلازميد بكتريا *Escherechia coli* التي تعيش في امعاء الانسان او الفيروس الملتهم للبكتيريا *Bacteriophage* ، ان مهمة الناقل هي نقل الـ DNA الاجنبي الى داخل خلية البكتيريا المتلقية وهي في الغالب *E.coli* التي يستطيع التناسخ بواسطتها، اذ انه بمجرد دخوله الى خلية البكتريا هذه فان البلازميد الناقل وبالتالي الجين الاجنبي سوف يتناسخ كلما انقسمت هذه الخلية (تنقسم بكتريا *E.coli* مرة كل 20 دقيقة وخلال 10 ساعات يمكن ان تصل عدد النسخ الى اكثر من بليون) .

4- تشغيل الجينات :

حتى يعبر الجين المدخل الى اي كائن حي عن نفسه لابد من ادخال كل من جينات البناء (وهي الجينات التي تعطي الكائن الحي القدرة على صنع منتجات جديدة) وجينات التحكم (هي الجينات التي تقوم بتشغيل جينات البناء المناظرة لها) .

طريقة تفاعل البوليمرز المتسلسل Polymerase chain reaction (PCR) لنسخ الجينات:

يمكن تصنيع عدد غير محدد من نسخ الجين في المختبر فبدءاً من جزئ واحد من الـ DNA يمكن الحصول على اكثر من مئة بليون نسخة خلال بضع ساعات (لان التزايد يكون أسياً) . وتتطلب عملية التصنيع هذه مايلي

1- المادة الوراثية (الـ DNA) وتكون كميته 50- 100 نانوغرام لكل 25 ميكروميتر حجم نهائي وفي بعض الحالات تكون عدة بيكو غرامات كافية لاجراء التفاعل والحصول على النتائج المطلوبة .

2- البادئ : عبارة عن سلسلة قصيرة من القواعد النتروجينية (10-30 قاعدة نتروجينية) ذات تركيب نيوكلوتيدي معروف ومحدد وتركيزه 0.2-1 ميكرومول (ويتكون من عدد قليل من النيوكلوتيدات التي تشكل جزءاً من شريطة DNA الفردية) وفي الوقت نفسه يمكن ان يعمل كمسبلر اذا كان موسوماً بنظير مشع لمعرفة فيما اذا كانت عينة ما من الـ DNA تحوي على تسلسل نيوكلوتيدي نوعي او جيناً محدداً . وبعبارة مختصرة يمكن القول ان البادئ هو DNA قادر على الارتباط (التهجين الجزئي) مع مقاطع من المورث ذات تركيب بنيوي مكمل له . يمكن الحصول على البوادئ بشكل اساسي بوساطة الزراعة البكتيرية كما يمكن مكائرتها كيميائياً باستخدام تقنية PCR .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

3- انزيم التكتيف : يستخرج من بكتيريا *Thermos aquaticus* تعيش في الينابيع الحارة وهو ثابت حراريا Tag وتركيزه 2.5 وحدة انزيمية لكل 100 ميكروليتر حجم نهائي .

4 - الوسط الملائم لانزيم التكتيف : وهو المحلول الواقي القياسي ويحوي 50 ميلي مول KCl و 10 ميلي مول Tri-Hcl و 1.5 ميلي مول $MgCl_2$.

5- النيو كلوتيدات الاربعة ثلاثية الفوسفات مفردة (A,T,C,G).

6- وسيلة دوران حرارية اوتوماتيكية (جهاز PCR): يمكن ان تعطي تغيرات حرارية سريعة جدا وتتألف كل دورة حرارية لهذه الجهاز من ثلاث مراحل :

أ - حرارة مرتفعة من 90-95 م مما يؤدي الى فصل السلسلة الجديدة من ال-DNA والتي تستخدم كقالب .

ب - انخفاض الحرارة الى 35-60 م تبعا لطول البادئ وتركيبه من القواعد C-G وهذه الحرارة مناسبة لالتصاق البادئ بالجزء المطلوب والمتم له من ال-DNA فتتشكل بداية الجديدة .

ج- ارتفاع الحرارة الى 70-75 يبدأ تركيب السلسلة الجديدة من ال-DNA باستخدام النيوكلوتيدات ثلاثية الفوسفات وبمساعدة انزيم التكتيف مما يؤدي الى استطالة السلسلة الجديدة من DNA مستعملة ال-DNA الاصلي كقالب.

ان مدة التحضين في هذه المرحلة تتعلق بطول الموقع المطلوب والمواد اكثره، ان كل الف زوج نيو كلوتيدي (1 Kilo base) يحتاج الى دقيقة واحدة كي يتم تركيبه، وبانتهاء الدورة الاولى تكون كمية ال-DNA التي بدأ بها قد تضاعفت .

استطالة ال-DNA:

تتم استطالة ال-DNA دائما باتجاه واحد هو 5 3 اذ ان هنيئ الرقمين يدلان على ذرتي كربون معينتين من السكر الخماسي الريبسي المنقوص الاوكسجين. ان وحدات البناء الاساسية لحمض ال-DNA هي جزيئات السكر الخماسي المنكور وجزيئات حامض الفوسفور بالاضافة الى القواعد النتروجينية الاربعة A, T, C, G والارتباط ضمن السلسلة يكون اوامر استيرية ثنائية الفوسفات، اما بين سلسلتي ال-DNA فيكون من خلال اوامر هيدروجينية بين القواعد الاربعة وفق قاعدة الازدواج القاعدي *Passé Pair* ويمكن تلخيص طريقة PCR بمايلي :

- 1- الحصول على كميات كبيرة من الـ DNA الخاصة بكل طراز بحيث تصبح المادة للتحليل
- والدراسة .
- 2- السرعة في الحصول على النتائج وامكانية تطبيقها على عدد كبير من العينات .
- 3- انتاج مسابر لاستخدامها في عملية التهجين الجزيئي وتحديد مواقع معينة لجينات معينة على الخريطة الوراثية .
- 4- احتياجها لكمية ضئيلة من الـ DNA ربما يتم الحصول عليها من ورقة نباتية واحدة .

ثالثا - طرق ادخال المورثات الى النباتات :

أ- ادخال الـ DNA الحر في الخلايا العارية Protoplast :

ان الثقوب الموجودة في الخلايا العادية تكون اصغر من ان تسمح للـ DNA بأن يمر بسهولة، بينما في الخلايا العارية (البروتوبلاست هي خلايا مفردة ازيل عنها الجدار الخلوي بوساطة الهضم الانزيمي) فإن الغشاء البلازمي هو الحاجز الوحيد، لذلك يمكن ادخال الـ DNA الى الخلايا العارية بأحد الطرق التالية :

1- نقل المورثات بوساطة المواد الكيميائية : يستطيع البولي ايثلين كليكول وهو عبارة عن

بوليمير عضوي كثيف ان يخترق الغشاء البلازمي في الخلايا العارية بسهولة لينقل الـ DNA . ويعد هذا البوليمير من اكثر عوامل النقل الكيميائية شيوعا .

2- الثقب الكهربائي : تستخدم نبضات قصيرة عالية الفولتية تحدث ثقوبا سريعة الزوال في غشاء الخلايا العارية يمكن لجزيئات الـ DNA ان تمر من خلالها .

