تربية نبات PLANT BREEDING

المصادر

١. **الساهوكي،مدحت مجيد حميد جلوب علي ومحمد غفار احمد.١٩٨٣.تربية وتحسين النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. كلية الزراعة.ع ص ٤٨٤.**
٢. **العذاري ، عدنان حسن محمد، ١٩٩٢، تربية المحاصيل الحقلية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. كلية الزراعة والغابات .ع ص ٥٠١.**
٣. **علي،حميد جلوب.١٩٨٨.اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.جامعة بغداد .ع ص ٣٦٣.**
٤. **حسن،احمد عبد المنعم.٢٠٠٥.الاسس العامة لتربية النبات. جمهورية مصر العربية .الدار العربية للنشر والتوزيع.ع ص٤٧٧.**

المقدمة

ان المحصول الاول والاهم للإنسان في ذألك الزمن السحيق وحتى يومنا هذا هو الحنطة Wheat واول محصول استانسة الانسان في القدم هو الحنطة **ويعود الى تاريخ تقديري ٧٠٠٠الى ٦٠٠٠ سنة قبل الميلاد والدليل على ذلك وجود الحنطة وحيدة الحبة في تلك المناطق** كما بينته المصادر التاريخية حيث وجد في شمال العراق وفي قرية تل جرمو Tel Jarmo اقدم اثار لوجود الحنطة . كما تم استزراع الرزRice في الصين والهند. **آما في العالم الجديد فقد تم تسجيل تاريخ زراعة الفاصوليا في بيرو والمكسيك وكذلك الذرة الصفراء .**

نبذة تاريخية Back Ground History:-

- حيث قام البابليون والاشوريون بالتلقيح الخلطي للنخيل Cross Pollination وبتاريخ تقديري ٧٠٠الى ٦٥٠ سنة قبل الميلاد بأجراء عملية التلقيح باليد لا شجار النخيل وذلك بنقل حبوب اللقاح (الطلع) من النخلة المذكرة الى المؤنثة..
- ان اول من شخص الجنس في النبات علميا هو (1694) Camerarius .
- اقترح العالم Koelreuter في سنة 1760 اجراء التلقيح الصناعي في التبغ وطبقه Knight.
- في منتصف القرن التاسع عشر قام Couteur وShirreff في انكلترا باختبار النسل Progeny test
- ان علم تربية النبات الحديث بدا يتبلور من خلال الدراسة التي قام بها العالم دارون (١٨٠٩-١٨٨٢)لنشأة انواع النباتات والحيوانات حيث بدا يدرس ماشاهده من فن تربية النبات ومقدرة هذا الفن في الحصول على اصناف جديدة فاخذ يرتب ويدون المعلومات التي حصل عليها بطريقة علمية ووضع نظريته الشهيرة عن نشأة الانواع (The origin of species) ويمكن اعتبار دراسة دارون اول اساس علمي لتربية وتحسين النبات.
- ان اول طريقة في تربية النبات كانت طريقة اختبار الذرية Progeny Test في بريطانيا 1850.
- وضع العالم الفرنسي المشهور Vilmorin برنامج تربية نبات لرفع نسبة السكر في البنجر السكري Sugar Beat خلال فترة حكم نابليون بونابرت لفرنسا.

- .وفي عام ١٩٠٣ دعم Johanson فكرة السلالة النقية وذلك بأجراء انتخاب لبذور من الفاصوليا.

يمكن تعريف علم تربية النبات الحديث بانه احد العلوم الزراعية المهمة الذي يبحث في تحسين الصفات الوراثية للمحاصيل مما ينتج عنه اصناف جديدة قد تختلف جزئيا او كليا عن اصلها الوراثي. في الوقت الحاضر اخذ موضوع تربية النبات الطابع العلمي بالإضافة الى كونه فنا وبذلك يمكن ان يعطى تعريفا اخرا لعلم تربية وتحسين النبات : وهو علم وفن التحسين او تغيير التركيب الوراثي للنبات.

أي تحسين بعض الصفات الوراثية الحقلية او المختبرية للمحصول لإنتاج اصناف جديدة ملائمة للمنطقة ومقاومة للاضطجاع Lodoging Resistance او الانفراط Shattering Resistance او الامراض والحشرات Disease and Insect Resistance او الحرارة والجفاف Heat and Drought Resistance أو المقاومة للبرودة Cold Resistance وذات انتاجية عالية High production Ability وذات نوعية جيدة Good Quality وملائمة للحصاد او الدراس الميكانيكي ويتم ذلك بالانتخاب Selectionاو التهجين والانتخاب Hyhiridization and Selection ويعتبر هذا التحسين في الصفات الوراثية تحسيناً مباشراً لأنه يستمر مع المحصول اذا استمرت المحافظة على صفاته الوراثية المنتخبة او هو عكس التحسين غير المباشر الذي يتوفر بتهيئة عوامل زيادة الانتاج مثل الحراثة والتسميد وموعد الزراعة وطريقة الزراعة وكمية البذور والري والتعشيب وموعد الحصاد وغيرها. (وينحصر عمل مربي النبات في انتاج اصناف Varieties جديدة او بتحسين الاصناف القديمة المختلطة وانتاج سلالة Strains منها).

<u>العلوم المرتبطة بتربية النبات</u>:- يتعين على مربي النبات ان يكون ملما بعدد من العلوم الاخرى التي تساعده على تحقيق أهدافه وهي كما يلي

١. **علم الوراثة Genetics :** احد العلوم الحياتية الذي يهتم بدراسة وراثة الصفات للكائنات الحية ودرجة التشابه بين الاباء والابناء وكذلك التغايرات الوراثية ويعتمد علم تربية النبات على القوانين الوراثية والتغايرات بين النباتات عند نقل الصفات او تغيير التركيب الوراثي.
٢. **علم الخلية Cytology :** هو العلم الذي يهتم بالخلايا ومكوناتها ودراسة وضائف اجزائها والتي تعد اساسية في تربية وتحسين النبات حيث ان الخلية تعد الوحدة الاساسية في تركيب الكائنات الحية كما ان وجود الكروموسومات في الخلية يعد مصدر التغايرات لكونها تحمل الجينات (الموروثات)التي تتحكم بهذه التغايرات.
٣. **علم الهندسة الوراثية Genetical engineering :** اتجاه جديد في علم البايولوجي المعاصر اخذ مكانه جديدة في الوقت الحاضر اذ انه سيساعد على زيادة كفاءة الطرق المستخدمة في التربية والتحسين وخاصة زراعة الانسجة النباتية والتهجين بين الخلايا.

٤. **علم النبات Botany** : ان دراسة علم النبات (بفروعه خاصة تصنيف النبات ومورفولوجيا النبات)علم المظهر الخارجي (وعلم تشريح النبات وطرق تكاثره) له علاقة مباشرة بتربية النبات اذ تساعد هذه العلوم على اجراء التضريبات ودراسة الصفات واجراء الانتخاب.

٥. **علم الامراض النباتية والحشرات Plant pathology and entomology** : ان دراسة مسببات الامراض النباتية وكذلك الحشرات له اهمية اقتصادية كبيرة اصبحت تشكل ركنا اساسيا في تربية النبات وخاصة تربية المحاصيل للمقاومة لمرض معين او حشرة.

٦. **علم الكيمياء الحيوية Biochemistry** : يهتم بالعمليات داخل النبات وهو ضروري للتطور الصناعي الكبير والاهتمام المتزايد بنوعية المنتجات من نوعية الزيوت والطحين وكذلك يهتم بعمل الجينات والطفرات الوراثية.

٧. **فسلجة النبات** : تكيف محصول ما لبيئة ما بدراسة سلوكه الفسلجي تحت تأثير عوامل البيئة المختلفة من ضوء ورطوبة .

٨. **علم الاحصاء الحياتي** : فالتجارب الحقلية وتحليلها وتفسير النتائج من الامور التي يتخذها مربي النبات لتعينه في تحسين النبات .

أهداف تربية النبات: Objectives of Plant breeding

١. القدرة الإنتاجية العالية: Higher Yields: هدف نهائى لمربى النبات الحصول على أصناف جديدة تتميز بالقدرة الإنتاجية العالية وتتفوق على الأصناف المحلية فى حاصلها سواء (محاصيل حبوب، زيت، سكر أو الياف..الخ).
٢. تحسين الجودة: Improved Quality:
٣. التبكير فى النضج: Maturity Duration
٤. التربية لمقاومة الرقاد والإنفراط:Shattering and lodging Resistance
٥. القدرة على التأقلم : Wider Adaptability:
٦. مقاومة الأمراض والحشرات: Disease and Insect Resistance:
٧. التربية لمقاومة الجفاف والملوحة:Moisture Stress and Salt Tolerance
٨. إنتاج أصناف ملائمة للحصاد الميكانيكى: Mechanical harvesting

الصفات الواجب توفرها في مربي النبات

١- يجب توفر الناحية العلمية والفنية لدى مربي النبات ويستغل الامكانية المادية المتوفرة لديه في وضع برنامج ناجح .
٢- يجب أن تتوفر لديه الأمانة العلمية وبكون قوي الملاحظة ويستغل مهاراته الفنية في انتخاب النباتات التي تحقق أهدافه .
٣- أن تكون لديه القدرة على تفسير نتائج ابحاثه واستغلالها اقتصادياً.

٤- يجب ان يكون المربي صبوراً وذو إرادة قوية لإن برامج التربية طويلة وتكون عرضة لكثير من المشاكل والمعوقات .

٥- يجب أن يكون المربي ملما بدراسة الصفات المورفولوجية وصولا إلى الحاصل والصفات النوعية .

٦- أن يكون ملم بعلم الوراثة والعلوم الأخرى المرتبطة بعلم تربية النبات .

٧-يجب أن يكون المربي ملماً في زراعة وإنتاج وحصاد المحاصيل، فلكي تحصد محصول الحنطة يجب على المربي أن يعمل مع الشخص الذي يقوم بحصاد المحصول عن طريق ماكنة الحصاد .

أنظمة التكاثر في نباتات المحاصيل Reproductive Systems in Plant

تتكاثر النباتات بطريقتين:

- التكاثر الجنسيSexual Reproduction - اللاجنسي Asexual Reproduction .

من بين الأمور الهامة في التكاثر الجنسي هو حدوث العبور (.Cross-Over (C.O الذي يؤدي إلى انتاج خلايا (n) تحتوي على توليفات جينية لم تكن موجودة في الإباء .

١. الجيل الكاميتي Gametophytic generation

ويستغرق هذا الجيل وقتا قصيرا يبدا مع بداية الانقسام الاختزالي للخلايا المولدة الامية الموجودة في متوك ومبايض الازهار لذلك يعتبر جيل غير واضح في حياة النبات، تحتوي خلايا هذا الجيل على نصف العدد من الكروموسومات Haploid (1n) وهو الجيل الخاص بتكوين حبوب اللقاح الناتجة من الكاميتات الذكرية والبيوض الناتجة من الكاميتات الانثوية .

٢ – الجيل ألسبوري (الجرثومي) Saprophytic generation

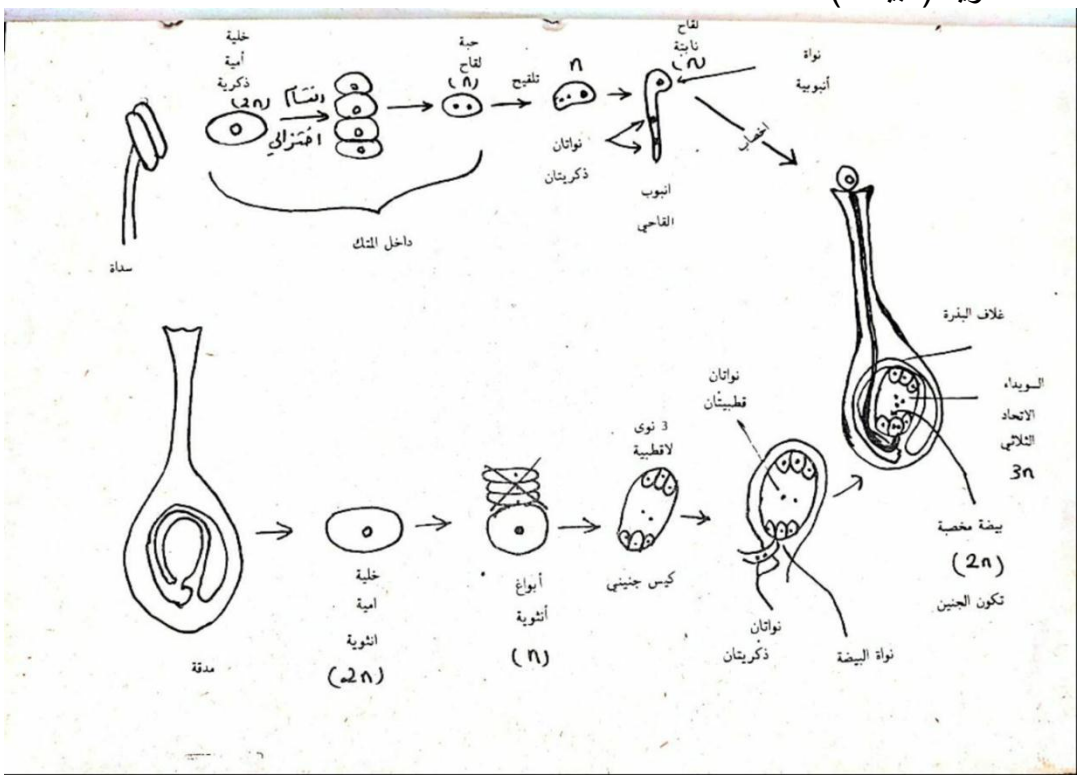
هو الجيل الاكثر وضوحاً في دورة حياة النبات ويأخذ معظم حياته، ويبدأ من تكوين الزايكوت عند اخصاب البيضة ثم تكوين الجنين في البذرة والتي تعطي عند انباتها البادرة والتي تستمر في النمو لتعطي النبات الكامل حتى يصل الى دور البلوغ وتكوين الازهار فالثمار ثم البذور. ان هذا الجيل ينتهي في مرحلة الازهار وبداية تكوين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

تكوين حبوب اللقاح والبويضات :

١- تكوين الكاميتات الذكرية (حبوب اللقاح):

تحتوي متوك الازهار (Anthers) على اربعة تجاويف، في كل منها توجد الخلايا الامية الذكرية وتسمى بالخلايا المولدة الذكرية (Microspore mother cell) وكل خلية امية تمر انقسام اختزالي ينتج عنه اربعة خلايا تحتوي على نصف العدد الكروموسومي (1n) وتسمى السبورات والتي يتطور كل منها غالباً الى حبة لقاح اذا سمحت لها ظروف النمو، حيث يتخثن جدارها وتنقسم نواتها الى نواتين الاولى تعرف بالنواة الانبوبية (tubenucleous) والثانية تسمى النواة المولدة generativeكما في الشكل المرفق، وعندما ينضج المتك ينفتح وتخرج منه حبوب اللقاح وعندما تسقط على ميسم الزهرة الناضج تبدا 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 اللقاحي (pollen tube) الذي يستطيل الى الاسفل من خلال الميسم ثم الى قلم الزهرة حيث يخترق القلم متجهاً الى خلية البيضة من خلال فتحة النقير (micropyle) ويحتوي الانبوب اللقاحي في هذه المرحلة على ثلاث خلايا، هي الخلية الانبوبية والخليتان الذكريتان الناتجتان من انقسام النواة المولدة، وبذلك تصبح

عملية الاخصاب Fertilizationجاهزة للحدوث كما سنوضح ذلك بعد ان نتكلم عن تكوين الكميات الانثوية (البيضة) .