ب- ادخال المورثات الى الخلايا الكاملة :

اثبتت التجارب صعوبة الحصول على نباتات بالغة من الخلايا العارية للكثير من الانواع النباتية وخاصة محاصيل الحبوب (الذرة ، القمح) وغالبا مینتج عنها نباتات عقيمة لذلك اتجهت الابحاث نحو ايجاد طرق لادخال الـ DNA الى الخلايا الكاملة وهي :

1- نقل المورثات بوساطة الكائنات الحية الدقيقة (استخدام بلازميد Ti) :

نقل الجينات بوساطة البكتريا تحدث منذ قديم الازل ولا زالت تحدث في الطبيعة قبل ان يكتشفها الانسان، وخير مثال على ذلك مرض التدرن التلجي حيث تدخل بكتريا *Bacterium tumefactions* من خلال الجروح في ساق النبات او جذره وتقتحم مادته الوراثية مما يؤدي الى حدوث ورم لنسج سرطان في تاج

كلية الزراعة / جامعة ديالى

النبات. ان المسؤول عن تشكيل هذا الورم ليس البكتيريا ذاتها وانما هو بلازميد بكتيري يعرف بلبلازميد المسبب للورم ويسمى **Tumor inducing plasmid** ويرمز له اختصارا **Ti**، وهو عبارة عن قطعة **DNA** الدائرية الموجودة في هذه البكتيريا والحامل للقطعة **-DNA Transferred (T-DNA)** التي تندمج مع المحتوى الكروموسومي للخلية وتصبح وكأنها جزء من **DNA** الخلية. ويتم توريث الصفات طبيعيا وفق قوانين مندل (تمثل القطعة **5T-DNA 8%** من البلازميد وتشفر من **5-10** بروتينات).

يبلغ طول البلازميد **80-50:Ti-plasmid** ميكرو ميتر ووزنه **95-160** ميغا دالتون . ويستطيع ان يشفر **150-250** بروتين، وهو عبارة عن عامل توريث حلقي الشكل منفصل عن الكروموسومات في النواة حيث يوجد في السائتو بلازم، وهو ذاتي الاستنساخ ويشكل **3-5%** من الوزن الجزيئي لمجموع الكروموسومي لبكتيريا العقد الجذرية .

تصنف البلازميدات تبعا لتحفيزها لانتاج حامض اميني محدد، فمثلا يعد بلازميد اوكتابيني

وبلازميد نوباليني من اكثر البلازميدات شيوعا وتواجدا في بكتريا **A. tumefaciens** وان

كل خلية بكتيرية تحوي فقط نوعا بلازميديا واحدا قد يكون او كتابينيا او نوبالينيا .

بعد دخول البكتريا لخلايا الانسجة النباتية تستعد هذه الانسجة لان تخدم هذا الضيف بتركيب احماض امينية كمصدر للكربوهيدرات والنتروجين تسمى بالابيونات **Opines** وهي من مشتقات الحامض الاميني **Argentina** مع العلم بأن الابيونات لا توجد في الخلايا النباتية السليمة. اكدت الابحاث العلمية ان **Ti-plasmid** يحوي **7** جينات ضارة موجودة قرب بعضها وهي مسؤولة عن ثلاث وظائف هي :

أ- تحفيز الورم.

ب- تركيب الابيونات .

ج- تثبيط التمايز الخلوي .

انتبه العلماء الى امكانية استخدام البكتريا المسببة لمرض التدرن التاجي **Grungal** في نقل الجينات الى النباتات. لكن ولكي تكون هذه البكتريا فعالة كأداة لنقل المورثات لابد من استئصال جيناتها المسببة للمرض المذكور وقد امكن ذلك عام **1983** م.

تمكن العلماء ايضا من تركيب اول الجينات المهندسة وراثيا في هذا البكتريا وهو جين يجعل خلايا النبات مقاومة للمضاد الحيوي كاناميسين (مركب يثبط نمو خلايا النبات) ثم ادخلت البكتريا في جذر النبات وبالنتيجة ظهرت امكانية التعبير عن الجين الغريب في النبات .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

2- نقل الجينات باستخدام المدافع البيولوجية : ابتكر العلماء الامريكيون عام 1987 جهازاً يقذف خلايا النبات بجزيئات التنغستين المغلفة بالجينات وتستخدم القاذفة خرطوشة خلبية عيار 0.22 كقوة دافعة (اي خرطوشة تحوي باروداً دون رصاصة). ثم تمكن علماء اخرون من ابتكار قاذفة مماثلة تستخدم جزيئات الذهب يدفعها تبخر قطرة ماء. وبأستخدام كلتا القانفتين تم الحصول على نباتات معدلة وراثيا **Transgenic plants**.

وفي عام 1991 تم تطوير قاذفة ذات كفاءة عالية تستخدم طلقات معدنية دقيقة مغلفة بالجينات المرغوب ادخلها الى النباتات تطلق مباشرة الى داخل الخلية الكاملة وليس الى البورتوبلاست مما يجعل احتمال الحصول على نباتات بالغة اكثر. وقد تمكن العلماء بأستخدام هذه الطريقة من الحصول على نباتات من الذرة مقاومة لمبيد الاعشاب بيافوس.

3- نقل المورثات عن طريق الحقن المجهري : تعتمد هذه الطريقة على استخدام ابرة مجهرية في نقل الـ DNA مباشرة الى الخلايا الكاملة. لكن يعاب عليها مايلي :

أ- تعرض الطرف الدقيق للابرة للكسر او الانسداد .

ب- غير تجارية نظرا للصعوبة والجهد الكبيرين في تحوير الخلايا واحدة واحدة .

ج- ان دخول الـ DNA الى الخلية لا يؤدي بالضرورة الى اندمجه مع الجينوم الوراثي فيها اذ انه للحصول على الخلية الواحدة تقبل جين جديد لابد من حقن الاف الخلايا .

الاتجاهات الحديثة في الهندسة الوراثية

تجري الان ابحاث كثيرة في مجال الهندسة الوراثية في الاتجاهات التالية :

1-نقل الجينات الى حبوب اللقاح .

2-الحقن المباشر للـ DNA في الاعضاء التكاثرية .

3-امكانية استخدام الجينات الواثبة .

4-امكانية تعديل المورث ذاته بنقل قطع الـ DNA في الجين ذاته الى مواقع جديدة .

5-امكانية اعتبار ان الفيروسات التي تصيب النباتات هي عوامل محتملة في نقل الجينات .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

رابعاً- انجازات الهندسة الوراثية في مجال التحسين الوراثي للنباتات

1- في مجال وقاية النباتات من الحشرات :

ان استنباط السلالات النباتية المقاومة للافات الحشرية لم يلق الاهتمام الجدير به باستخدام طرق التحسين الوراثي التقليدية وذلك لاحتياجه الى الكثير من الوقت يمتد على مدى اجيال عديدة وللكتير من الجهد والنفقات .