٢- تكوين الكميات الأنثوية (البويضات) :-

يوجد في مبايض الازهار خلايا مولدة انثوية امية (mother cell megaspore) تنقسم هذه الخلايا انقسام اختزالي كما حدث في تكوين الكميات الذكرية لنحصل على اربعة خلاية انثوية 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 النقير، تعرف الوسط منها بالبيضة والاثنان اللتان تحيطان بها النواتان النقريتان (المساعدتان) اما في الطرف الاخر للكيس الجنيني فتوجد ثلاث نوى وتعرف بالانوية اللاقطبية، ونواتان قطبيتان في وسط الكيس الجنيني كما في الشكل المرفق، وبذالك تصبح البيضة جاهزة للاخصاب .

التلقيح و الاخصاب:

يعرف التلقيح بأنه نقل حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم زهرة اخرى بوسائل مختلفة بأختلاف المحصول وطريقة تلقيحه والظروف المحيطة به. اما الاخصاب فهو اتحاد احدى النواتين الذكرتين اللتين سبق الكلام عنهما مع نواة البيضة مكونة البيضة المخصبة (Zygote)بينما تتحد النواة الذكرية الاخرى مع النواتين القطبيتين (الموجودتين في وسط الكيس الجنسي) مكونة السويداء والتي تصبح (3n)اما الزايكوت فيحتوي على (2n)من الكروموسوممات ثم يتطور الى جنين ليعطي النبات الطبيعي عند زراعة البذرة وتكون خلاياه الجسمية حاوية على (2n) من الكروموسومات،

ان اتحاد احدى النواتين الذكريتين مع نواة البيضة واتحاد النواة الذكرية الثانية مع النواتين القطبيتين يسمى بالإخصاب المزدوج .Double fertilization ان البيضة المخصبة تتطور الى جنين داخل البذرة، اما نواة السويداء التي نتجت من اندماج النواتان القطبيتان مع احدى الانوية الذكرية فتبدأ بانقسامات عديدة تنتج عنها عدة نوى محاطة بجدران خلوية مكونة بمحتواها نسيج السويداء (الاندوسبيرم) وهو عبارة عن نسيج يحوي النشأ او الزيت او البروتين بشكل مخزون غذائي يمد الجنين النامي اثناء عملية الانبات بالطاقة

اللازمة، تمثل السويداء الجزء الاكبر من البذرة في الحبوبيات بينما تتقلص الى ورقة حرشفة تقع بين الفلقتين كما في بذرة الخروع وقد تنعدم كما في بذور البقوليات حيث يمتصها الجنين اثناء نموه وتطوره، اما غلاف البذرة فيتكون اثناء تكون الجنين والسويداء من الحراشف التي تحيط بالبيضة

ثانيا : تكاثر اللاجنسي Asexual Reproductionويقسم 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 والايصال والعقل،الترقيد، كما ان مزارع الانسجة والقمم النامية والخلية تعتبر وسيلة للاكثار الخضري اللامحدود للتراكيب الوراثية المرغوبة والخالية من الامراض الفيروسية مثل البطاطا.
ان اكثار النباتات خضرياً يعطينا نباتات جديدة تحمل نفس صفات النبات الذي انحدرت منه وبذلك تكون مجموعة النباتات التي نتجت مثلا 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 نقاوة الصنف او البذور المزروعة. والتكاثر الخضري له فائدة في مجال تربية النباتات، فعند الحصول على هجين ذو صفات ممتازة يمكن الحفاظ عليه بسهولة بواسطة التكاثر الخضري، على العكس من ذلك في النباتات التي تتكاثر بالبذور فالحفاظ على هجنها يطلب انتاجها بصورة مستمرة كل موسم .

ب . اللاخصابي : Apomixes

وله شكلان :
١ـ التكاثر اللاأخصابي الخضري : Vegetable Apomixesويعد هذا الشكل من التكاثر حالة خاصة تجمع بين التكاثر اللاجنسي واللااخصابي حيث تتشكل في النوارت الزهرية بصيلات صغيرة بدلا عن الازهار يطلق عليها تسمية بلابل bulblisكما هو الحال في الثوم والبصل القمي وعند زراعة هذه البلابل تعطى نباتات متماثلة في تركيبها الوراثي للنبات الأم.
٢ـ التكاثر اللاأخصابي الحقيقي او البذري : Agamospermy
التكاثر في هذه الحالة يتم عن طريق اجنة (بذور) تنشأ مباشرة من نمو احدى خلايا المبيض ثنائية الصيغة الكروموسومية (٢ (nوهذا 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 لاخصاب البيضة بحبوب اللقاح، بل تنشأ من خلال نمو احدى خلايا المبيض الثنائية العدد الكروموسومي (خلية جسدية) .

الزينا و المتزينيا :
تعرف الزينيا Xeniaبانها 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 المزدوج حيث تخصب احدى النواتين الذكريتين القطبتين لتكوين السويداء .
اما الظاهرة الميتازينيا Metaxenia
فتعرف بأنها تأثير حبوب اللقاح على انسجة الثمرة وليس على البذرة . ومن امثلتها تأثير حبوب اللقاح لبعض اصناف النخيل على شكل الثمار وحجمها وموعد نضجها، ولا يمكن تفسير هذه الظاهرة مباشرة على اساس الاخصاب المزدوج 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 لتحدث تأثيراً في شكل الثمار او لونها او طعمها او موعد نضجها .

الجنس في نباتات :

بصورة عامة يمكن القول ان النباتات تقسم الى ثلاثة اشكال من حيث الجنس، فهي اما نباتات مذكرة Maleاو نباتات مؤنثة Femaleاو نباتات خنثى Hermaphroditeولكن توجود حالات اخرى تجمع بين اكثر من شكل من الحالات السابقة فنستطيع تقسيم النباتات تبعاً لجنسها الى المجاميع التالية:

١- نباتات مذكرة Androecious : وتحمل ازهاراً مذكرة فقط كما في بعض سلالات الخيار .
٢- نباتات مؤنثة Gynoecious : وتحمل ازهاراً مؤنثة فقط وتوجد في سلالات اخرى من الخيار .
٣- نباتات خنثى Hermaphrodite : وتحمل ازهاراً خنثى فقط، كما في التفاحيات واللوزيات والحمضيات والبصل والجزر والفجل واللفت والبطاطا والطماطة واللوبيا والفاصوليا والباميا ..... الخ .
٤- نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious : وتحمل ازهاراً مذكرة واخرى مؤنثة على نفس النبات كما في الخيار والقرع والكوسا والجزر.

Homozygous & Heterozygous

من خلال التلقيح الذاتي لعدة أجيال خلطية التلقيح والتلقيح الذاتي الطبيعي في ذاتية التلقيح تظهر ذرية متماثلة المواقع الجينية تسمى Homozygous مثل aaBBcc وهكذا . أما في حالة التلقيح الخلطي لذاتية التلقيح والخلطية التلقيح فإن التركيب الوراثي يكون غير متماثل المواقع الجينية ويسمى Heterozygous . تكون السلالات Inbreds من خلطية التلقيح والخطوط النقية Pure line من ذاتية التلقيح متماثلة المواقع الجينية ، فيما تكون انعزالات التضريب F2 صعودا والهجن والاصناف المفتوحة التلقيح كلها غير متماثلة المواقع الجينية ، وتكون افراد الهجن Homozygous فيما تكون انعزالاتهHeterozygous

MITOSIS & Meiosis

يحدث الانقسام الاعتيادي MITOSIS عند تكاثر الخلايا الجسمية مثل حالة النمو في النبات ، يودي الانقسام إلى إعطاء خلايا (2n) من خلايا جسمية (2n) لا يتغير فيها التركيب الوراثي ، وهذا هو سبب عدم تغير التركيب الوراثي لذرية النباتات المتكاثرة خضرياً مثل البطاطا والبطاطا الحاوة وقصب السكر وغيرها ، إذ لا يحدث عبور وراثي (C.O.) .

أما الانقسام الاختزالي Meiosis فيحدث فيه عبور وراثي (C.O.) وتظهر انعزالات وراثية جديدة نتيجة التوليفات الجينية الجديدة القادمة من كلا الابوين .

الانقسام الاعتيادي MITOSIS	الانقسام الاختزالي Meiosis
١-لايحدث فيه عبور وراثي لعدم وجود synapsis	١-يحدث فيه عبور وراثي خلال عملية synapsis
٢- كل خلية 2n تعطي خليتين 2n متماثلة فيما بينها	٢- كل خلية 2n تعطي 4 خلايا n مختلفة
٣-الخليتان الناتجتان مماثلتان للام لعدم حصول عبور وراثي (C.O.)	٣-الخلايا الاربع الناتجة مغايرة للام بسبب حدوث عبور وراثي

الخلية

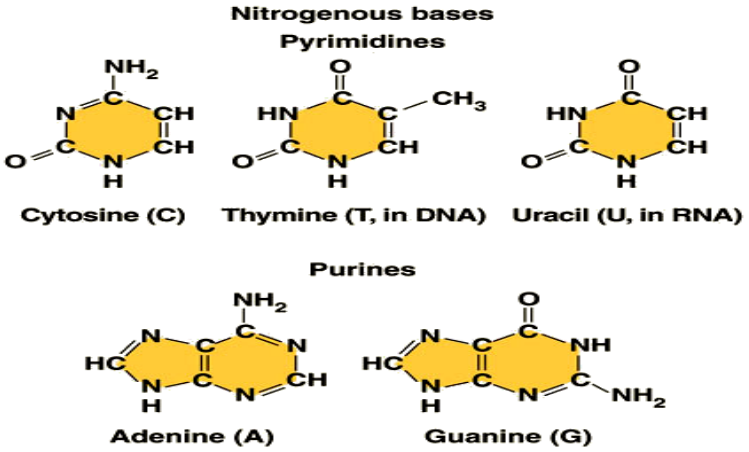
في الكائنات وحيدة الخلية تعتبر الخلية كائن حي كامل بينما في الكائنات الراقية عديدة الخلايا فأنه يوجد تجمع لعدد كبير من الخلايا المختلفة والتي تنظم بكل دقة لتكون نسيجا والأنسجة المختلفة تكون عضوا ، والأعضاء المختلفة تكون الكائن الحي سواء كان نبات أو حيوان من خلال عملية النمو Growth والتطور Development أو التغير الشكلي Morphogensis والتي يحدث خلالها تفاعلاتها كيماوية وتخصصات وظيفية .وبالرغم من تعدد النواتج التخصصية والوظيفية للخلايا إلا أن الخلايا متشابه إلي حد كبير في احتوائها علي عديد من العضيوات التي يتم فيها التفاعلات الكيماوية كذلك تتشابه في الأغشية البلازمية والأحماض النووية DNA و RNA والتي تعمل كمكونات أساسية في ميكانيكية نقل المعلومات في جميع الخلايا . وعلي هذا فالكائنات الأولية ذات الخلايا غير المحتوية على انويه محددة Prokaryotes وكذلك في الكائنات ذات الخلايا المحتوية على انويه محددة Eukaryotes ، عادة ما تشترك في الكثير من الخصائص العامة.

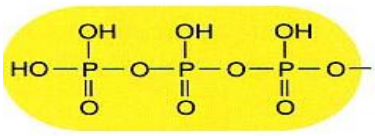
الخلية هي وحدة بناء الكائن الحي وتحوي بداخلها على النواة والسايتوبلازم وعضيات أخر، وتضم النواة الكروموسومات المسؤولة عن نقل الصفات فيما يسمى بالوراثة النووية Nuclear inheritance وتسمى الوراثة المرتبطة بجينات عضيات السايتوبلاوم بالوراثة السايتوبلازمية Cytoplasmic inheritance تتكون الكروموسومات من مادة DNA والهستون ، تسمى اصغر وحدة DNA نيوكليوتايد Nucleotide

تتكون الاحماض النووية من : مركب حلقي يحتوي على النيتروجين (قاعدة نيتروجينية) ، سكر خماسي (بنتوز) وجزيئة من حمض الفسفوريك.

١- **القواعد النيتروجينة Nitrogen base** نوعين :

- قواعد بيرميدنية Pyrimidine تتكون من حلقة سداسية تحتوي على مجموعة أو مجموعتين كيتو Keto وقد لا تحتوي على مجموعة امينية وتشمل Uracil , Thymine , Cytosine
- والبيورينية Purine : تحتوي على حلقتين (سداسية وخماسية) لا تحتوي على مجموعة Keto وتحتوي على مجموعة امينية وتشمل : Adenine , Guanine

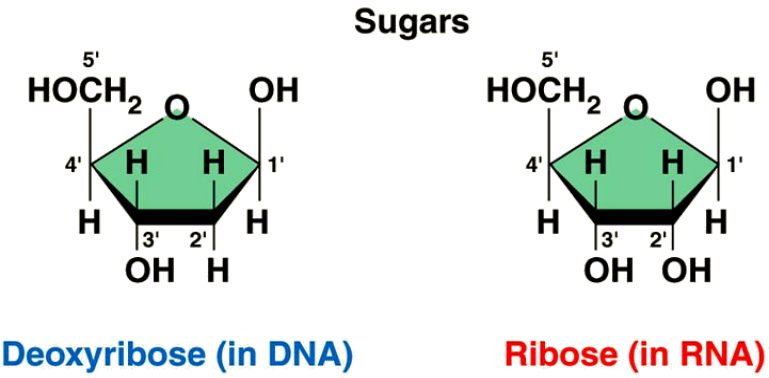




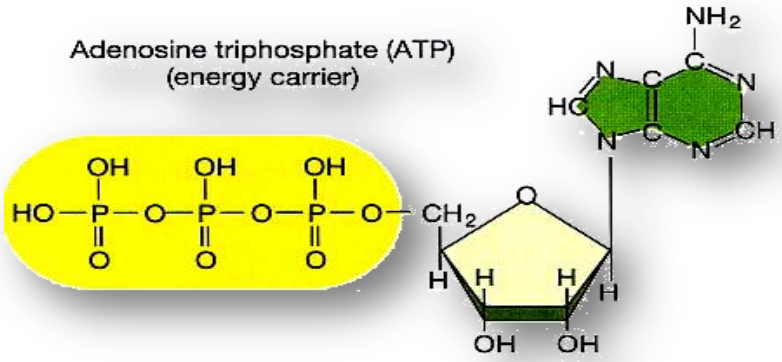
٢- **حمض الفوسفوريك Phosphoric acid**

٣- **السكر الخماسي Pentose** : تحتوي النيوكليدات نوعين من

١- سكر خماسي ريبوزي ويعرف بـ D – ribose
٢- سكر خماسي ريبوزي منقوص الأكسجين 2- deoxyribose ، كما في الشكل



- عندما يتحد السكر الخماسي بإحدى القواعد النيتروجينية يتكون نيوكليوساید Nucleoside.
  Sugar + Nitrogen Base =Nucleoside
- عندما يتحد السكر الخماسي مع قاعدة نيتروجينية مع حامض الفسفوريك ينتج مادة تسمى نيوكليوتايد Nucleotide.
  Sugar + Nitrogen Base + Phosphoric Acid = Nucleotide
  OR Nucleoside + Phosphoric Acid = Nucleotide



Coding

تعمل اربع قواعد نتروجينية على تشفير DNA (AGVT) ، فيما تشفر نفس القواعد الأربع RNA (AGCU) إي استيدال الثايمين باليوراسيل ، إن أصغر وحدة تشفير هي Coden تتكون من ثلاث نيوكليوتايدات تسمى Triple مثل AGC و CAC و TTC ... الخ ، ارتباط عدة كودونات مع بعضها يؤدي إلى إنتاج Citron وقد يكون الجين عبارة عن سسترون واحد أو عدة سسترونات ، وقد يكون السترون أو مضاعفاته هو الجين .