هذا وتعتمد طرق التحسين الوراثي التقليدية في هذا المجال على خصائص موجودة في النباتات تنضبط بوساطة جينات رئيسة في حين اتجهت جهود علماء الهندسة الوراثية نحو بكتريا *Bacillus thuringiensis* ويرمز لها (Bt) والتي تنتج بروتينا يقتل يرقات الحشرات حرشية الاجنحة *Lepidoptera* (فراشات ابو دقيق) يستخدم هذا البروتين كمبيد حشري نظرا لعدم سميته للثدييات وسهولة ازالته عن النباتات بالاضافة الى قصر فترة فعاليته

ويتلخص مبدأ عمل بروتين Bt بكونه يرتبط بمستقبلات معينة موجودة على اغشية امعاء الحشرات مما يؤدي الى حدوث خلل في انتقال الفضلات فتتعطل نتيجة لذلك قدرة الحشرة على التغذية.

عزل العلماء من البكتريا السابقة الذكر الجينات المسؤولة عن انتاج بروتينات المبيدات الحشرية ونجحوا في استخدام قاذفات الجسيمات وفي استخدام بكتريا *Agrobacterium tumefactions* لادخال الجينات هذه الى نباتات البطاطا والطماطة والقطن، الا ان تأثير هذه الجينات في النباتات كان ضعيفا اذ لم تقتل بروتينات Bt التي انتجتها النباتات سوى الحشرات المختبرة الاكثر حساسية. لذلك قام العلماء بأعادة تصميم الجين البكتيري الاصلي او هندسته ليشابه تتابعات DNA النباتات بشكل اكثر، الامر الذي ادى الى زيادة مقاومة النباتات للحشرات بشكل واضح .

نقل ايضا جين مشفر لتصنيع بروتين Bt (مهندس وراثيا) الى نبات الطماطة ونظراً لسمية هذا البروتين لكل من دودة الثمار *Halitosis* والدودة الدبوسية *Lycopericella* فقد تمت وقيته من هاتين الحشرتين .

وادي نقل جين لتصنيع بروتين Bt الى نبات التبغ الى توقف تغذية يرقات الطور الانسلاخي الاول للافة الحشرية *Manduca sexta* على وراق النبات المهندس وراثيا في مدى 18 ساعة وموتها بعد 3 ايام .

اجرى العلماء بعد ذلك مسحاً شاملاً لجميع سلالات Bt الموجودة في الطبيعة بحثاً عن سلالة تؤثر في اطوار اخرى من الحشرات غير اليرقات وتوصلوا نتيجة لذلك الى سلالة واحدة فقط قادت الى تصميم جين فعال ضد خنفساء كلورادو التي تصيب البطاطا .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

اتجه العلماء بعد ذلك الى جعل النباتات تقاوم عدداً كبيراً من الحشرات المهاجمة المحتملة ، فقد اكتشفت سلالة من اللوبياء *Vegan unguiculates* مقاومة لخنفساء البروكيد واتضح ان الاساس البيوكيميائي لهذه المقاومة هو زيادة في مستوى احد موانع انزيم التربسين الهضمي الذي يتدخل في قدرة هذه الحشرة على هضم الخلايا النباتية مما يؤدي الى موتها جوعاً. وقد نجح العلماء في عزل الجين المسؤول عن انتاج البروتين (مثبط التربسين) من نبات اللوبياء ثم استنساخه وادخله الى نبات التبغ مما ادى الى مقاومة ديدان اليراع، وادى ادخله الى نبات القطن الى مقاومة دودة اللوز .

تمتاز البروتينات المهندسة وراثياً في النباتات عن مبيات الحشرات التقليدية بما يلي :

- 1- عدم وجود أي تأثير سمي لها على الثدييات .
- 2- تأثيرها ينحصر فقط على الحشرات التي تتغذى على النباتات المهندسة وراثياً وبالتالي لاخوف من حدوث خلل في التوازن البيولوجي في الطبيعة .
- 3- تكسب النباتات حماية مستمرة وخاصة في الاجزاء التي يصعب عادة معاملتها بالمبيدات التقليدية (الجذور، الاوراق السفلية) .

2- في مجال وقاية النباتات من الفيروسات :

من الصعب مكافحة الفيروسات باستخدام الطرق التقليدية غير المباشرة مثل استخدام مبيدات الحشرات للقضاء على الحشرات الناقلة للفيروسات. لهذا كان لابد من ان تتدخل الهندسة الوراثية في هذا المجال اذ تمكن العلماء من اكتشاف طريقة الغلاف البروتيني للفيروس **Capsid** التي يتلخص مبدؤها بادخال نسخة **DNA** من الغلاف البروتيني للفيروس الى النبات فيصبح نتيجة لذلك مقاوما للفيروس .

تم الحصول باستخدام هذه الطريقة على نباتات بططا مهندسة وراثياً مقاومة لفيروس **PVS** وفيروس **PLRV** ونباتات طمطة مقاومة لفيروس موزاييك التبغ **TMV** ونباتات مقاومة لفيروس موزاييك الخيار **CMV** واشجار خوخ مقاومة لفيروس جذري الخوخ **PPV** ...الخ.

ان الالية التي يعمل بها الغلاف البروتيني للفيروس لاحداث المقاومة غير واضحة تماما لكن في حالة فيروس موزاييك التبغ **TMV** فربما يؤدي الغلاف البروتيني للفيروس الى التدخل في عمل الفيروس او انه يمنع تكاثره .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

3 في مجال وقاية النباتات من البكتريا والفطريات:

على الرغم من احتواء النباتات على مواد تقيها من الإصابة بالبكتريا والكاننات الحية الدقيقة الاخرى مثل القلويدات والمواد الصابونية والشمعية ومواد اخرى مثل Thiamin في الحبوب وLectin في البقوليات وغيرها الا ان مقاومتها مازالت ضعيفة .

بين Jayne's عام 1993م ان انزيم Lytic peptide عبارة عن بروتينات صغيرة تحوي 23-29 حامضاً أمينياً تقسم الى: Cercopins, Magainins, Serotoxins, Defensins وان السيرسوبيين يؤدي الى انفجار البكتريا باحدثه قنوات داخل غشاء البكتريا وقد تم اكتشافه في فراشة دودة القز التي تفرزه لحماية نفسها من البكتريا .

وتم حديثاً عزل العامل الوراثي المسؤول عن انتاج بروتين السيرسوبيين من فراشة دودة القز واستنساخه وادخاله الى نباتات البطاطا مما يجعلها مقاومة لبكتريا العفن الطري .

ثم بين علماء اخرون ان انزيم Lysozem الموجود في بيض الدجاج ودموع الانسان اكثر كفاءة من انزيم السيرسوبيين في مقاومة بكتريا العفن الطري عند ادخاله الى البطاطا ، كما امكن تصنيع بيتيد شيفا Shiva الذي يشبه لسيرسوبيين بنسبة 46% وتم نقله الى البطاطا لزيادة مقاومتها لبكتريا العفن الطري. ونظراً لسهولة تغيير البيبتيدات وادخلها الى النباتات اضافة لضعف سميتها على الانسان والحيوانات فان الجهود تتجه لاستخدامها بهدف زيادة مقاومة النبات لأمراض الفطرية والنيماتودا اضافة الى البكتريا .