Ploidy

يقصد به تضاعف المجموعة الكروموسومية في الفرد ، ولدى انتاج نباتات من حبوب اللقاح او من المبايض بالزراعة النسيجية يكون الفرد يكون الفردHaploid = Monoploid (n) أي وحيد المجموعة الكروموسومية فيكون عقيما ، لذا لابد من مضاعفة كروموسومات هذا الفرد كي يكون خصبا Dioploid (2n) بعد أن كان (n) وإذا اصبح (3n) فهو Triploid ويكون عقيماً ، وهناك (4n) و(6n) و(8n) في النباتات والأخير في نبات الشليك ، يطلق البعض من الباحثين على المجموعة الكروموسومية X بدلا من n ، وهي الصحيحة فيكون الثنائي والرباعي والسداسي هو 2X و4X و 6X ، أما n تطلق على نصف الجينوم، أي أن الفرد عندما 4X أو 6X فانه يكون 2n أي انه Diploid وهنا X تمثل عدد كروموسومات المجموعة

الكروموسومية الواحدة، إذ هي في الحنطة تكون (X=7) كروموسومات ففي حنطة الخبز (2n=6X) تحتوي على 42 كروموسوم وحنطة المعكرونة (2n=4X) تحتوي على 28 كروموسوم

Polymorphism

يحتوي الموقع الجيني Locus (جمعها Loci) على اثنين من الاليلات من AA أو Aa وaa وهكذا فاذا كان الفرد ثنائي المجموعة الكروموسومية أو رباعي أو سداسي فأن عدد الاليلات في كل موقع هي 4 و8 و12 وإذا كان ثمانية تكون 16 اليلا ، إن شكل الاليل من الناحية الوراثية (عدد وتسلسل قواعده) قد يكون مختلفاً من سلالة لأخرى ، وهذا يطلق عليه ، وهذا يطلق عليه تعدد الاشكال الاليلية والذي يعزى عليه ظهور قوة الهجين في الهجن فكلما كانت هناك اليلات مختلفة الشكل كلما توقعنا ظهور قوة هجين أعلى . يمكن أن يحوي الجين الواحد في النبات ما بين 40 – 240 زوجا من القواعد النتروجينية (base paire =40-240 bp) . أما جينات الانسان والحيوان فتحوي اضعاف العدد المذكور من القواعد ، وبذا فإن هذه الجينات تمتلك مقدرة أعلى في التشفير للصفات .

Gene : هو DNA أو RNA في خلية الكائن الحي سواء كان في النواة أو في عضيات السايتوبلازم وهو المسؤل عن نقل الصفات .

Genome : عدد كروموسومات المجموعة X في الكائن الحي، وهو تعريف قديم شائع في الوراثة . هو DNA كروموسوم واحد من الفرد ، وهذا هو شائع في الوراثة الجزيئية .

Genome : هو DNA كروموسوم واحد من الفرد ، وهذا هو الشائع في الوراثة الجزيئية.

Apomic : فرد ناتج من التكاثر العذري Apomixis فقد تتكون البذور إذا كان ذلك ناتج من تحفز خلية امية 2n من الكيس الجنيني ومن دون اخصاب وكذلك الهجين إذا نتج منها لا ينعزل وذلك مثل الصنف أو الهجين الناتج من نباتات تتكاثر خضريا . أما في حالات أخرى من التكاثر العذري الذي يطلق عليه parthenocarpy فهو مثل الحصول على مبايض جيدة طبيعية كما في الخيار الانثوي والموز والبرتقال أبو سرة ، حيث يتحفز المبيض وينمو من دون اخصاب ومن دون انتاج بذور .
البذور الناتجة من Apomixis عرفت بـ 35 عائلة نباتية تضم ما يقارب 300 نوع من النباتات معظمها من الحشائش وفيها محاصيل أخرى كالسمسم وزهرة الشمس وغيرها واطلق عليها الثورة اللاجنسية Asexual Revolution .

Mutagens

هي المطفرات الكيمياوية والفيزياوية المستخدمة لتغيير التركيب الوراثي للنبات من بين المواد الكيمياوية هي الكولشسين Colchicine واوكسيد النتروز وEMS (ethyl methyl sulfonate) ومن بين الوسائل الفيزياوية التشعيع irradiation والصعق الكهربائي electric shock والحرارة يعطي الرمز M0 للبذور أو النباتات غير المعاملة M1 و M2 ... الأجيال المطفرة الأول والثاني ...الخ، هذا ونظرا لان الطفرة قد تنعكسReverse Mutation فإن الباحث يستمر بانتاجها لغاية M8 ، وبعدها تكون الطفرة مستقرة غالبا ، يوجد في العالم أكثر من 250 صنفا من المحاصيل المختلفة استحدثت بالطفرات ، يستخدم الكولشسين بشكل خاص في مضاعفة العدد الكروموسومي للنبات، يتم تحضير محلول مائي منه بتركيز 0.05% (0.0005) (وتوضع قطرات منه على زهرة النبات أو على بادرته مرتين يوميا ، ولبضعة أيام ، والجيل الناتج من ذلك يكون مضاعف الكروموسومات من بين المحاصيل الشائعة في العالم هو محصول من صنع الانسان واستخدم معه الكولشسين هو القمح الشيلمي triticale (X Trititcosecal Wittmack) تضريب حنطة المعكرونة (4x) مع الشيلم (Secale cereal) (2x) فنتج الجيل الأول (3x) عقيم ، كما تم تضريب حنطة الخبز (6x) مع الشيلم نتج من التضريب (4x) وبمضاعفة (3x) و(4x) بالكولشسين نتج القمح الشيلمي السداسي (6x) والثماني (8x) المجموعة الكروموسومية ، إذ لما اصبح النبات Diploid فإنه لن ينعزل مستقبلا بعدما كان عقيما في الجيل الأول (F1) . أول من استخدم الطفرة هو Muhher (1927) وذلك باستخدام اشعة اكس X-ray وذلك على حشرة الدروسوفلا ثم بعده Stadler (1928) استخدمها على الشعير .

التغايرات الوراثية Genetic Variations

التغايرات الوراثية في المجتمع النباتي والحيواني هو الحجر الأساس في الانتخاب والتهجين فإن لم تكن هناك تغايرات لم يكن هناك تقدم وراثي في برامج التربية . تعتبر التغايرات او الاختلافات الوراثية الاساس لتحسين المجتمع النباتي سواء لاستنباط اصناف جديدة بالانتخاب او استنباط هجن جديدة بالتضريب بين السلالات .

يعتمد 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 يصورة تامة بالمعلومات الوراثية الاساسية ومنها كيفية انتقال الجينات من جيل لاخر، وعلاقة هذه الجينات مع بعضها البعض واثرها على الشكل المظهري للنبات اي الـ Phenotype .

ان التركيب الوراثي Genotype هو عبارة عن مجموع الجينات التي تنتقل من الاباء الى الابناء وهو ثابت طول فترة حياة النبات، وان التمييز بين النباتات يتم عن طريق المظهر الخارجي وليس على اساس التركيب الوراثي الذي لا يمكن تحديده مباشرة وانما يحدد 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 للاليل A على a ومن جهة اخرى غالبا ما يعطي Aa نفس التركيب الوراثي عدد من الاشكال المظهرية عند وضعه في ظروف بيئية متباينة، ويطلق على مثل هذه الحالة بمدى الاستجابة Rang of reaction

لأي طريقة من طرق تربية النبات هناك ثلاث مراحل مهمة لهذه الطرق وهي :

١- الحصول على اختلافات وراثية Genetic Variability طبيعية أو صناعية للمجتمع المراد تحسينه.
٢- الانتخاب Selection لهذه الاختلافات الوراثية وعزل الافضل باستخدام طرق الانتخاب الاساسية .
٣- التقييم Evaluation للسلالات المنتخبة والمفاضلة بينها لاستبعاد السلالات المنخفضة وابقاء الجيدة منها .

ومصادر الاختلاف والتباين (مصادر التغايرات الوراثية) : يمكن ان نختصرها في ثلاثة نقاط وهي:-

1-**الاختلافات الوراثية Genetic Variations**

ان الاختلافات الوراثية هي ثابتة ولا تتغير Never Changed تحت الظروف البيئية المختلفة ، فالصفات النوعية Qualitative Traits مثل لون الزهرة الاحمر او وجود او عدم وجود سفا في سنابل الحنطة Spikes of Wheatتكون ثابتة ولا تتأثر بالظروف البيئية المختلفة ، ولهذا فالصفات النوعية تتوارث بصورة كاملة من الاباء الى الابناء و تسمى Inheritance اما الصفات الوراثية الكمية quantitative traits فهي تتأثر بالظروف البيئية المختلفة و تسمى درجة التوريث Heritability فمثلا عندما تكون الظروف البيئية غير مناسبة فان محصول الحنطة قد يقل الى النصف وهو صفة كمية بينما سفا السنابل تبقى ثابتة بدون تغير وهو صفة نوعية.

2 – الاختلافات البيئية Environmental Variations

ان زراعة بذور صنف نبات واحد متميز في بيئتين مختلفتين (بيئة الجو او التربة) سوف يؤدي الى اختلافات في نمو و صفات النباتات المزروعة في هاتين البيئتين المختلفتين في الغالب. مثال حول نقص الكالسيوم و البوتاسيوم Deficiency of Ca and K وتوفر الزنك بكمية كبيرة High Zn Availability في التربة يؤدي الى ضعف النبات او التسمم والعكس صحيح. هذا يوضح تأثير بيئة التربة على النبات

3 – **التداخل** بين الوراثة و البيئة Genetic X Enivironment Interaction

عند زراعة نباتات خضراء في الظل Shadow بصورة جيدة فان اوراق هذه النباتات تفقد القدرة على انتاج مادة الكلوروفيل Chlorophyll ويتحول لونها الى اصفر شاحبPale Color. ان الجينات المسؤولة عن انتاج الكلوروفيل تتوقف عن اداء وظيفتها نتيجة لعدم توفر الضوء. عند تغير موقع النباتات من الظل الى

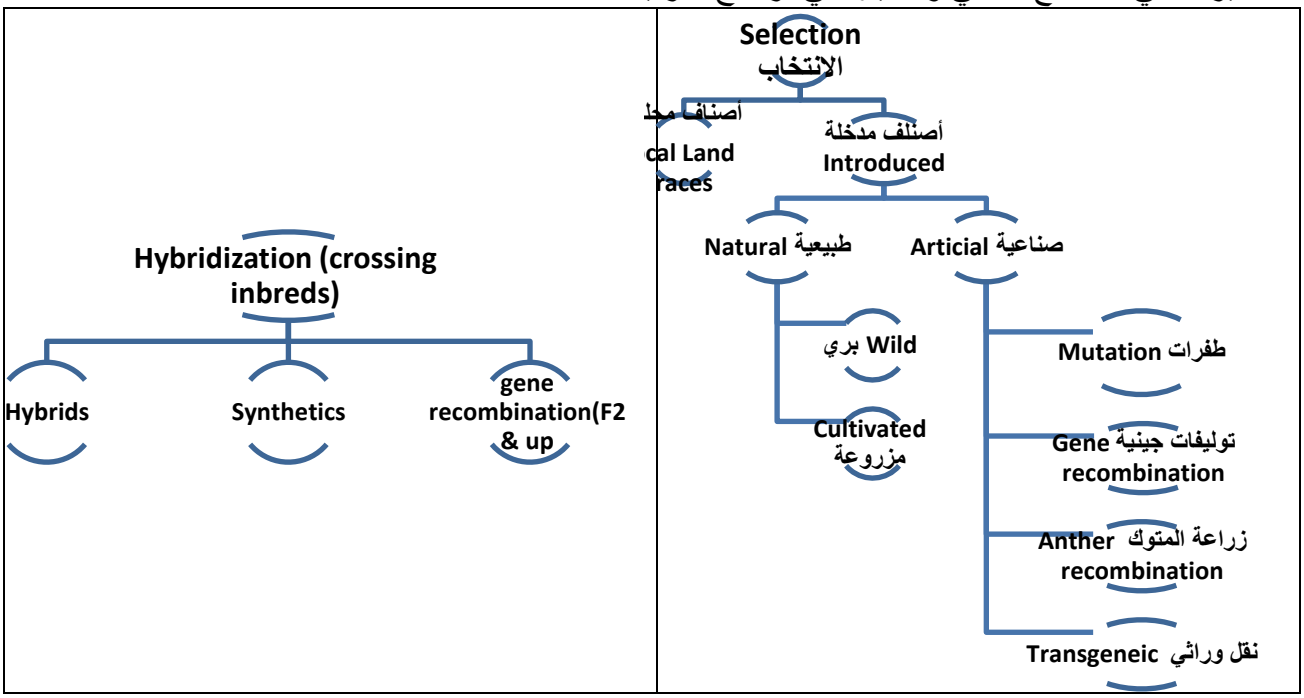
الضوء فسوف تستعيد الاوراق لونها الاخضر من خلال عودة الجينات المسؤولة عن انتاج الكلوروفيل لنشاطها وحيويتها واداء وظيفتها من جديد.

والتغايرات تكون في مجموعتين من الصفات وهي:-

١- الصفات الكمية Quantitative Characters. ٢- الصفات النوعية Qualitative Characters.

ت	الصفات الوصفية (النوعية)	الصفات الكمية
١	تخضع للقواعد الأساسية للوراثة المندلية	لا تخضع
٢	يمكن التحكم بها بسهولة	صعوبة التحكم بها
٣	يحكمها عدد قليل من الجينات لا تتجاوز ثلاثة	يحكمها عدد كبير من الجينات
٤	تأثرها بالبيئة Environment بدرجة محدودة	تتأثر بالبيئة بدرجة كبيرة.
٥	تكون الجينات فيها من الجينات الرئيسية Major Genes .	وهذه الجينات من النوع الثانوي التأثير Minor Genes
٦	الصفة الوصفية متقطعة Discrete لا تقاس بل توصف	تظهر في افراد المجتمع بصورة مستمرة Continuous لا توصف وانما تقاس
٧	درجة التوريث لها عالية	درجة التوريث لها منخفضة
٨	تأثير الجين يكون عالي في الصفة الوصفية	تأثير الجين يكون واطئ
٩	الجماعات الحاملة لها متماثلة المظهر Homogenous	الجماعات الحاملة لها خليطة المظهر Heterogenous
١٠	مثل وجود زغب، أو عدم وجوده، لون للزهرة،...الخ	مثل حاصل النبات ، عدد الحبوب ، عدد السنابل

عندما تزرع النباتات في بيئة مغايرة فإن هناك جينات ساكنة Silent Genes قد تظهر في تلك البيئة ولم تكن معروفة بالبيئة الأولى لذلك المحصول فقد يحدث ظهور صفات جديدة في افراد الصنف نتيجة فعل بيئي-وراثي، يحدث ميثلة DNA، (DNA Methylation) وهو أن يرتبط المثيل CH_3 مع DNA الفرد فتظهر صفة جديدة تنتقل من جيل لاخر وهذا العلم يطلق عليه Epigenetics فوق الوراثة والتي قد تظهر كذلك بسبب تحورات على هستون DNA ، إن أهم التحديات أمام مربي النبات هو دراسة تحسين الصفات الكمية وذلك لاهميتها من جهة ولتأثرها بعوامل البيئة من جهة أخرى . انظر المخطط الاتي وحاول أن تعرف طبيعة التغايرات في المجتمع النباتي واهميتها في برنامج التربية :



طرق الحصول على الاختلافات الوراثية Methods of Getting Genetic Variations

1- الطفرات الوراثية Genetic Mutation هي التغيرات الفجائية Sudden Change التي تحصل على تركيب الجينات Genes Structure ومواقع الجينات على الكروموسومات Genes Location on Chromosomes زيادة او نقص في عدد الكروموسومات او ازواجها Chromosomic Mutation .التغير قد يكون كلي Totally او جزئي Partially. الطفرات قد تكون طبيعية او التطفير الصناعي بواسطة الاشعاع Radiation مثل اشعة X-ray او كاما Gamma، بيتا Beta او المواد الكيمياوية Chemical Materialsمثل الكولجسين Colchicine او بتعريض البذور الى ارتفاع او انخفاض مفاجئ في دراجات الحرارة Sudden High or Low Temperature.

٢- التهجين Hybridization.تهجين نباتات الاصناف المختلفة Different Varieties او السلالات النقيةPure Lines للنباتات ذاتية التلقيح Self-Pollinated Plants او الخطوط النقية Inbred للنباتات خلطيه التلقيح Cross-Pollinated Plants (وهي النباتات خلطيه التلقيح التي اجري لها تلقيح ذاتي بواسطة الانسان) ولغرض الحصول على هجن Hybrids التي تمتلك مواصفات وراثية جيدة من حيث الانتاج او مقاومة الامراض وغيرها من الصفات .

3 – الانتخاب Selection . الانتخاب قد يكون لنبات واحد Single Plant Selection او انتخاب مجموعة نباتات و خلط بذورها معا Bulk Selection و الغرض هو انتخاب نباتات لصفات محددة يريد مربي النبات Plant Breeder الحصول عليها لأهميتها الاقتصادية له. الانتخاب يستمر لعدة اجيال حتى نصل الى الهدف. الانتخاب هو طريقة مهمة لتربية النبات بذاتها او خطوة مهمة في كل طرق تربية النبات الاخرى مثل التهجين .

4 – الاستيراد Import or Introduction .

هو استيراد نباتات او بذورها من اقليم اخر داخل القطر او من بلد اجنبي Foreign Country الى داخل العراق لغرض زراعتها او استعمالها كأصول في برامج تربية النبات . ان الاصناف المستوردة تكون ذات انتاجية عالية و صفات معينة جيدة او تمتلك صفة معينة مثل مقاومة مرض يصيب نبات معين و نريد نقل هذه الصفة الى صنف محلي جيد جدا الا انه يفتقد هذه الصفة وهذه الطريقة تسمى التهجين الرجعي Back Crossing . ان الاصناف المستوردة تزيد الامكانيات الوراثية لدى مربي النبات والذي يغني ما يسمى الان بنك الجينات Genes Bank وهذا يزيد قدرة مربي النبات على اختيار ما يريد من النباتات من اجل تنفيذ برنامجه. يمكن ان نعطي المثال التالي:- يوجد صنف محلي يمتلك كل الصفات الجيدة التي يفضلها المستهلك العراقي الا ان هذا الصنف لا يقاوم مرض معين مثل الصدأ . يوجد صنف اجنبي يمتلك صفة مقاومة مرض الصدأ الا ان صفاته الاخرى غير مفضلة من قبل المستهلك العراقي. يمكن استيراد صنف المقاوم للمرض وتضريبه مع الصنف العراقي لنقل صفة المقاومة للصنف المحلي. ان طريقة تربية النبات تسمى التهجين الرجعي Back Crossing . الان نحصل على صنف جديد يمتلك الصفات الجيدة المحلية والمرغوبة من قبل المستهلك العراقي بالإضافة الى صفة مقاومة المرض.

5- التضاعف Polyploidy .

ونقصد مضاعفة العدد الكلي للكروموسومات في نواة الخلية الجسمية. الخلية الجنسية Sexual Cell تحتوي على نصف العدد الاصلي من الكروموسومات بينما الخلية الجسمية Somatic Cell تحتوي على العدد الكلي من ازواج الكروموسومات Diploid . يمكن مضاعفة العدد الاصلي للكروموسومات الى ثلاثة ازواج Triploid او اربعة ازواج Tetraploid وهكذا. البعض يشير الى التضاعف على أنه من الطفرات الوراثية.

6- الهندسة الوراثية Genetic Engineering.

بعد ان تم معرفة الخارطة الوراثية Genetic Map (اي توزيع الجينات وتحديد مواقعها على الكروموسومات) لكثير من النباتات فتمكن علماء الوراثة من تحديد و نقل جينات مسؤولة عن صفات من نبات لأخر Cut and Paste . النباتات المعدلة وراثيا Genetically Modified Plants . الهندسة الوراثية تحتاج الى تكنولوجيا معقدة و تدريب كادر ذو خبرة عالية وهذا ليس متوفر جيدا في دول العالم الثالث. ان دول

الاتحاد الاوربي تمنع بيع المنتجات الزراعية المعدلة وراثيا لاحتمال تسببها لأمراض سرطانية Cancer Disease بينما الحكومة الامريكية تشجع وتسمح بزراعة وتداول النباتات المعدلة وراثيا وتقدم المساعدات المادية للبحوث الزراعية التي تتناول هذا المجال.

علاقة التغايرات الوراثية بتربية النبات

يعتمد 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 يصورة تامة بالمعلومات الوراثية الاساسية ومنها كيفية انتقال الجينات من جيل لاخر، وعلاقة هذه الجينات مع بعضها البعض واثرها على الشكل المظهري للنبات اي الـ Phenotype .

ان التركيب الوراثي (Genotype) هو عبارة عن مجموع الجينات التي تنتقل من الإباء الى الابناء وهو ثابت طول فترة حياة النبات، وان التمييز بين النباتات يتم عن طريق المظهر الخارجي وليس على اساس التركيب الوراثي الذي لا يمكن تحديده مباشرة وانما يحدد 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 للاليل Aعلى الاليل a ومن جهة اخرى غالبا ما يعطي نفس التركيب الوراثي عدد من الاشكال المظهرية عند وضعه في ظروف بيئية متباينة، ويطلق على مثل هذه الحالة بمدى الاستجابة Rang of reaction .

اختبار النسل Progeny test

يقصد بطريقة اختبار النسل بانها زراعة البذور الناتجة من كل نبات على حدة في خط مستقل وذلك لمعرفة السلوك الوراثي للنباتات المنتخبة وبهذه الطريقة يمكن التميز بين النباتات على اساس تركيبها الوراثي وعزل النباتات غير المرغوبة تؤخذ البذور من النباتات المنتخبة اما بعد تركها دون التحكم في تلقيحها او اجراء التلقيح الذاتي الاصطناعي قد يكون لدورة واحدة او دورتين اذ ان التلقيح الذاتي يعمل على تثبيت الصفات وتحويلها الى حالة التماثل الوراثي Homozygosity

يتم اختبار النسل بإحدى طريقتين لاجل معرفة طبيعة التركيب الوراثي لصفة معينة في عينة البذور

١- **التضريب الاختباري Test Cross:-** يشترط في هذه الطريقة وجود مادة وراثية اخرى مماثلة للمجهولة لكنها تحمل الصفة المتنحية وتضريب المادة الوراثية النباتية المجهولةUnknown Plant مع النبات المعروف بصفته المتنحية والاحتمالات للذرية تكون كما في الاتي:-

unknown X aa	→	aa	وهذا يعني أن المجهول هو aa
unknown X aa	→	Aa	وهذا يعني أن المجهول هو AA
unknown X aa	→	aa+Aa	وهذا يعني أن المجهول هو Aa

٢- **التلقيح الذاتي S1 Progeny:-**

- ملاحظة **S1** تعني selfing لجيل واحد

أي تزرع حبوب المجهول وتلقح نباتاتها ذاتياً ثم تزرع مرة اخرى فتظهر النباتات بالاحتمالات التالية:-

أ- **حالة لصفة محكومة بزوج واحد من الجينات**

- النباتات كلها aa اي النباتات كلها نقية متنحية.
- النباتات كلها AA اي النباتات نقية متغلبة.
- ان النباتات تكون بنسبة AA 3 : aa 1 وهذا يعني ان النباتات هجينة Aa.

ب- **حالة لصفة محكومة بزوجين من الجينات** فان النسب التي يتم الحصول عليها تختلف ولكن تبقى الطريقة فعالة ايضا.

فمثلا لو اخذنا بذورا لنبات احمر السفا RR وطويل الساقTT من الحنطة وتم تلقيحه ذاتيا (طبيعيا) لان التلقيح في الحنطة هو ذاتي بصورة طبيعية . سوف نحصل على الاحتمالات الاتية:-

- اذا كان النبات نقيا للصفتين وبصورة متغلبة فكل الذرية بصورة حمراء السفا وطويلة الساق RRTT.
- اذا كان النبات نقيا للصفتين وبصورة متنحية ، نحصل على كافة الذرية صفراء السفا وقصيرة الساق rrtt.
- اذا كان النبات هجين للصفتين RrTt فان ذألك يمكن معرفته بنفس مبدا قانون مندل الثاني اي قانون التوزيع الحر للجيناتIndependent Assortment of Genes.ويظهر ذألك في الجدول بعد تضريب الامشاج التالية:- RT , Rt , Rt , rt مع بعضها والحصول على 16 فرد من النباتات وبنسبة 1 : 3 : 3 : 9 R-T- : rrT- : R-tt : rrtt (اجري التضريب في جدول يستوعب 16 فرد من النباتات).

	RT	Rt	rT	rt
RT				
Rt				
rT				
rt				

ان النسب اعلاه تكون وفق قانون مندل الثاني بشرط عدم وجود ترابط Linkage وكذألك عدم وجود تداخل للجينات Gene Interaction لان بوجود هذه الظواهر تظهر نسب اخرى غير 9:3:3:1 وهي مثل 13:3 ,9:6:1 , 9:7 15:1 كما ذكرنا ذألك سابقا في كورس الوراثة.

أما بالنسبة لعدد المجتمع لزوج واحد = 4 ،

ولزوجين =16

ولثلاثة أزواج = 64

ولأربعة ازواج =256 .

اذا كانت n هي عدد ازواج الجينات فإن حجم المجتمع :

	عدد المظاهر المختلفة	عدد التراكيب الوراثية	حجم المجتمع الأصغر
	2^n	3^n	4^n
فمثلا لزوج n=1	2	3	4
لزوجين n=2	4	9	16

المطلوب : احسب التراكيب في الجدول في أعلاه واحسبها في حالة زوجين من الجينات

الفعل الجيني والتكرار الجين Gene Action and Gene Frequency

وبسبب وجود التغاير المستمر في هذه الصفات فعادة ماتستخدم اختبارات او مقاييس أخرى مثل مقاييس التوسط ومنها المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال .... وكذلك مقاييس التشتت والاختلاف مثل التباين والانحراف القياسي، ان دراسة الصفات الكمية لا يعني انها لا تخضع للتوزيع المندلي في توارثها الا ان تأثير الجينات) فعل الجينات (يكون مختلفا عما هو عليه الحال في الصفات النوعية، وفيما يلي انواع الفعل الجيني المتحكمة بتوات الصفات الكمية:

١- **فعل الجين الإضافي Additive gene action** : ويسمى (الفعل المضيف او التراكمي او التجميعي) وهو عبارة عن متوسط تأثيرالجين (القيمة التربوية) Breeding Value ، وهو ينتقل من جيل الى اخر، ويظهر الفعل الجيني المضاف بأبرز صورة لدى تربية السلالات في نباتات خلطيه التلقيح لاسيما بطريقة خلية النحل (Honey comb = H.C.) حيث يتم استنباط سلالات نشطة Vigor Inbred ذات حاصل عالي قد يضاهي الهجين التي استنبطت منه . يعمل الفعل الجيني المضيف في ثنائية ورباعية وسداسية وثمانية الجينوم. ربما يكون التأثير اوضح كلما زاد عدد الجينوم في خلية الفرد فيكون مثلا:-
يمكن للفعل الجيني المضيف ان يظهر على موقع جيني واحد لكنة يكون انشط اذا كان هناك موقعان جينيان مثل AA و BB كل واحد جاء من احد الابوين المتزاوجين وذألك بفعل تكميل كل منهما للأخر لاظهار الصفة وذألك على موقعين مختلفين على نفس الكروموسوم ولنفس الصفة.

- يظهر من إضافة قيمة من كل اليل في الفرد لصفة معينة سواء على موقع واحد AAaa أو Bbbb
- أو من موقعين في أن واحد مثل AABB إذا كان الفرد رباعي المجموعة الكروموسومية في aaaa < AAaa < AAAa < AAAA . يظهر الفعل المضيف لدى الانتخاب بخلية النحل (بصورة واضحة) إذ أنه في كل جيل انتخاب تضاف قيمة للصفة بسبب وجود (ظهور) اليل في فرد معين يضيف قيمة جديدة إلى القيمة الاصلية .
- فلو افترضنا ان صفة طول النبات يحكمها ثلاثة ازواج من الجينات اي ثلاثة مواقع A ، B ، C أن النبات الطويل سيكون تركيبه الوراثي AABBCC ، أما النبات القصير فسيكون تركيبه aabbcc لذلك فأن كل اليل سائد يضاف الى او يحل محل اليلات النبات القصير (الاليلات المتنحية) سوف يزيد او يضيف طولا اضافيا الى النبات القصيرaabbcc اي ان النبات الذي تركيبه aabbCc اطول من الاب aabbcc والأب aabbCC اطول من الذي تركيبه aabbCc وهكذا يكون الاب AABBCC اطول الجميع لان كل اليل سائد يضيف جزء لصفة الطول، هذا المثال على شرط ان لا تكون هناك سيادة بين الاليلات في هذه الصفة، وهذا ما يعبر عنه بالتأثير الاضافي للجين في اظهار صفة معينة.