وتجرى الان العديد من الابحاث للحصول على اصناف من الحمضيات مقاومة لبكتريا Xanthomonas التي تؤدي الاصابة بها الى ألحاق اضرار كبيرة بالاشجار وبالتالي انخفاض الانتاجية بشكل كبير. هذا وقد تمكن العلماء من اخال جين المقاومة لهذه البكتريا (Xa21) الى نبات الارز غير المقاوم لهذه البكتريا مما ادى الى الحصول على نباتات مقاومة.

تم عزل جين يتحكم في انتاج انزيم Chitins من بكتريا *Aeration marcescens* وهذا الانزيم يذيب الكيوتين الموجود في جدر الكثير من الحشرات والفطريات (تبطن مادة الكيوتين القناة الهضمية وتجعلها مقاومة للبكتريا) ، ثم ادخل هذا الجين الى البطاطا والطماطة والخس والشوندر الاحمر والبرتقال مما ادى الى زيادة مقاومتها للفطريات لانه في حالة اصابتها بالفطر يقوم الانزيم بأذابة الكيوتين في جدر خلايا الفطريات المهاجمة فلا تحدث الاصابة .

4 في مجال تحمل النباتات لمبيدات الاعشاب:

تؤثر مبيدات الاعشاب في النباتات من خلال تأثيرها في البلاستيدات الخضراء او الميتوكوندريا او الاحماض النووية او تمثيل البروتين الخ

كلية الزراعة / جامعة ديالى

اكتشف العلماء انزيما تفرزه بكتريا *Klebsiella ozona* بإمكانه تكسير مبيدات الاعشاب ويوجد العامل الوراثي المسؤول عن هذا الانزيم في البلازميد الخاص بهذه البكتريا .وباستخدام الانزيم المحدد او القاطع تم قطع العامل الوراثي هذا من البلازميد ثم وضعه داخل بكتريا *E.coli* لاكثره بأعداد كبيرة تمكن من التعرف عليه وتنقيته. وبعد التعرف على هذا العامل الوراثي تم ادخال نسيج منشط اليه يعمل في الضوء تم الحصول عليه من نبات يقوم بعملية التمثيل الضوئي ومن ثم وضعوا عليه علامة عبارة عن عامل مقاوم للمضاد الحيوي Kanamycin ووضعوا كل ذلك داخل بلازميد *Ti.plasmid* ادخلوه في بكتريا *A.tumefacienc* التي سمح لها بصبغة نبات التبغ .وتم تحويل بعض خلايا النباتات التي وضعت على بيئة معقمة بالمضاد الحيوي الكاناميسين ومن ثم تم عزل الخلايا المقاومة التي تم الحصول منها عن طريق زراعة الانسجة على نباتات مقاومة،ومن جهة اخرى تمكن العلماء ايضاً من عزل المورث المسؤول عن تمثيل الانزيم EPSP من خلايا سلالة من نبات البيتونيا *petunia hybrid* مقومة للجلايفوست *Glyphoste* وكذلك من بكتريا *Salmonella hyphimurium* المقاومة ايضاً .

ان الانزيم EPSP يلعب دوراً رئيساً في تمثيل الاحماض الامينية الاروماتية ويكون نشاطه اساساً في البلاستيدات الخضراء ويتأثر نشاطه بوجود الجلايوفوست (وهو عبارة عن المادة الفعالة في بعض المبيدات العشبية والمتخصصة في التأثير على الانزيم EPSP) .ومن ثم تم نقل الجين الذي تم عزله المسؤول عن تمثيل الانزيم EPSP الى نباتات التبغ والطماطة والحوار مما جعلها متحملة لمادة الجلايوفوست .

5-في مجال تحسين الصفات النوعية للثمار:

يعد بروتين الثوماتين *Thaumatococcus* اكثر المواد المعروفة حلوة وهو يستخدم كمادة تحلية في غرب افريقيا كما يستخدم كمحسن للطعم ايضاً .ونظراً لان هذه البروتين عبارة عن مادة غير سكرية فهو مرشح للاستخدام في الاغذية الصحية وخاصة لمرضى السمنة والسكري .

ونظراً لصعوبة زراعة نبات *T.danielli* الذي يحوي هذا البروتين فقد نقل الجين المسؤول عن انتاج الثوماتين الى نبات البطاطا فأصبحت مصدراً لهذا البروتين كما اصبحت حلوة المذاق مما يفتح افقاً واسعة حول امكانية ادخل هذا الجين الى نباتات اخرى بهدف تغيير طعمها وتحسينه .اما في مجال التحكم في طراوة الثمار فمن المعروف ان انزيم *Polygalacturonases* يقوم بتحليل البكتين الموجود في جدر خلايا ثمار الطماطة مما يؤدي الى طراوتها وعدم تحملها لعمليات التداول (القطف ، النقل ، والتسويق) .ولقد قام علماء الهندسة الوراثية بهندسة الجين المسؤول عن انتاج هذا الانزيم وذلك بهدف الحصول على مايسمى بجين الاتجاه المعاكس الذي يعبر عن معنى مضاد للجين الاساسي مما يؤدي الى عدم تشكل الانزيم الذي يقوم بتحليل البكتين وقد نجحوا بذلك لكن بالنتيجة بقي 10% من الانزيم نشطاً لذلك تم اجراء التلقيح الذاتي للنباتات التي ظهر فيها اعلى مستوى لكبح الانزيم وبالتالي تم الحصول على نباتات تصل نسبة كبح الانزيم فيها الى 99% . هذا ولم يتأثر بالنتيجة محتوى الثمار من المادة الصلبة الذوابة والمادة الجافة والبوتاسيوم والصبغيات ودرجة الحموضة .وبذلك تصل

ثمار الطماطة وهي ماتزال على النبات الى اللون والطعم والنكهة المميزة لكنها تبقى صلبة مما يسهل نقلها وتسويقها .

وفي مجال تأخير نضج الثمار فقد تمكن العلماء من هندسة جين الاتجاه المعاكس التي تبطل فعل الانزيم المسؤول عن التصنيع الحيوي للايثلين (يعد الايثلين Ethylene هرموناً نباتياً يلعب دوراً رئيسياً في نضج الثمار المعقدة) وبالتالي وقف نضج ثمر الطماطة مما يضمن سلامة الثمار خلال عمليات التداول .وبذلك يستطيع المزارع تسويقها عند الرغبة تبعاً لحاجة السوق اذ يتم تعريضها للايثلين مما يؤدي الى استئنافها لعملية النضج الاعتيادية وبذلك لايمكن تمييزها عن الثمار الناضجة طبيعياً .وتتجه الدراسات حالياً نحو الاستفادة من البروتينات الموجودة في سمك الفلاوندر الشتوي المتحمل للمياه الشديدة البرودة وذلك لاكساب الانسجة النباتية خاصية مقاومة الصقيع .وتبين ان تشبع الانسجة النباتية بهذا البروتين الذي اطلق عليه تسمية البروتين المضاد للتجمد يؤدي الى ما يلي :

1-خفض درجة حرارة تجميدها .

2-خفض كمية الماء القابلة للتجمد فيها .

3-خفض معدل سرعة تكون البلورات الثلجية فيها .

وقد تم نقل هذا البروتين الى الطماطة وتجري الان ابحاث لمعرفة التغيرات في القوام والطعم بعد التجمد والاذابة .واذا ما نجحت هذه الطريقة فسوف يتم تطبيقها على نباتات اخرى حساسة للصقيع لجعلها مقاومة له مثل الفريز .

6-في مجال تثبيت النتروجين الجوي عن طريق انتاج العقد البكتيرية على جذور نباتات غير بقولية :

من المعلوم ان البقوليات تحمل على جذورها عقداً بكتيرية ناتجة من الاصابة بأحد انواع بكتيريا Rhizobium والتي تتميز بخاصية تثبيت او تحويل النتروجين الجوي الى ملح يصبح سماداً للنبات .ويقدر العلماء بأن هذه البكتيريا تثبت في العالم حوالي 40 مليون طن من النتروجين سنوياً .

ان تثبيت النتروجين الجوي بواسطة البكتيريا الريزوبيوم تحكمه مجموعة من الجينات سواء في النبات البقولي او في البكتيريا وقد امكن نقل هذه الجينات من بلازميد بكتيري من جنس الريزوبيوم الى بكتيريا E.coli فتحولت الى بكتيريا مثبتة للنتروجين الجوي .

وتجري حالياً الكثير من الابحاث بهدف نقل الشريط الوراثي الذي يثبت النتروجين الجوي الى الاف الانواع الاخرى من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة والتي لاتحمل هذه الصفة فتتحول هذه الكائنات الى مصانع للاسمدة .ولقد اتجه العلماء في الاونة الاخيرة الى اجراء محاولات عديدة لانتاج عقد جذرية في النباتات

كلية الزراعة / جامعة ديالى

النجيلية بهدف تثبيت التتروجين الجوي تعايشاً مع انواع مختلفة من البكتريا .وقد تركزت اغلب المحاولات على الهندسة الوراثية وعلى المعاملات الكيميائية الوراثية .ونجح بعضهم في انتاج عقد جذرية صناعية نظيرة **Nodules-para** على جذور القمح والرز والذرة الصفراء نتيجة المعاملات بمادة **2-4.D,Naa,laa** والانزيمات المحللة للسلولز والبكتينات والتدقيق بانواع مختلفة من البكتريا كالاوسبريليوم والازوريزوبيوم والرايزوبيوم المعزولة من نبات **Parasponia** وقد اتصفت هذه العقد الصناعية بقدرتها على ارجاع الاستيلين وقدرت الكفاءة التثبيتية للتتروجين الجوي بحدود 9% بأستخدام تقنية N_{15} ولاتزال الابحاث مستمرة في هذا المجال

المحاضرة الحادية عشر

التربية والتحسين بأستخدام الطفرات **Mutations**

تعرف الطفرة بأنها التغير المفاجئ في التركيب الوراثي يتسبب عنه تغير في صفات الفرد وتجعله يختلف عن صفاته الطبيعية الاصلية وتظل الطفرة ثابتة وراثيا بعد ظهورها من جيل لآخر الا اذ حدث لها تغير يؤدي الى طفرة جديدة اخرى.

وبتعبير اخر ان الطفرة هي تغير مفاجئ في التركيب الوراثي للفرد ويكون هذا التغير متوارثاً عبر الاجيال. ان الطفرات مستمرة في الحوث تلقائيا في الطبيعة وتعتبر من الاسس المهمة في نشوء التغيرات الوراثية والتطور. وبذلك فهي تساعد على تحسين المحاصيل اضافة الى الطرق الاخرى، فعلى مربى النباتات ان يهتم بالطرق التي بواسطتها يستطيع ان يزيد من معدل حصول الطفرات لان الطفرات المكتسبة التي تؤدي الى زيادة الحاصل غير متوفرة في المصادر الطبيعية .

انواع الطفرات

1- الطفرات الجينية **Gene mutations**

وهي ظهور جينات جديدة مختلفة في التركيب عن الجينات الاصلية وتعتبرالمصدر الرئيسي للتباين الانعزالي وذات اتركبير في التطور وفي تربية النبات، وقد تظهر هذه الطفرات في الكائنات الحية اما تلقائيا في الطبيعة او صطناعيا بوسائل مختلفة وهي على عدة انواع :

أ- الطفرات الجينية المميتة **Leath gene mutations**

وهي ذات تأثير شديد على حيوية لنبات ونموه وقد تسبب العقم اذا وجدت بحالة نقية .

ب- الطفرات العادية الاثر.

كلية الزراعة / جامعة ديالى

وهي تسبب تغيراً ظاهرياً ببعض الصفات المورفولوجية والفسلجية للنبات لكنها لا تسبب ضعفاً في النمو والخصوبة مثل الطفرات التي تؤثر في تفرع النبات وموعد التزهير ومقاومة الامراض والاضطجاع .

ج- الطفرات ذات الاثر البسيط :

وهي الطفرات التي تحدث تغيراً ظاهرياً بسيطاً في بعض الصفات اي يكون اثرها محدوداً ، وهي الاكثر انتشاراً في النباتات والتي تتحكم غالباً في الصفات الكمية .

د- الطفرات ذات الاثر غير المباشر:

وهي التي لا تحدث تأثيراً مباشراً على صفت الفرد، ولكنها تؤثر على مفعول العوامل الاخرى الرئيسية ويطلق على هذه الطفرات اسم **Modifiers**

2- الطفرات الكروموسومية :

وهي الطفرات التي تحدث تغيراً في تركيب كروموسوم واحد او اكثر وهي على نوعين :

- أ- طفرات تؤثر على التركيب الكروموسومي كأن ينقص جزءاً منه او ان ينقلب جزء منه في وضعه او تبادل اجزاء غير متناظرة من الكروموسومات المختلفة .
- ب- طفرات تؤثر على زيادة عدد الكروموسومات او نقصانها (التضاعف الكروموسومي) :
- اي زيادة في عدد الكروموسومات، وهي اما تكون زيادة كلية في عدد المجاميع او زيادة جزئية في كروموسوم فردي او عدة ازواج وكما ذكرنا سابقاً. ولهذه الطفرات اثر كبير في نشوء الاصناف الزراعية .

والطفرات اما ان تكون طبيعية او صناعية، فالطفرات الطبيعية تظهر تلقائياً وبصورة مستمرة في النباتات اثناء نموها في الطبيعة او في حقل لتجارب اثناء عمليات تربية النبات. والطفرات الطبيعية لعبت دوراً هاماً في نشأة الطرز والانواع النباتية الجديدة، فهي المصدر الخام للتغيرات الوراثية والتي بواسطة الانتخاب الطبيعي استبعدت الكثير من الصفات الضارة لكثير من انواع النباتات. اما الطفرات الصناعية فهي التي يقوم الانسان بأستحداثها عن طريق المطفرات المختلفة مثل الاشعة السينية والطفرات الكيمياوية وهذه المطفرات تؤثر على الكروموسومات وتؤدي الى حدوث تغيرات وراثية فيها.

الوسائل المستعملة لانتاج الطفرات :

1- الاشعة الايونية :

ان الاشعة الايونية تحدث تأثيراً مباشراً على انسجة النبات الذي يتعرض لها، وحسب العمق الذي تخترقه في ذلك النسيج. ومن اهم الاشعة الايونية هي اشعة الفا وبيتا وكاما والاشعة السينية. كذلك يمكن تعريض البذور لهذه الايونات لغرض احداث التغير الوراثي فيها .