٢- **فعل الجين السيادي (المتغلب) Dominant gene action :** فعل وراثي ناتج من تداخل جيني بين اليلين على نفس الموقع الجيني Intra-allelic interaction مثلا A متغلب على a وسيكون الفرد AA مماثلا للفرد Aa (AA=Aa) في المظهر الخارجي وكلاهما يختلف عن الفرد aa. ولنفرض ان الجينات A، B ، C في المواقع الثلاثة سائدة على اليلاتها a ، b ، c وعلى ذلك سيكون النبات الذي تركيبه الوراثي AABBCC له نفس صفات التركيب AaBbCc ولذلك فان الانتخاب سيكون أقل فعالية مقارنة بحالة فعل الجين الاضافي لانه لا يمكن التميز ظاهريا بين التركيبين الوراثيين المذكورين اعلاه اضافة لذلك فأنه في الانقسام الاختزالي وتكوين الكيمات سوف ينحل التركيب الوراثي ولا نستطيع ان نضمن وجود جمع الاليلات السائدة المسؤولة عن اظهار الصفة في كميتة واحدة.

٣- الفعل الجين التفوقي Epistatic gene action :

ينتج التفوق من وجود زوجين من الجينات على موقعين مختلفين من الكروموسوم ذاته ولكن لصفتين مختلفتين . ان هذا الفعل الجيني يسمى Inter-allelic interaction اي تفاعل ما بين الاليلات. وفعل التفوق نوعان وهما:-

i. Coepistasis تفوق مشترك بوجود زوجين من الجينات لنفس الصفة وعلى نفس الكروموسوم ويعملان بصورة تكميلية. مثال على ذلك ل٠و كان هناك جين يحكم وجود الشعيرات على الأوراق وجين أخر على نفس الكروموسوم يحكم وجود الكيوتيكل عليها وثم التضريب بين هذين الابوين فالذرية الناتجة تكون متحملة للجفاف أكثر من أفضل الابوبن .

ii. Semi epistasis شبه تفوق ناتج من فعل زوجين من الجينات على كروموسومين مختلفين بشرط عدم وجود تلازمLinkage . مثل الحالة a ولكن على كروموسومين مختلفين وهي أقل حدوثاً من الأولى في النبات .

تعد أنواع الفعل الجيني المتغلب Dominance وشبه المتغلب Partial Dominance والإضافي**Additive** والتفوق **Epistatic** أفعال جينية هامة لإظهار قوة الهجين في الذريات الهجينة وبحسب الصفات والاباء الداخلة في التضريب .

مثال ١ : Dominance اذا كان الجينان (A و B) يحكمان صفة كمية (حالة مبسطة) وقيمة الأساس aabb =1 و A=1 وB=2 والفعل الجيني متغلب ، تكون التراكيب الوراثية بنفس القيم المدونة عند التركيب :

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

مثال ٢ ، Additive اذا كان A=2 وB=1: و aabb =0

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

مثال ٣ ، epistasis اذا كان A=B=0: aabb =1، AB =7

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

مصادرالتباين الوراثي بين النباتات(تقديرات مكونات التباين)

المظهرالخارجي لاي فرد 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 ان لا يوجد تداخل (وراثي ، بيئي) وهذا لتسهيل الدراسة فقط، وبأستخدام مقاييس التشتت اي(التباين) ، تكون المعادلة في المحصلة النهائية:

$$\boldsymbol{\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2}$$

- σ_P^2 = التباين المظهري
- σ_G^2= التباين الوراثي.
- σ_E^2= التباين البيئي..

$$\sigma_P^2 = \sigma_{F2}^2$$

التباين البيئي : هو اختلاف صفات النباتات المتماثلة التركيب الوراثي عند زراعتها في بيئتين مختلفتين .كأن تزرع الاولى في تربة خصبة والثانية في تربة فقيرة فيكون حاصل الاولى أعلى من الثانية.

التباين الوراثي : هو الاختلاف في الشكل الظاهري لصفات النباتات الناتجة من تراكيب وراثية مختلفة رغم تساوي البيئة ، والتباين (الوراثي) مادة مربي النبات الاساسية التي يبني عليها تحسين محاصيله. ومكونات التباين الوراثي هي:

١. **التباين الوراثي التجميعي :** هو التباين الذي ينشأ من متوسط تأثير الجينات وهو تباين القيم التربوية ، ومن أهم اسبابه التشابه بين الاقارب لانه الجزء الذي ينتقل من جيل لاخر.
٢. **التباين الوراثي السيادي :** هو التباين الذي ينشأ من التداخل بين اليلين في نفس الموقع ، أي تفاعل الجينات الاليلية ويختلف عن الفعل الاضافي بأن يمكن التمييز ظاهرياً بين افراد AA وAa.
٣. **التباين الوراثي التفوقي أو التداخلي :** هو التباين الذي ينشأ من التداخل بين الجينات الموجودة على مواقع مختلفة فيها أن الجينات السائدة لموقعيين وراثيين تتفاعل وتعطي نسبة 15:1 بين الاليلات المتنحية للموقعين ، و9:7 وتوجد نسب اخرى هي 9:4:3 أو 12:3:1أو 9:6:1

ويمكن التعبير عن مكونات التباين الوراثيσ_G^2 :

$$\boldsymbol{\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2}$$

- σ_A^2 = التباين الوراثي الإضافي
- σ_D^2 = التباين الوراثي السيادي
- σ_E^2= باين التفوق

$$\boldsymbol{\sigma_E^2 = \frac{\sigma_{P1}^2+\sigma_{P2}^2+\sigma_{F1}^2}{3}}$$

- $\sigma_{F_1}^2$ = تباين الجيل الأول
- σ_{P1}^2 = تباين الاب الاول
- σ_{P2}^2 = تباين الاب الثاني

تقدير التباين الوراثي والبيئي في الصفات الكمية

مثال : هجنت سلالتين نقيتين من الذرة تختلفان في طول العرانيص ، ثم درست أطوال العرانيص على نباتات الجيل الاول والثاني وكانت التوزيعات التكرارية للسلالات الابوية وF1 وF2 كما يلي

الطول سم	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	fi	$S2$
الاب أ	4	21	24	8														57	0.666
الأب ب									3	11	12	15	26	15	10	7	2	101	3.561
F1						12	12	14	17	9	4							69	2.307
F2			1	10	19	26	47	73	68	39	25	68	15	9	1			401	5.072

١- صفة طول العرنوص صفة كمية لانها مستمرة في توزيعها.
٢- رغم تجانس F1 في تركيبها لكن أطوال العرانيص فيها مختلفة (تأثير البيئة).
٣- تباين F2 > من تباين الاباء وF1 بسبب الانعزال الوراثي.

$$\sigma_E^2 = \frac{\sigma_{P1}^2+\sigma_{P2}^2+\sigma_{F1}^2}{3} = \frac{0.666+3.561+2.307}{3} = 2.178$$

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

$$\sigma_P^2 = \sigma_{F2}^2$$

$$\sigma_G^2 = \sigma_P^2 - \sigma_E^2 = \sigma_{F2}^2 - \sigma_E^2 = 5.072-2.178=2.894$$

المكافئ الوراثي (درجة التوريث) Heritability

- .مصطلح الـ Inheritance 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 الأبناء

ففي التوارث تنقل الصفة بكاملها الى الابناء مثل اللون الأحمر للازهار ينتقل الى الابناء دون تغير وهو يحدث خصوصا في الصفات النوعية، اما في حالة التوريث والذي يخص غالبا الصفات الكمية فأن الصفة ولتكن الحاصل مثلا لا يمكن ان تنتقل من الاباء الى الابناء بدون تغيير، فليس شرط ان الاب الذي يعطي 10 كغم من الحاصل ان يورث نفس كمية الحاصل التي ينتجها الى نسله.

وكما ذكرنا سابقا ان البيئة تؤثر بشكل كبير على الصفات الكمية، لذلك قد تعمل الاختلافات البيئية (التباين البيئي) عن حجب الاختلافات الوراثية (التباين الوراثي) فكلما كان هناك جزء كبير من التباين بين النباتات ترجع اسبابه الى التباين البيئي كلما صعب الانتخاب للفروق الوراثية، وكلما قل تأثير البيئة على الصفة مقارنة بالفروق الوراثية فأن الانتخاب يكون فعالا لان صفات النباتات المنتخبة ستكون مورثة معظمها للنسل لان اسبابها وراثية، ومن هنا كانت الحاجة ملحة لايجاد مقياس كمي لوصف مديات تأثير البيئة على الصفات .

وهذا المقياس مايعرف **بالمكافئ الوراثي او درجة التوريث وهو عبارة عن المقدار الذي يورث الى النسل من صفة الموجود بين الافراد** ان درجة التوريث للصفات النوعية عالية وذلك لعدم تأثرها كثيرا بالبيئة.

يوجد نوعين من درجة التوريث هما :

١- **درجة التوريث بمعناها العام Heritability in Broad Sense** محصلة التباين الوراثي والتي تشمل التباين بسبب الفعل الإضافي Additive σ_A^2 والفعل السيادي dominant σ_D^2 والفعل التفوقي Epistatic σ_I^2 إلى التباين المظهري. ويمكن حسابها : $\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2$

درجة التوريث بمعناها العام = التباين الوراثي / التباين المظهري ×١٠٠

= التباين الوراثي / (التباين الوراثي +التباين البيئي) ×١٠٠

= (تباين الجيل الثاني- التباين البيئي) / تباين الجيل الثاني×١٠٠

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} \times 100 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2} \times 100 = \frac{\sigma_{F1}^2 - \sigma_E^2}{\sigma_{F1}^2} \times 100$$

σ_G^2 = التباين الوراثي ، σ_E^2 = التباين البيئي ، σ_P^2 = التباين المظهري

مثال : فرض أن التباين P1=4, P2=5, F1=6 , F2= 15 أحسب نسبة التوريث العامة ؟

$$\sigma_E^2 = \frac{\sigma_{P1}^2 + 2\sigma_{P2}^2 + 2\sigma_{F1}^2}{3} = \frac{4 + 5 + 6}{3} = 5$$

$$H = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} = \frac{\sigma_{F1}^2 - \sigma_E^2}{\sigma_{F1}^2} * 100 = \frac{15 - 5}{15} * 100 = 66.6$$

٢- **درجة التوريث بمعناها المحدود(الضيق) Heritability in Narrow Sense** الذي يشمل الإختلاف الوراثي الناتج من التأثير الإضافي Additive فقط للجينات المتعددة الذي يورث اي استبعاد الجزء الخاص بالتباين السيادي والتفوقي الذي لا يورث.ويمكن حسابها
في حالة الحصول على بيانات الصفة من الجيل الانعزالي F2 والاجيال الرجعية Bc1 و Bc2 يمكن حساب نسبة التوريث تختلف في مدلولها عن النسبة التي حسبت في الطريقة السابقة لانها تقدر نسبة الاختلافات الراجعة عن التاثير التجميعي σ_A^2 وتسمى التوريث بالمعنى الضيق

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2} \times 100$$

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_{F2}^2} \times 100 = \frac{2\sigma_{F2}^2 - (\sigma_{Bc1}^2 + \sigma_{Bc2}^2)}{\sigma_{F2}^2} \times 100$$

$$\sigma_{F2}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2$$

$$\sigma_{Bc1}^2 + \sigma_{Bc2}^2 = \sigma_A^2 + 2\sigma_D^2 + 2\sigma_E^2$$

$$\sigma_E^2 = \frac{\sigma_{P1}^2 + \sigma_{P2}^2 + \sigma_{F1}^2}{3}$$

σ_A^2 = التباين الوراثي الإضافي ، σ_D^2 = التباين الوراثي السيادي ، σ_E^2= التباين البيئي

مثال : فرض أن التباين لصفة التبكير P1=4, Bc2=7, Bc1=5 , F2= 10 أحسب نسبة التوريث العامة؟

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_{F2}^2} \times 100 = \frac{2\sigma_{F2}^2 - (\sigma_{Bc1}^2 + \sigma_{Bc2}^2)}{\sigma_{F2}^2} \times 100$$

$$= \frac{2 \times 10 - (5 + 7)}{10} \times 100 = 80\%$$

أي ٨٠% يرجع لتأثير التجميعي للعوامل الوراثية .

في حالة الحصول على بيانات لصفة من الاجيال الانعزالية المتقدمة بعد عزل السلالات يمكن مقارنتها في تصميمات تجريبية تحتوي على عدد من المكررات في هذه الحالة يعتبر الخطأ التجريبي هو التباين البيئيويعتبر تباين السلالات راجع إلى التباين البيئي + التباين الوراثي بعدد تكرارات التجربة وبذلك بمكن حساب التباين البوراثي ونسبة التوريث .
مثال في تجربة لمقارنة عدد من السلالات قي ٤ قطاعات عشوائية كاملة كان مجموع مربعات الانحراف كما يلي

S.O.V	التباين أو متوسط مجموع مربعات الانحراف M.S.	E.M.S. التباين المتوقع
السلالات	$M.S_G=22$	$\sigma^2_G = \frac{MS_G - MS_e}{r}$
بين السلالات (الخطأ التجريبي)	$M.Se = 6$	$\sigma^2_e = M.Se$

إذن التباين البيئي = 6
التباين الوراثي = (تباين السلالات – تباين الخطأ التجريبي) / عدد التكرارات

$$\sigma^2_G = \frac{MS_G - MS_e}{r} = \frac{22-6}{4} = 4$$

$$H = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_P} * 100 = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_{PG} + \sigma^2_E} * 100 = \frac{4}{4+6} * 100 = 40\%$$

وتكون قيمة التوريث من صفر إلى واحد(١٠٠%) . و قيمة التوريث Board sense في الأمثلة التالية :

- إذا كان كل (الإختلاف) في الشكل الظاهري هو إختلاف بيئي فإن : $\sigma^2E = \sigma^2P$ ،ويكون $\sigma^2G = 0$ وعليه تكون قيمة التوريث $h^2 = 0\%$.
- إذا كان كل الإختلاف في النمط الظاهري هو وراثي ، فإن: $\sigma^2G = \sigma^2P$ وبذا تكون $H = 100\% = 1$

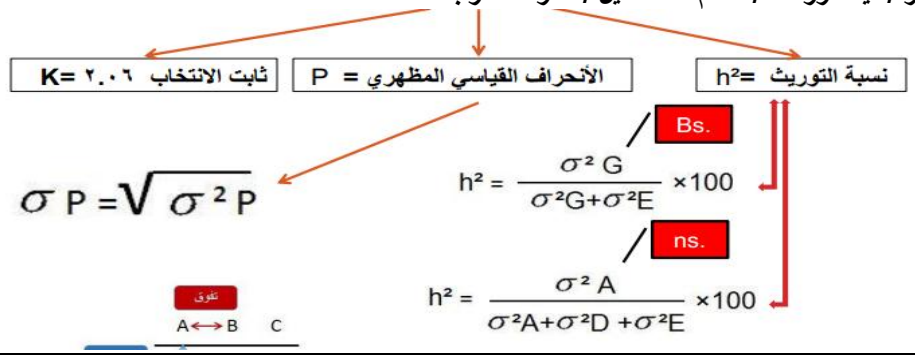
<u>دليل الانتخاب</u> ويمكن حساب التحسن الوراثي الذي نتوقعه في كل دورة انتخابية(اي المردود الانتخابي) من:
$\Delta G = K.\sigma_P.h^2_{n.s.}$

ΔG = هي مقدار التقدم الوراثي الذي نحصل عليه في كل دورة انتخابية .
K = ثابت شدة الانتخاب وتستخرج قيمته من الجدول التالي :

شدة الانتخاب % في المجتمع	K ثابت شدة الانتخاب
%2	2.42
%5	2.06
%10	1.76

σ_P = الانحراف القياسي للتباين المظهري أي σ^2_P
$h^2_{n.s.}$ = المكافئ الوراثي او درجة التوريث بالمعنى الضيق.

$$\Delta G = K.\ \sigma_P.\ h^2_{n.s.}$$



معدل درجة السيادة $\overline{a}$:

$$\overline{a} = \sqrt{\frac{2\sigma_D^2}{\sigma_A^2}}$$

١. إذا كانت القيمة الناتجة لمعدل درجة السيادة $\overline{a} = 0$ فهذا معناه انعدام السيادة
٢. إذا كانت القيمة الناتجة لمعدل درجة السيادة $\overline{a} = 1$ فهذا معناه سيادة تامة.
٣. إذا كانت القيمة الناتجة لمعدل درجة السيادة $\overline{a} < 1$ ، معناه سيادة غير تامة.

عدد ازواج الجينات التي تحكم الصفة:

$$n = \frac{D^2}{8(\sigma_{F_2}^2 - \sigma_{F_1}^2)}$$

حيث ان :
D =الفرق بين متوسطي الابوين P_1 و P_2
$\sigma_{F_1}^2$ = تباين الجيل الأول
$\sigma_{F_2}^2$ = تباين الجيل الثاني
ملاحظة : تقرب أعداد ازواج الجينات إلى أقرب عدد صحيح

س١- في احدى تجارب القمح تم الحصول على : H=0.75 ، $\sigma_G^2 = 60$ ، $\sigma_D^2 = 35$
جد التباين البيئي والتباين التجميعي.

الحل:
$H = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} * 100 \rightarrow 0.75 = \frac{60}{\sigma_P^2} * 100 \rightarrow \sigma_P^2 = 80$
$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2 \rightarrow 80 = 60 + \sigma_E^2 \rightarrow \sigma_E^2 = 20$
$\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 \rightarrow 60 = \sigma_A^2 + 35 \rightarrow \sigma_A^2 = 25$

س٢- H=0.6 ، $\sigma_G^2 = 12$ ، $\sigma_D^2 = 9$ جد التباين البيئي والتباين التجميعي.

س٣- h=0.4 ، $\sigma_E^2 = 15$ ، والتباين التجميعي= ٢٠ جد H ومعدل درجة السبادة و σ_G^2

س٤- أجري تهجين بين سلالتين نقيتين من التبغ وكان الوسط الحسابي ومعامل الاختلاف لعدد الاوراق في نباتات الاجيال:

	$\bar{y}$	S^2	C.V
P1	20.6	1.19	5.3%
P2	20.3	1.09	5%
F1	19.8	1.46	6.1%
F2	20.9	10.09	15.9%

المطلوب : ١- عدد ازواج الجينات التي تحكم هذه الصفة . ٢- نسبة التوريث H

س٥- البيانات التالية تباين متوسط حسابي لصفة طول العرنوص للاباء والاجيال F1و F2 في تهجين بين سلالتين من الذرة الصفراء تختلف في طول العرنوص

	$\bar{y}$	S^2
P1	16.8	3.56
P2	6.6	0.66
F1	12.1	2.3
F2	12.9	5.07

المطلوب ١- عدد ازواج الجينات التي تحكم هذه الصفة . ٢- نسبة التوريث H

س٦ - من البيانات التالية لعدد الجوز في القطن

	$\bar{y}$	S^2
P1	12.99	11.04
P2	27.61	10.32
F1	18.45	5.24
F2	21.2	40.35
Bc1	15.63	17.35
Bc2	23.38	34.29

المطلوب:١- عدد ازواج الجينات التي تحكم هذه الصفة .
٢.-نسبة التوريث العام H والمحدود h ٣- معدل درجة السيادة

قوة الهجين Hybrid vigor or Heterosis :

عبارة عن مقدار التفوق الحاصل في النسل الناتج من تهجين سلالتين متباعدتين وراثيا (مرباة تربية داخلية لعدة أجيال) ويسمى هذا النوع من الهجين بالهجين الفردي (Single Cross) ،

- أما تهجين سلالة نقية مع هجين فردي يسمى هجين ثلاثي (Triallel Cross)
- أما تهجين هجين فردي مع هجين فردي يسمى هجين زوجي (Double Cross)

وقياس قوة الهجين:

١. Hybrid Vigor او Over Dominance و Pseudo Dominance

تعني تفوق افراد الجيل الاول F1 الناتج من تزاوج سلالتين أو أكثر متباعدة وراثيا (genetically unrelated) وذلك على الأقل على افضل الابوين Best Parent (BP) في صفة أو أكثر . وليكن الأفضل $\overline{P_1}$

$$H = \overline{F_1} - \overline{P_1}$$

٢. Hetrosis تفوق افراد الجيل الاول F1 الناتج من تزاوج سلالتين متباعدتين وراثيا على معدل الابوين

$$H = \overline{F_1} - \frac{1}{2}\left(\overline{P_1} + \overline{P_2}\right)$$

لتوضيح قوة الهجين والتهجن نلاحظ طبيعة الذرية الناتجة اي F1 من تضريب سلالتين احدهما

- السلالة العالية الإنتاجية (الاب الأول) =Higher Parent = HP والتي مثلا تكون ذات 20 نقطة
- والسلالة الثانية ذات الانتاجية الاقل(الاب الثاني) (Lower Parent=LP) وتكون ذات 10نقاط.

HP X LP ---- F1. Mid parent= (20+10)/2=15

وهذه تمثل الفعل الجيني الاضافي additive gene action

Negative hetrosis LP < 5 نقاط F1 ---- هذا تهجن سالب لانه اوطأ من اوطأ الابوين.
Positive Dominance HP = 20 نقطة F1 -----تغلب على الاب الأعلى
Negative Dominance LP= 10 نفاط F1 ---- تغلب على الاب الاوطىء
HP Hybrid Vigor 30 نقطة F1 ------ لانه اعلى من اعلى الابوين .

في حالة الصفة مرغوبة (كلما زادت أفضل) ، أما إن كانت الصفة غير مرغوبة فكلما نقصت كان أفضل) .

وتوجد عدة نظريات لتفسير قوة الهجين يمكن تلخيصها على النحو التالى:

١- **(نظرية العوامل السائدة) Dominate theory**:

عند تزاوج سلالتين أو صنفين أصيلين فى تركيبهما الوراثى و ليكن أ x ب فأن الأفراد الناتجة تتصف بقوة الهجين و التى تعمل على تجميع عوامل سائدة مفيدة تزيد من نمو المحصول و الأنتاج على الأبوين.
فمثلا عند التهجين بين السلالاتين النقيتين التاليتين نفترض ان الاباء أصيلة لاليلات أربعة عوامل وراثية و أن الهجين أصبح خليطا عند الأربع عوامل كلها وفى حالة السيادة فانة من المتوقع ان يكون الهجين أحسن من

الأبوين لأننا لو أفترضنا ان التركيب المتنحى xx يقدم وحدة واحدة و ان التركيب السائد XX, XX يقدم وحدتان و على ذل فأن هذا التهجين يمكن تمثيلة كما يلى:

السلالة النقية (أ) السلالة النقية (ب)

AABBccdd x aabbCCDD

2 2 1 1 1 1 2 2

6 x 6

الجيل الأول AaBbCcDd

8

أن العوامل السائدة و المفيدة القادمة من الصنف أ هى AABB و من الصنف ب CCDD بينما العوامل aabb ccdd, تكون غير مفيحه و قد تكون ضارة و احيانا مسئولة عن ضعف هذه السلالات فى المحاصيل الخلطية الأخصاب

عند إجراء التزاوج بين السلالتين نحصل على الفرد الهجين AaBbCcDd الذى يتصف بقوة الهجين الناتجة عن تجميع العوامل السائدة القادمة من الابوين او ب وسيادتها اوقفو التاثير السيء والضار للاليلات المتنحية a,b,c,d وعلى هذا **الاساس فان نظرية السيادة تعنى:**

١. ان العوامل السائدة هى المسؤولة عن قوة النمو وزيادة المحصول.
٢. اوقفو تاثير الاليلات المتنحية الضارة عن طريق سيادتها عليها.

مثال : لنفترض عندنا سلالتان من الذرة الصفراء آ ، ب محصول كل منهما 80 وحدة وتختلفان فى التركيب الوراثى وعند تهجينهما تعطي النباتات الهجينية محصولا قدره 140 وحدة فاذا افترضنا ان كل سلالة تعطى 60 وحدة نتيجة لوجود ثلاثة عوامل وراثية سائدة اصيلة و 20 وحدة الباقية نتيجة لتاثير باقى العوامل فيكون من المتوقع ان يحمل الهجين 120 وحدة نتيجة للستة العوامل السائدة ان اجتمعحو فيه من الابوين اضافة الى 20وحدة نتيجة لباقى العوامل وبذلك يصبح محصول الهجين 140 وحدة

P1 P2

AA BB CC dd ee ff x aa bb cc DD EE FF

80 unit 80 unit

F1 Aa Bb Cc Dd Ee Ff

140 unit

- **الأعتراض الأول على النظرية:** إذا كانت قوة الهجين تعزى الى تجميع العوامل السائدة المرغوبة المرتبطة فى نباتات يمكن الحصول على أحد النباتات فى F2 والتى تحمل العوامل السائدة الأصيلة فى جميع المواقع الوراثية كما يلى **AABB** ومن ثم تظهر قوة الهجين فى F2 وليس فى F1 فقط، ومن الناحية العملية لم يمكن الحصول عليه.
- **والرد على ذلك** ان تجميع تلك العوامل الوراثية السائدة المرغوبة والمرتبطة يتطلب ان تحدث سلسلة من عمليات العبور التى يصحبها الارتباط للوصول الى مثل هذا النبات وهذا صعب من الناحية العملية.
- **الأعتراض الثانى على النظرية:** تعتمد هذه النظرية على تأثير السيادة وهذا يستلزم ان يكون التوزيع البيانى لنباتات الجيل الثانى غير منتظم نحو الآب السائد ولكننا من الناحية العملية يكون التوزيع منتظما وطبيعيا .
- **ويمكن الرد على هذا الأعتراض:** تأثير العوامل البيئية حيث أن : P= G + E

أى أن التأثير الظاهرى للصفة (P) نتيجة تأثير التركيب الوراثى (G) + تأثير البيئة (E) .

الأرتباط بين العوامل الوراثية وبعضها .

٢- **نظرية الخلط الوراثي:** ان F1 الذى يحمل التركيب Aa نتيجة التهجين بين aa ,AA ومتفوق فى النمو نتيجة الخلط الوراثى فى الموقع الوراثى. ويكون التركيب A1A5 اكثر قوة هجين من التركيب A1A2 نتيجة التباعد الوراثى.

التكرار الجيني Gene Frequency

ان التكرار الجيني هو نسبة جين معين الى مجموع جينات الصفة في المجتمع (العشيرة) وقيمته تتراوح بين (٠- ١) وإذا كانت نسبته نادرة فإن قيمته تكون قريبة من الصفر وإذا كانت نسبته كبيرة فإن قيمته تكون قريبة من الواحد.

المجموع	الأفراد ذات التركيب الوراثي المتنحي	الأفراد ذات التركيب الوراثي الخليط	الأفراد ذات التركيب الوراثي الأصيل (السائد)
التركيب الوراثي			
	aa	Aa	AA
عدد أفراد التركيب الوراثي			
N	N0	N1	N2
نسبة التركيب الوراثي			
1	R= N0/ N	H= N1/ N	D= N2/ N
تكرار التركيب الوراثي			
1	q2	2pq	p2

حيث (p+q=1)

	نسب	أعداد
التركيب الوراثي AA	D = N_2 / N	N_2
التركيب الوراثي Aa	H= N_1 / N	N_1
التركيب الوراثي aa	R= N_0/ N	N_0

التكرار الجيني لـ A= عدد وجود الجين A في العشيرة مقسوم على العدد الكلي للجينات أي :

$$P = f(A) = \frac{N_2 + \frac{1}{2}N_1}{N} = D + \frac{1}{2}H$$

التكرار الجيني لـ a= عدد وجود الجين a في العشيرة مقسوم على العدد الكلي للجينات أي :

$$q = f(a) = \frac{\frac{1}{2}N_1 + N_0}{N} = \frac{1}{2}H + R$$

وراثة العشائر POPULATION GENETICS :

هو ذلك الفرع من علم الوراثة الذي يهتم بالمجتمعات وهذا الفرع يهتم بناحيتين أساسيتين هما:

- سلوك الجينات في العشيرة أو العشائر .
- التطور الحاصل في العشيرة من خلال التعويض الجيني تحت ظروف الانتخاب الطبيعي .

العشيرة POPULATION :

هي مجموعة من الأفراد تتزاوج مع بعضها البعض جنسياً وتشترك مع بعضها بمجمع أو مستودع جيني Gene Pool ، ومثل هذه العشيرة تسمى بالعشيرة المندلية ، ومن التعريف نلاحظ أن النباتات التي تتكاثر ذاتياً والتي تتكاثر لا جنسياً لا تعتبر من العشائر المندلية . إذاً فقط النباتات خلطية التلقيح هي عشائر مندلية .

التزاوج العشوائي : ويقصد به أي ذكر في العشيرة لديه نفس الفرصة لاي ذكر اخر لتلقيح أي انثى وعادة يكتب التوزيع الكميتي (pA+qa) واتحاد الكميتات العشوائي يكون التوزيع الزايكوتي أو توزيع التركيب الوراثية

الكميتات المذكرة / الكميتات المؤنثة	A p	a q
A p	AA p^2	Aa pq
A q	Aa pq	aa q^2

أي التوزيع الزايكوتي هو $p^2+2pq+q^2=1$

قانون Hardy-Weinberg العشيرة الكبيرة Large Population يتزاوج فيه النباتات عشوائيا وفي غياب القوى التي تغير من تكرار الجين (طفرة وراثية، او هجرة من او طفرة) ، فإن التكرار الجيني وتكرار التراكيب الوراثية في العشيرة يبقيان ثابتين من جيل لاخر ويطلق على العشيرة انها في حالة اتزان جيني Gene-equilibrium

ان لهذا القانون اهمية خاصة لدى استنباط الاصناف في نباتات خلطية التلقيح حيث بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي في حقل معزول ومجتمع كبير سيصل افراد المجتمع الى الاتزان الجيني للصفات فلا يحدث تغير في صفات الصنف طالما تم التزاوج بحسب شروط القانون . اذا كان المجتمع المتزاوج صغيرا فربما يحدث انحراف معين على حساب الاخر نتيجة انحراف الانقسام الاختزالي لدى تكون حبوب اللقاح أو المبايض أو ما يسمى بالتطاير الوراثي يمكن توضيح بعض المصطلحات المذكورة انفا وكما يلي:-

*- الانحراف في الانقسام الاختزالي Meiotic Drive :- ويقصد به حدوث اختلاف في انتاج الامشاج Gametes بسبب صغر حجم المجتمع Population ولكن القانون نص على ان يكون حجم المجتمع كبيرا.