2-الاشعة غير المؤينة:

وهي الاشعة فوق البنفسجية والتي يمكن الحصول عليها بواسطة مصباح بخار الزئبق، وهي اشعة غير متعمقة وتأثيرها يكون على طبقة رقيقة جدا من خلايا النبات.

3-النيوترونات :

وهي اشعة ذرية تنتجها المفاعلات النووية او المعجلات الذرية وتستخدم في معاملة الاجزاء النباتية وتؤدي الى احداث طفرات جينية وكروموسومية على حد سواء، وهذه العملية تحتاج الى احتياطات شديدة خوفا من الاشعاعات .

4- النظائر المشعة :

يمكن استعمال النظائر المشعة لبعض العناصر مثل الفسفور P_{12} ونظائر الكبريت كوسيلة من وسائل احداث الطفرات الجينية، ويجب اتخاذ اجراءات الحيطه والحذر عند استعمال النظائر المشعة .

5-استعمال المواد الكيميائية :

يمكن استعمال بعض المواد الكيميائية في احداث الطفرات الصناعية مثل اثيل ميثانول سلفات، وداي اثيل سلفات، الكولشيسين، وهذه المواد لها تأثير مشابه للتأثير الناتج عن استخدام الاشعاع الايوني لكنها تنتج تغيرات جينية اكثر من التغيرات الكروموسومية .

كيفية تداول الاجيال الانعزالية في حالة استعمال الطفرات :

لنأخذ مثال البذور وكيفية استعمالها في الطفرات :

نأخذ كمية مناسبة من بذور الصنف المراد حصول الطفرات فيه من اجل زيادة التغيرات الوراثية، وتقسم الى اجزاء عديدة، وكل جزء يتم تشعيه بجرعة معينة من الاشعاع والجرعات تقاس بوحدة تسمى راد (Rad) ، فقد تكون الجرعة مثلاً 5,10,15,20 راد وهذا حسب نوع البذور وحجمها، التشعيع يمكن ان يستمر لثواني قليلة الى عدة دقائق وبعد ذلك تزرع البذور حسب طريقة زراعة كل محصول لنحصل على نباتات الجيل الاشعاعي الاول M_1 .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

ان الطفرة الجديدة تكون هجينية في نباتات الجيل الاول M_1 ، وعادة يحدث الانعزال الوراثي للطفرات في الجيل الثاني M_2 . وتزرع بذور M_2 في خطوط ثم تجري عملية الانتخاب على نباتات الجيل الثاني M_2 ذات الصفات المرغوبة. ثم تجري تلقح ذاتي للنباتات المنتخبة لغرض الحصول على نباتات الجيل الثالث M_3 . وهكذا الى ان يتم الحصول على نباتات ذات صفات مرغوبة .

ملاحظة :

ان سبب كون الطفرة التي تحدث في النباتات اثناء التشعيع هجينية يرجع الى ان احتمال ظهور نفس الطفرة في كل من الاليلين الوراثيين المسؤولين عن صفة واحدة يكون ضعيف جداً .

محددات طرق التربية بالطفرات :

- 1- ان غياب المعلومات الكافية حول التراكيب الوراثية لمعظم النباتات الاقتصادية وعدم معرفة المواد المناسبة لكل تركيب وراثي بدقة من الطفرات، واحتمال الحصول على الطفرات المفيدة وغير المفيدة على حد سواء، كل ذلك يجعل طرق التربية بالطفرات ليس ذات اثر بلوغ في تحسين المحاصيل .
- 2- التربية باستعمال الطفرات تحتاج الى معاهد متخصصة تضم اجهزة التشعيع والكفاءات المدربة وهذا غير متوفر في معظم البلدان .
- 3- ان هذه الطرق لاتنتج اصناف جاهزة لكنها تخلق اختلافات وراثية تكون اكثر تكرارا من الموجود في الطبيعة، لذلك فان استعمال هذه الطرق يجب ان يكون بعد الطرق الاعتيادية لتربية المحاصيل .

فوائد طريقة التربية بالطفرات :

- 1- انتاج اختلافات (تغايرات) وراثية غير موجودة اصلاً، اي ان الاختلافات لاتكون نتيجة اعادة التركيبات الوراثية كما في التهجين، بل تكون اصيلة وذات خلق جديد .
- 2- تعتبر الدليل الوحيد للتحسين الوراثي عندما لا يكون هناك احتمال للتحسين بالطرق الاعتيادية المتبعة في تربية النبات .
- 3- في بعض الحالات الخاصة فان استعمال الطفرات قد يلعب دوراً هاماً في تربية وتحسين المحاصيل .

كلية الزراعة / جامعة ديالى

اهم الفروق بين طرق التربية العادية وطريقة التربية بالطفرات :

| طرق التربية بالطفرات | طرق التربية الاعتيادية |
|---|---|
| 1- الاساس في التحسين هو الاختلافات التي تنتج صناعيا بواسطة الطفرات. | 1- اساس التحسين هو الاختلافات الطبيعية التي تنتج تلقائيا. |
| 2- التحسين يرجع الى خلق جينات جديدة كلياً لم تكن موجودة في النبات . | 2- لا يتم انتاج جينات جديدة بل اعادة اتحادات للجينات الموجودة اصلاً. |
| 3- تستعمل في جميع انواع المحاصيل، لكن في ذاتية التلقيح تكون اكثر سبب سهولة تشخيص الطفرات وتستعمل سواء كانت هناك اختلافات وراثية ام لم تكن عند توفر الكوادر المدربة. | 3- تستعمل في جميع انواع المحاصيل عندما تكون هناك اختلافات في المجتمع النباتي وفي حالة عدم وجود الاختلافات الطبيعية فان استخدام هذه الطرق غير مجدي . |
| 4- لاحتاج الى وقت وتكاليف مقارنة بطريقة التهجين وغيرها . | 4- تحتاج الى وقت وتكاليف اكثر وخصوصاً عند اجراء عمليات التهجين . |
| 5- توجد مخاطر اثناء استخدام الاجهزة المشعة والمواد الاشعاعية لذلك يجب الحذر الشديد عند العمل . | 5- العمل بهذه الطريقة يكون اكثر اماناً واقل خطورة بسبب عدم استعمال الاشعاع او المواد الكيماوية الخطرة . |

المحاضرة الثانية عشر

التربية لغرض تحمل الظروف البيئية ولمقاومة الامراض والحشرات:

ان تربية النباتات المقاومة للامراض والحشرات (النباتات المنيعه) لاقت اهتماما خاصا بها من قبل مربوا النبات اكثر من غيرها، لما تحدثه الامراض والحشرات والظروف البيئية من اضرار وخسائر كبيرة للمحاصيل الزراعية بصورة عامة. ان من اهم اهداف برامج التربية في الوقت الحاضر هو ادخال صفات المقاومة والمناعة الى الاصناف التجارية.

ان الاسس المستعملة في تربية النباتات المقاومة والمنيعه هي نفسها التي تستعمل لتربية الصفات الخرى (الكمية والنوعية)، والفرق ينحصر في حالة التربية لمقاومة مرض او حشرة ما، ان مربوا النبات يواجهون مجموعتان من الصفات الوراثية وهي:

كلية الزراعة / جامعة ديالى

1- المجموعة الخاصة بالنبات العائل Host.

2- المجموعة الخاصة بالطفيل parasite سواء كان حشرة او فطر .

القواعد العامة لتربية النباتات لمقاومة الافات:

وعلى مربى النبات ان يكون ملما باسس وقواعد عامة للتربية في مقاومة الافات وهي :

1- ان صفة المقاومة للامراض هي صفة وراثية لها جيناتها الخاصة بها أي انها ليست صفة مكتسبة.

2- امكانية نقل جينات المقاومة الى الاصناف التجارية بطرق التهجين .

3- ان مقاومة الصنف للمرض تتوقف على التركيب الوراثي لكل من العائل والطفيل بالإضافة الى تاثير العوامل البيئية.

4- السلوك الوراثي لصفة المقاومة يتحكم به عدد قليل من الجينات عادة أي زوج او زوجين على الاغلب وكثير ما تكون جينات الصفة المقاومة سائدة وقليل ما تكون متنحية.

5- يجب تعريض النبات للعدوى اما بطرق صناعية او طبيعية .

6- ضرورة اختبار نسل النباتات التي اظهرت المقاومة للتأكد منها.

خطوات المتبعة في تنفيذ برامج التربية للمقاومة :

1- البحث عن النباتات التي تمتلك صفة المقاومة الوراثية للاستفادة من جيناتها المسؤولة عن المقاومة بواسطة التهجين.

2- احداث العدوى الصناعية بالطرق المناسبة لكل مرض سواء كان حشرياً او فطرياً او بكترياً.

3- وضع تصميم تجريبي لطريقة التربية وانتخاب السلالات المقاومة.

4- دراسة المشاكل الرئيسية في التربية ووضع الحلول المناسبة للصعوبات التي تواجه مربوا النبات.

التربية لمقاومة الامراض والحشرات:

بصورة عامة هناك امراض وحشرات اذا انتشرت في محصول معين ربما تقضي عليه كلياً، وذلك قد

تستعمل الطرق التقليدية لتقليل الاضرار كالمكافحة الكيماوية او استعمل الدورة الزراعية. الا ان افضل الطرق

وارخصها هو استنبط اصناف مقاومة للامراض والحشرات أي Resistant او اصناف منيعة Immune

او اصناف متحملة Tolerant لذلك الوباء او الآفة مع المحافظة على انتاجية عالية لذلك الصنف، وسوف

نتكلم عن انواع المقاومة :

1- المقاومة للحشرات :

فيما يخص التربية لمقاومة الحشرات الوبائية هناك ثلاثة حالات تخص النبات يجب معرفتها قبل الشروع

ببرنامج التربية وهي :

كلية الزراعة / جامعة ديالى

(أ) عدم التفضيل (non- preference) أي ان النبات يكون غير مفضل او مستساغ من قبل الطفيل (الحشرة)، فقد تكون الحشرة موجودة على النبات الا انها لا تفضل في التغذية لانها لا تستغية، فاذا كان نبات المحصول هو العائل الوحيد لها فان الحشرة سوف تكون باعداد محدودة على المحصول ويبقى ذلك المحصول مقاوما.

ب) المضادات Antibiosis :

وهو وجود بعض المواد الكيماوية في انسجة النبات تمنع الحشرة منعا باتا من التغذية عليه وهذه الحالة هي افضل من الاولى في المقاومة الحشرة .

ج) التحمل Tolerance :

وهي حالة تكون ذات فائدة للمربي اذا لم يجد احدى الحالتين السابقتين حيث تمثل درجة تحمل النبات لوجود الحشرة عليه حتى لو كانت باعداد غير قليلة، وذلك بسبب المساحة الورقية الواسعة مثلا فلا يضره تغذية الحشرة، او ان النبات سريع النمو فيعوض ما يفقده بسبب تغذية الحشرات، كذلك توجد احيانا بعض التحورات مثل الشعيرات والاشواك التي تمنع او تقلل من مقدرة الحشرات على وضع البيض على النبات وعندئذ يكون الصنف ضمن حالة التحمل.

2- المقاومة للأمراض :

اما بالنسبة للتربية لمقاومة الأوبئة المرضية فتوجد معايير معينة لا بد من معرفتها تخص اصناف ذلك النوع من المحاصيل بهدف تربية احدها لمقاومة مرض معين . ومن الحلالات التي تواجه مربي النبات في مقاومة الامراض فهي :

أنبات حساسة : Susceptible

أ- وهي ان النبات يكون متحسسا لوجود المرض وبذلك يستبعد هذا الصنف من برامج التربية لافتقاره لجينات المقاومة لذلك المرض .

ب- نباتات متوسطة التحمل : Moderately tolerant

في هذه الاصناف تكون جينات المقاومة ذات فعل غير تام او قد تكون ذات فعل تكميلي، لكن النباتات غير متماثلة في جيناتها لذلك المرض فيظهر الصنف انه متوسط التحمل للاصابة بذلك المرض .

ج- نباتات متحملة (التحمل Tolerant) :

يكون الصنف في هذه الحالة متحملا لوجود المرض وغالبا ما تكون صفة المقاومة في هذه الحالة محكومة باكثر من زوج من الجينات، وقد يكون الفعل الجيني مضيف او تكميلي وهي افضل من الحالتين السابقتين فقد تظهر الاصابة لكنها محدودة الضرر على المحصول .

د- النباتات المنيعه (Immune)

قد يحكم هذه الحلة زوج او زوجين من الجينات ولا بد ان تكون في حالة نقية، سواء كانت سائدة او متنحية، وهنا لا يمكن للمرض ان يصيب المحصول باي درجة من الضرر اذا كان النبات مقاوم للمرض، الا ان حاصله يكون غير جيد، فيمكن في هذه الحالة نقل صفة المقاومة لهذا الصنف الى صنف ذو إنتاجية عالية وجيدة

كلية الزراعة / جامعة ديالى

عن طريق التهجين الرجعي حيث يكون الصنف ذو الانتاجية العالية ابا تكرر ايا في حين يكون النبات المقاوم ابا واهبا .

هناك حالة يمكن الاشارة اليها وهي ان نحصل على عدة خطوات وراثية متوسطة التحمل والمقاومة او متحملة او منيعة وبدرجات مختلفة منها، فيمكن في هذه الحالة خلط بذور بكميات متساوية من هذه الخطوط للحصول على صنف متعدد الخطوط multi - lines يعطي حاصلًا جيدًا ومتوسط في مقاومته او تحمله .
النقاط الواجب معرفتها قبل البدء ببرامج التربية لمقاومة الامراض و الحشرات .

1- تحديد عدد ازواج الجينات المتحكممة بصفة المقاومة المدروسة وهل هي سائدة ام متنحية لان ذلك سيغير من طبيعة البرامج .