*- التطاير الوراثي Genetic Drift:- حدوث اختلاف في التكرار الجيني اثناء الازدواج لاحد الاليلات مثل A عن نظيرة a بسبب صغر حجم المجتمع.

خواص العشيرة المتزنة :

١- تكرار الجين يكون متزنا في كلا الجنسين .
٢- تكرار الجينات ثابتة من جيل لاخر .
٣- تكرار التراكيب الوراثية ثابتاً من جيل لاخر .
٤- إن نسبة الافراد الهجينة = (2pq) ولا يمكن ان تزيد عن 0.5 وإن تكرار الجين المتنحي = الجذر التربيعي لنسبة الافراد المتنحية أي : $q = \sqrt{R}$ ، H= 2pq *
٥- إن اتزان العشيرة يصل بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي بغض النظر عن التراكيب السابقة .

مثال: إذا كان هناك 49 نباتا من AA و42 نباتاً من Aa و 9 نباتات من aa ، كم تكرار الجين A ، وهل المجتمع متزن؟

التركيب الوراثي AA	N_2 = 49
التركيب الوراثي Aa	N_1 = 42
التركيب الوراثي aa	N_0 = 9
المجموع	100

$$P = f(A) = \frac{N_2 + \frac{1}{2}N_1}{N} = \frac{49 + \frac{1}{2}42}{100} = 0.7$$

$$H= 2pq= 2(0.70)(0.30)=0.42$$

$$q = \sqrt{R} = \sqrt{\frac{N_0}{N}} = \sqrt{\frac{9}{100}} = 0.3$$

- إذا العشيرة متزنة لان: $q = \sqrt{R}$ و H= 2pq *
- وتكرار الجين A= 0.7

مثال : احسب تكرار الجين A وa لعشيرة تتكون من 0.36 افراد سائدة و0.48 أفراد خليطة و0.16 افراد متنحية

$$P = f(A) = D + \frac{1}{2}H = 0.36 + \frac{1}{2}(0.48) = 0.60$$

$$q = f(a) = \frac{1}{2}H + R = \frac{1}{2}(0.48) + 0.16 = 0.40$$

Or q=1-p=1-0.60=0.40

مثال : لديك مجتمع نباتي تكرار الافراد السائدة 0.7 و a= 0.3 اثبت ان المجتمع متزن جينياً ؟

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

$(0.7)^2+0.42+(0.3)^2=1$

إذا العشيرة متزنة

مثال : مجتمع نباتي من 100 نبات فيه 4 نباتات بتركيب tt ، كم تكرار الجين T ، وهل المجتمع متزن جينياً؟

$$q = \sqrt{R} = \sqrt{\frac{4}{100}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2$$

$p=1-0.2=0.8$

$p^2+2pq+q^2= (0.8)^2+2(0.8)(0.2)+(0.8)^2=0.64+0.32+0.04=1$

المجتمع متزن جينياً لان = H= 2pq

ملاحظة : اذا كان لديك نباتات بتوليفة معينة لصفة ما سواء AA أو aa وأريد رفع التكرار الجيني لاحد الاليلين فيجب استبعاد النباتات غير المرغوبة من المجتمع المتزاوج لاحقا مثل استبعاد aa وترك AA وAa تتزاوج عشوائياً وبذلك سوف يزداد تكرار الجين A وينقص تكرار a وبالعكس اذا اريد زيادة تكرار الجينa ، وتعاد دورات الاستبعاد والانتخاب لحين وصول النباتات الى التكرار المطلوب في كل تزاوج .

مثال –: الف نبات فيها bb=16 وهي غير مرغوبة و Bb=48 الباقي BB

كيف يمكن خفض التكرار للجين b إلى أقل من 0.2 بالانتخاب للمرغوبة فقط ؟

الجواب في كل جيل نقوم باستبعاد الافراد bb غير المرغوبة (لانها متنحية) فتبقى الافراد BB وBb لا يمكن تميزها لان الصفة متغلبة .

وبحسب منطوق السؤال فإن التكرار BB=360 إن تكرار الجين B=0.6 وb=0.4 وهو من جذر 0.16 يتم التزاوج بين الافراد وبحسب الاليلات المتبقية

	B=0.6	b = 0.4
B=0.6	0.36	0.24
b = 0.4	0.24	0.16

يحذف bb=0.16 ويبقى BB=0.36 وBb=0.48

$$P = f(B) = \frac{0.36+0.24}{0.36+0.48} = 0.71 \qquad q=1-P = 1-0.71=0.29$$

	B=0.71	b = 0.29
B=0.71	0.504	0.206
b = 0.29	0.206	0.084

يحذف bb=0.084 ويبقى BB=0.504 وBb=0.412

$$P = f(B) = \frac{0.504+0.206}{0.504+0.412} = 0.77 \qquad q=1-P = 1-0.77=0.23$$

	B=0.77	b = 0.23
B=0.77	0.593	0.177
b = 0.23	0.177	0.053

يحذف bb=0.053

$P = f(B) = \frac{0.593+0.177}{0.593+0.354} = 0.814$ q=1-P = 1-0.814=0.186

حيث أن $b=0.186$ وهو أقل من 0.2

Sterility and Incompatibility

اولا: العقم :-Sterility عرف العالمان Crane و Lawrence العقم بصورة عامة حالة عدم تكوين البذور يراجع لعدم قدرة حبوب اللقاح او البويضات (اي الكميتات المؤنثة والكميتات المذكرة) من القيام بوظائفها في عملية الاخصاب بسبب

١- عوامل وراثية وتشمل :
أ- عدم حيويتها، لان اي نقص في تكوين اي عضو من الاعضاء التناسلية .
ب- كما قد يحدث العقم عند اجراء التهجين بين الانواع او الاجناس.
ج- اختلاف اعداد الكروموسومات بين الانواع او الاجناس المستخدمة في التهجين حيث ان الكروموسومات لا يمكنها الازدواج اثناء الانقسام الاختزالي.

١- التاثيرات البيئية : الامطار كالصقيع اثناء فترة التزبير او حتى عندما تكون الازهار مغلقة قد يؤدي الى اعاقة حدوث التلقيح بالإضافة الى غسل الميسم أو حبوب اللقاح .

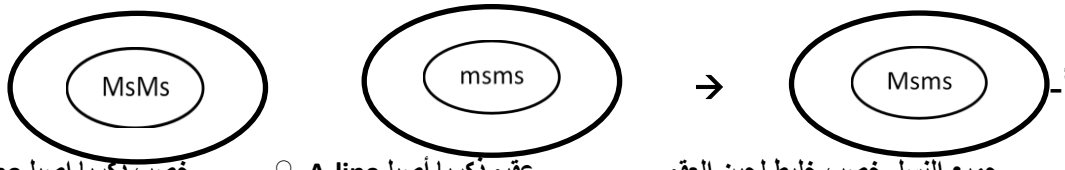
العقم الذكري :Male Sterility سببه ان الخلايا التناسلية الذكرية (الكميتات الذكرية) تكون غير فعالة مما ينتج عدم استطاعة النباتات العقيمة انتاج البذور بدون استعمال ملحقات خارجية Pollinizer والعقم الذكري صفة وراثية ذات قيمة اقتصادية كبيرة، حيث يمكن لمربي النبات ان يستغل هذه الظاهرة في انتاج هجن الجيل الاول بسهولة لانه يوفر عليه مشقة عملية الخصي Emasculation والتي تعني ازالة (المتوك) من الزهرة المراد جعلها ام في عملية التهجين، كما يقلل تكاليف انتاج الهجن. وبصورة عامة يمكن اعتبار العقم الذكري عملية خصي وراثي طبيعي للنبات.

يقصد بالعقم الذكرى عدم قدرة النبات على إنتاج حبوب لقاح حية وفعالة وكافية لحدوث عملية التلقيح والاخصاب.

هناك ثلاثة حالات من العقم الذكري: اهم حالات العقم التي تمت الاستفادة منها في تربية النبات

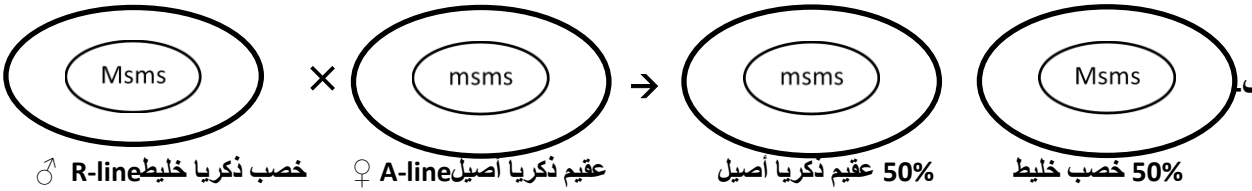
١- **العقم الذكري الوراثي (النووي Genetic male sterility) :-** الحالة التي تكون فيها حبوب اللقاح عقيمة بسبب سيطرة زوج واحد من الجينات المتنحية على هذه الصفة (صفة العقم الذكري)، ولظهور هذه الحالة يجب ان يكون كلا الاليلين متنحيين اي بصورة نقية Homozygous recessive ، استعمل الرمز (ms) للاشارة الى الاليل المتنحي العقيم و(Ms) للاليل السائد الخصب الذي لا يسبب العقم 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.

أ-



♂ خصب ذكريا اصيلR-line ♀ عقيم ذكريا أصيلA-line جميع النسل خصب خليط لجين العقم

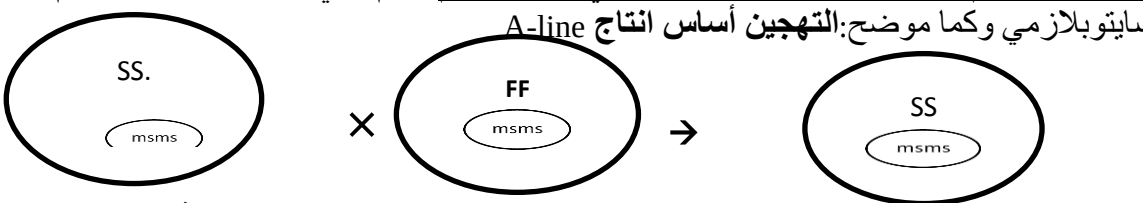
ب-



♂ خصب ذكريا خليطR-line ♀ عقيم ذكريا أصيلA-line 50% عقيم ذكريا أصيل 50% خصب خليط

وجدت جينات العقم الذكري الوراثي في الشعير والقطن والذرة الصفراء والكتان والدخن والرز وفول الصويا والتبغ والحنطة ، وحصل على سلالة العقم الذكري الوراثي بالذرة البيضاء من تهجين الصنف كافر كذكر الى سايتوبلازم الصنف ميلو كام

٢- **العقم الذكري السيتوبلازمي (cytoplasmic male sterility).** cms تكون حبوب اللقاح عقيمة غير فعالة بسبب وجود عوامل وراثية في السايتوبلازم وليس في النواة. والنباتات التي تحمل صفة العقم الذكري السايتوبلازمي لايمكن ان تلقح نفسها ذاتيا او تكون البذور، الا اذا لقحت بحبوب لقاح حيوية من اصناف اخرى.
اي عند تلقيح نبات عقيم (عقم ذكري سايتوبلازمي) وجعله ام، مع نبات اخر اعتيادي أب سيكون النسل الناتج كله عقيم، والسبب ان البيضة (الكميتة المؤنثة) تحمل معظم السايتوبلازم، اما حبة اللقاح فتكاد تخلو من السايتوبلازم، لذلك فالجينات الموجودة في سايتوبلازم الام هي المحددة لحالة العقم الذكري السايتوبلازمي وكما موضح:**التهجين أساس انتاج** A-line



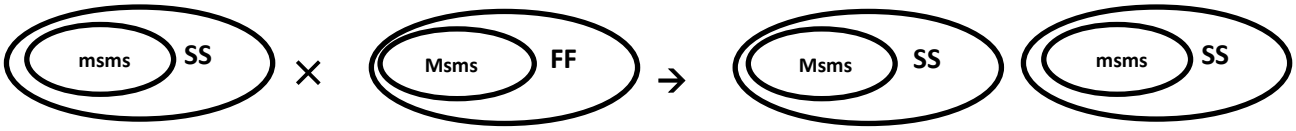
♀ A-line**خصب ذكريا اصيل** ♂ B-line **عقيم النواة ، خصب السايتوبلازم** **جميع النسل عقيم** A-line **١٠٠%**

٣- **العقم الذكري السيتوبلازمي الوراثي cytoplasmic genetic male sterility)** يسيطر على صفة العقم الذكري نظام متداخل يشمل الجينات الواقعة في النواة (ms وMs) والجينات الموجودة في السايتوبلازم جينات العقم بـ S (Sterility) والسايتوبلازم الخصب بـ F إي الطبيعي الذي لا يحمل جينات العقم. وجد هذا النظام في العديد من المحاصيل الزراعية كالبصل وقصب السكر والذرة الصفراء والبيضاء والحنطة. وفي هذا العقم الذكري ليس بامكان العوامل السايتوبلازمية العقيمة لوحدها او الجينات المتنحية الموجودة في النواة لوحدها من انتاج او اظهار حالات العقم.
فظاهرة العقم في البصل تعود لوجود زوج واحد من الجينات النووية (Ms) المسؤول عن العقم، اضافة لوجود (ms) وأليله المتنحي Fertility عن صفة الخصوبة (S) نوعين من السايتوبلازم حسب نوع العوامل الوراثية الموجودة فهو اما سايتوبلازم عقيم ويمتاز البصل ايضا بان ظهور سايتوبلازم طبيعي (S) اي يحمل جينات العقم العقم فيه ، واستعادة الخصوبة لاتتاثر بالعوامل البيئية ولا تخضع لتاثير جينات اخرى مقارنة بالمحاصيل الباقية . 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.