2- عند الحصول على الصنف المقاوم للحشرة او المرض لابد من اختباره حقليا بوضع يرقات الحشرات عليه في الحقل (بعد تربيتها في المختبر و أقلمتها للحقل قبل النقل) او وضع سبورات المرض على النبات وتكرار ذلك عدة مرات وفي عدة مواقع للتأكد من درجة المقاومة .

3- اختيار برنامج التضريب الرجعي او انتاج صنف متعدد الخطوط وحسب امكانية الباحث او طبيعة البرنامج، وهذا منوط باعداد ازواج لجينات التي تحكم صفة المقاومة، فاذا كانت زوج او زوجين فان فرضية الحصول على فرد نقي للمقاومة من الذرية الهجينة الناتجة بعد تلقيحها ذاتيا هي $\frac{1}{4}, \frac{1}{16}, \frac{1}{64}$ على الترتيب وحسب قانون مندل للانغزال الحر وبذلك سوف يتعد البرنامج مع

زيادة عدد ازواج الجينات الحاكمة، وفي هذه الحالة يكون اللجوء الى الصنف متعدد الخطوط اسهل واسرع، ان مثل هذا البرنامج يحتاج الى فريق علمي يضم مجموعة اختصاصيين في علوم الحشرات والامراض وتربية النبات والكيمياء الحيوية وغيرها من العلوم ذات الصلة للوصول الى نتائج جيدة تحقق الهدف، علما ان ظهور ضروب جديدة من الحشرات والامراض يوجب اعادة عمل البرنامج .

طرق اختبار المقاومة للمرض او الحشرة على الصنف المحسن :

نرش سبورات المرض بمحلول مائي او وضع يرقات الحشرات او الحشرة الكاملة حسب الاطوار الضارة (المتغذية) على النبات وتكرر عدة مرات وفي عدة مواقع ومراسل. ويفضل حقن سبورات المرض (معلق) داخل نسيج النبات، فالنبات المتحسس سوف يصاب والمتحمل والمقاوم لا تظهر عليهما اصابات تذكر، ويمكن استعمال عيدان الاسنان (Tooth picks) الملوثة بسبورات المرض وهي الاكثر استعمالا لسهولة استخدامها وفعاليتها .

مصادر المقاومة الوراثية المستخدمة في برامج التربية :

عند التربية لمقاومة مرض او حشرة لا بد من اعتماد مجموعة كبير من المواد الوراثية (اصناف مقاومة) لذلك النوع من المحصول والتي تحتوي على جينات المقاومة ومصادر هذه المواد هي :

- 1- مواد وراثية شائعة محليا كان تكون اصناف مزروعة او هجن معتمدة ومتطبعة لظروف تلك المنطقة .
- 2- مواد وراثية (اصناف مقاومة) منتشرة برياً .

3- مواد مستوردة من الخارج .

4- مواد وراثية ناتجة من انعزالات لتضريبات مختلفة .

المقومة للحرارة والانجماد والجفاف والملوحة :

ان تحمل الظروف البيئية اعلاه وغيرها من الظروف البيئية الصعبة التي لها مساس مباشر بالنبات ونموه، هي من الاهداف الهامة لمربي النبات. وتختلف هذه الاهداف باختلاف المنطقة وظروفها، ففي العراق لدينا مشكلة الملوحة لمساحات واسعة من الاراضي الزراعية وكذلك نقص الموارد المائية اضافة الى ارتفاع درجات الحرارة في موسم العروة الربيعية مما يؤدي الى ضعف النمو وقلة العقد بسبب هذه الظروف غير الملائمة وبالتالي قلة المحصول . لذلك فان برامج التربية في العراق يجب ان تتوجه الى مثل هذه المشاكل للتغلب عليها قدر الامكان وذلك بانتاج اصناف متحملة لمثل هذه الظروف.

وتعتمد برامج التربية التنبية في ذلك على احد :

أ- بعد انتخاب السلالات لغرض انتاج الاصناف او الهجن للمحاصيل المختلفة تعرض الى ظروف قاسية من الجفاف والملوحة والحرارة وغيرها من الظروف السيئة الصعبة لغرض بيان تحملها لهذه الظروف، ويمكن ان يكون الاختبار مبكر في الاجيل الاولى (S_3 او S_4) قبل اختبار GCA وذلك لاختبار اكبر عدد ممكن من هذه السلالات .

ب- استخدام طريقة التهجين الرجعي لنقل الصفة من مصدر يحمل تلك الصفة الا ان حاصله قليل او قد يكون من مصدر بري او احد مصادر التغيرات الاخرى .

ج- التربية عن طريق زراعة الانسجة، حيث تعرض الانسجة النباتية في الوسط الغذائي الى ظروف قاسية والنبات الذي يستمر بالنمو في مثل هذه الظروف يتطور الى نبات كامل يتم اكثاره وتربيته كمصدر للمقاومة، او سلالة تتحمل المقاومة.

اهمية اتساع القاعدة الوراثية للصنف:

ان وجود عدة خطوط وراثية مختلفة في تركيبها الوراثي لكنها متماثلة مظهرية وتحمل صفة المقاومة، هو افضل من صنف واحد بمفرده، حتى لو كان مقاوماً جداً، وذلك لانه لو ظهر ضرب جديد من مرض معين او حشرة فان بعض نباتات المحصول سوف تصاب، اما لو كان صنف واحد فان جميع النباتات سوف تهلك.

ان هذا الموضوع على درجة عالية من الاهمية عند اطلاق صنف او هجين، فحتى الهجن عندما تخلط بذورها بمجموعة واحدة هي افضل من هجين واحد بمفرده، ففي سنة 1917م هلك محصول الذرة الصفراء في الولايات المتحدة الأمريكية بسبب ظهور مرض اللفحة على الصنف المستخدم للزراعة.

لقد أجريت دراسة حديثة في U.S.A حول القاعدة الوراثية لاصناف بعض المحاصيل فوجد ان حوالي 70% من هجن الذرة الصفراء هي اصلاً ناتجة من 6 اصناف فقط. وحوالي 65% من اصناف الرز هي ناتجة من اربعة اصناف فقط، وحوالي 50% من اصناف الحنطة ناتجة من 9 اصناف و96% من اصناف البزاليا ناتجة من صنفين فقط و70% من اصناف البطاطا في العالم هي ناتجة من اربعة اصناف.

ان ذلك يعطي فكرة واضحة عن الوضع الخطر عند اعتماد مثل هذه الاصناف لاسميا تحت وجود ظروف تسمح بانتشار المسببات المرضية والحشرية وخاصة في المناطق الحارة والرطبة، وعليه لا بد من علاج لهذه الحالة وهو اعتماد مصادر وراثية متعددة اكثر عند انتاج الصنف واطلاقه، ثم اعتماد مبدأ التطبيع الضيق بحيث

كلية الزراعة / جامعة ديالى

يكون هناك صنف او اكثر في كل منطقة زراعية بحيث اذا انتقلنا مسافة 100 – 150 كم في بلادنا لابد من وجود صنف او اصناف اخرى للمنطقة الجديدة وهكذا .. وفي مثل هذه الحالة اذا حدث وباء مرضي واهلك المحصول في المنطقة الاولى بقي لدينا محصول المنطقة الاخرى لان صنفها ربما يكون مقاوم لهذا الوباء .