حالات العقم الذكري الوراثي - السايتوبلازمي:
الام السلالة العقيمة، فالتركيب الوراثي لجينات العقم الوراثي في النواة ms ms، وفي السايتوبلازم العقيم **SS.**
اما الاب الخصب فاحتمال تركيبه الوراثي سيكون ضمن احد الاحتمالات الخمسة .الاتية:
1 : الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة اصيلة Ms Ms والسايتوبلازم طبيعي F) وعند تضريبه مع الام العقيمة نوويا وسايتوبلازميا ستكون النتيجة كالاتي : الجيل ١٠٠ %خصب كما موضح أدناه

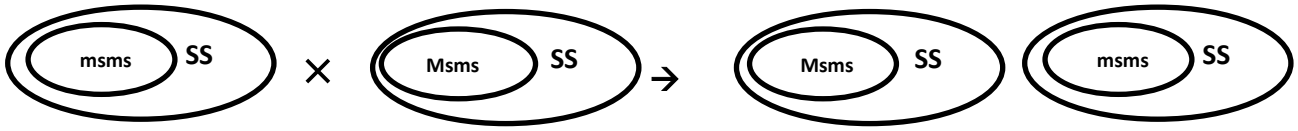
النسل الناتج 100%خصب أب خصب نوويا (Ms Ms) ♂ x ام عقيمة نوويا (ms ms) ♀
(خصب النواة Ms ms والسايتوبلازم s) وخصب سايتوبلازميا (F) وعقيمة سايتوبلازميا (s)

2 : الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة هجينة اي Ms ms والسايتوبلازم طبيعي اي خصبF) فتكون نتيجة التضريب مع الام العقيمة نوويا وسايتوبلازميا كالأتي:



النسل 50% عقيم (ms ♀ (النواة ms ms والسايتوبلازم s) **النسل 50% خصب (النواة Ms ms والسايتوبلازم s)** **أب خصب نوويا (Ms ms) ♂ وخصب سايتوبلازميا (F)** **x** **ام عقيمة نوويا (ms وعقيمة سايتوبلازميا (s)**

3:الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة هجينة Ms ms والسايتوبلازم فيه جينات العقم غير طبيعيS)



النسل 50% عقيم (ms ♀ (النواة ms ms والسايتوبلازم s) **النسل 50% خصب (النواة Ms ms والسايتوبلازم s)** **أب خصب نوويا (Ms ms) ♂ وخصب سايتوبلازميا (F)** **x** **ام عقيمة نوويا (ms وعقيمة سايتوبلازميا (s)**

4 : الاب خصب (العوامل الوراثية في النواة خصبة أصيلة اي Ms Ms لكنه عقيم سايتوبلازميا أي S)

النسل الناتج 100%خصب (خصب النواة Ms ms والسايتوبلازم s) **أب خصب نوويا (Ms Ms) ♂ وخصب سايتوبلازميا (F)** **x** **ام عقيمة نوويا (ms ms) ♀ وعقيمة سايتوبلازميا (s)**

5 : الاب خصب (مع انه عقيم وراثيا اي الجينات في النواة تكون متنحية أي (ms ms) ، ولكن السايتوبلازم فيه يكون طبيعي اي خصبF) فتكون نتيجة التضريب مع الام العقيمة وراثيا وسايتوبلازميا كالاتي:

النسل الناتج 100% عقيم (النواة ms ms والسايتوبلازم s) أب عقيم نوويا (ms ms) ♂ وخصب سايتوبلازميا (F) x ام عقيمة نوويا (ms ms) ♀ وعقيمة سايتوبلازميا **(s)**

السلالات المطلوبة للهجين

هناك ثلاث سلالات يتوجب وجودها لاجل استنباط الهجين

- سلالة الاب (R-line) التي تعيد الخصوبة إلى الذرية Fertility restoration
- سلالة الام (A-line) العقيمة ذكرياً في السايتوبلازم.
- سلالة الشقيقة (B-line) تشبه السلالة A-line باستثناء انها خصبة سايتوبلازمياً

تستخدم السلالة B-line لاجل اكثار السلالة A-line ، فعند انتاج الهجين يزرع خط أو خطوط من السلالة A-line مع خط من السلالة R-line وتترك للتلقيح الطبيعي ، ففي الذرة الصفراء تعتمد على الرياح ، وفي زهرة الشمس على وجود النحل ، لان حبوب اللقاح في زهرة الشمس ثقيلة فلا تحملها الرياح لمسافات بعيدة .

كيف تستنبط هذه السلالات ؟

لو اخذنا الذرة الصفراء، تزرع الاف النباتات من صنف مفتوح أو تركيبي أو انعزالات F2 صعوداً من هجن جيدة معروفة . وعند بدأ ظهور مناشيء العرانيص وقبل ظهور الحريرة نختار نباتات جيدة النمو ونغلف العرانيص وكذلك نوراتها الذكرية وتوضع ارقام على تلك النباتات . عند ملاحظة نباتات فيها نورة ذكرية عقيمة ونتعرف عليها من عدم انطلاق متوك منها أو حبوب لقاح عند خروجها من الغمد ، ثم نأخذ حبوب لقاح من نبات أخر خصب النورة ونلقح هذه النباتات وكذلك نلقح النباتات التي اخذنا منها حبوب اللقاح ذاتياً ، عند الحصاد نأخذ بذور النباتات (الملقحة ذاتيا والمضربة) وتزرع في الموسم التالي ، إن كانت عقيمة فإن نبات الاب هو B-line ، وإن كانت خصبة فإن الاب هو R-line وبذلك نحصل على السلالات الثلاثة المطلوبة ، وهكذا لغاية جمع عشرات من هذه السلالات ، ونستمر بتلقيحها ذاتيا (سلالة R و B) وذلك للتخلص من أية حالة عدم النقاوة فيها، مع ضرورة التركيز في الحصول على أكبر عدد من سلالات R -40 50 سلالة لضمان استكشاف جيد لقوة الهجين في السلالات العقيمة .

تربية السلالات

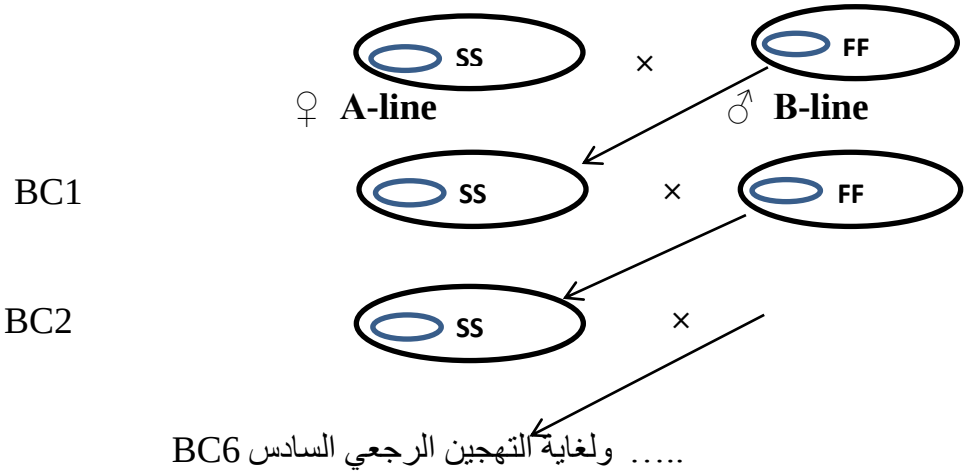
أن الحصول أولاً على السلالات الثلاث لا يض من الحصول على الهجين مالم يتم تطوير واكثار السلالات إلى الصيغة النقية ، نقوم باكثار السلالات R بالتلقيح الذاتي المستمر مع الانتخاب لافضل النباتات ولغاية S6 ، أما السلالت A فتزرع ونلقحها مع شقيقتها التي نتجت منها B لاعادة الحصول على البذور العقيمة A أما السلالات B فتزرع مثل R وتلقح ذاتياً مع الانتخاب لغاية S3 بعدها نقوم باختيار قابلية الاتحاد العامة General Combining Ability (GCA) باستخدام صنف مفتوح التلقيح وذلك لاستكشاف مقدرة سلالات A في مقدرتها على الاتحاد مع السلالات الأخرى وعن طريق زراعة التضريبات القمبة ووزن حاصلها فالسلالة التي تعطي حاصلا أعلى نقول عنها أنها ذات GCA عالية وهكذا لبقية السلالات والتي تعطي حاصلا واطئاً تترك ونستمر ببقية السلالات بالتلقيح الذاتي مع الانتخاب لغاية S6.

أنواع cms :

شخصت عدة أنواع من cms العقم الذكري السايتوبلازمي منها :cms-T من Taxas و cms-C من Charua وcms-s من وزارة الزراعة الامريكية USDA والمستخدم منها بالدرجة الأولى cms-T يليه cms-s . تقع جينات العقم cms على عضيات المايتوكندريا يوجد ارتباط متلازم linkage بين جينات العقم cms-T لفحة الهلمنثوسبوريوم في الذرة الصفراء سبب انتشار اللفحة في أمريكا عام ١٩٧١ عندما استخدام cms-T وهذا المرض غير منتشر بالعراق فلا مخاوف من ذلك.

نقل صفات سلالة A إلى سلالة B

عدد سلالات Aمحدود مقارنة مع B و R ، وللحصول على سلالة A جيدة الصفات . يتم التضريب الرجعي مع سلالات جيدة من B ولغاية BC1 وكما يلي : نهجن Bمع A فتحصل على 50% من صفات B وبالتهجين الرجعي الثاني 75% والى BC6 تكون أكثر من 99% من صفات B قد انتقلت باستثناء صفة العقم التي تبقى مع السلالة A وهكذا يتم نقل صفات السلالة R إلى A مع ادخال التلقيح الذاتي لعزل التركيب العقيم المطلوب



زراعة السلالات لانتاج بذور F1

اذا كان المحصول ذرة صفراء والسلالة الاب ليست هجين فانها تزرع بخطوط بنسبة(أب 2:1 أم) ، أما اذا كان الاب هجيناً فالخطوط تكون (أب 3:1 أم) أو (أب 4:1 أم) ، ذلك لان الاب يكون نشط في انتاج حبوب اللقاح تكفي نباتات اكثر بالمقارنة مع السلالة التي تكون أضعف من الهجين . أما في حالة زهرة الشمس السلالة الاب متعددة الرؤوس لها مقدرة اطلاق حبوب اللقاح لاسبوعين أو ثلاث وبذلك تكون (أب 9:1 أم) أو (أب 10:1 أم) والسلالة الام أحادية الراس ، واذا كان الاب احادي الراس فالخطوط تكون (أب 4:1 أم) (أب 5:1 أم) .

مسافات العزل : للحصول على أصناف ذاتية أو خلطية التلقيح لابد من المحافظة عليها من التزاوج مع أصناف غير محسنة للمحافظة على صفاتها وتماثلها . بالنسبة لذاتية التلقيح كالحنطة والشعيرمسافة العزل ٥٠ متر وفي الذرة البيضاء ١٠٠ متر ، أما خلطية التلقيح كالذرة الصفراء ٣٠٠-٤٠٠ متر للسلالات والاصناف، ولزهرة الشمس ٧-٨ كم للسلالات و ٣ كم للاصناف بسبب نحل العسل الذي يتحرك بدائرة ١٥ كم .

مصادر العقم الذكري السايتوبلازمي cms أن الحصول على سلالات cms قد لايكون سهلاً إذا كانت تغايرات الأصناف أو التراكيب المزروعة قليلة ولذا لابد أن تكون عدة تراكيب متغايرة كما يمكن إجراء التشعيع عليها أو الصعق الكهربائي أو استخدام بعض المطفرات الكيمياوية أو الفيزياوية كالحرارة العالية وكذلك استمرار التلقيح الذاتي لعدة أجيال تظهر في الذريات الناتجة منه نباتات عقيمة بعد الحصول على السلالات المطلوبة لغاية S6 نقوم باختبار السلالات لقابلية الاتحاد الخاصة Specific Combining Ability (SCA) والتي تمثل مقدرة السلالة على الاتحاد مع سلالة واحدة خاصة في إنتاج الهجن الناتجة في تجارب اختبار الحاصل مع صنف أو أصناف محلية شائعة .

استحداث العقم الذكري صناعياً Induction of male sterility

يمكن إستحداث العقم الذكري صناعياً باستعمال بعض المركبات الكيميائية (Chemical Hybridizing Agents) وأول من إستعمل الكيماويات المحدثة للعقم العالم Moore (١٩٥٠) والعالم Naylor (1950) وأطلق على

هذه الكيماويات أسماء عديدة مثل مانعات الحيوية في حبوب اللقاح pollen suppressant ، مبيدات حبوب اللقاح pollinocide ، مبيدات الطلع Androcide، مبيدات الكميتات الكيماوية Chemical Gametocide ولكن المفضل الاصطلاح Chemical Hybridizing Agents والذي اقترحه McRae(1985).
وتعامل النباتات المستخدمة كأمهات في الهجين بهذه المواد الكيمائية قبل التزهير وتلقح النباتات الناتجة والتى تصبح عقيمة ذكريا بحبوب لقاح من الآباء المذكرة التي تزرع فيها بالتبادل لإنتاج البذرة الهجين . وأن هذه الكيماويات لاتحدث تأثيرا في التركيب الوراثي للأزهار، ومفعولها يتوقف في العام التالي لذا يجب إعادة المعاملة سنة بعد أخرى .

الإخصاب المزدوج Double Fertilization – ويعني اتحاد أحد الأنوية المذكرة مع نواة البيضة لتكوين الزيجوت ،
و اتحاد النواة الأخرى مع النواتين القطبيتين لتكوين الإندوسبيرم .
الاندماج الثلاثي Triple Fusion – ويعني اتحاد أحد الأنوية المذكرة مع النواتين القطبيتين لتكوين الإندوسبيرم .
وبعد إتمام عملية الإخصاب ، تنمو البويضة المخصبة و تتكون البذرة ، وقد يبقى الإندوسبيرم في البذرة (تسمى بذور إندوسبيرمية) ، كما هي الحال في بذور **البلح** و **العنب** ، أو قد يختفي الإندوسبيرم ويتلاشى من البذرة (بذور لا إندوسبيرمية) ، كما في حالة بذور **الموالح** . وبتمام عملية الإخصاب تتحول أغلفة البويضة إلى أغلفة للبذرة ، ويتبع ذلك نمو وتطور جدار المبيض ليكون لحم أو لب الثمرة .

تعدد الأجنة Polyembryony

ينشأ عن الإخصاب المزدوج تكون الجنين ، الإندوسبيرم و أغلفة البذرة التي تحيط بهما ، أي أن البذرة الناتجة عن الإخصاب الجنسي تحوي جنين واحد فقط هو الجنين الجنسي . إلا أنه في بعض الأحوال قد تحتوي البذرة على أكثر من جنين واحد ، ويطلق على هذه الظاهرة أسم **تعدد الأجنة** ، وتتمثل هذه الظاهرة في أنه بجانب الجنين الجنسي الناتج عن عمليتي التلقيح و الإخصاب تتكون بعض الأجنة الأخرى بدون اتحاد مكونات الكميتات المذكرة و المؤنثة ، وهذه الأخيرة تتكون من نسيج النيوسيلة المحيط بالكيس الجنيني ، و حيث أن هذه الأجنة ناتجة من نسيج النبات الأم أي من خلايا ثنائية الأساس الكروموسومي ،فإنها تحمل نفس الصفات الوراثية لهذا النبات ، و من ثم فإنه عند زراعتها تُعطي نباتات جديدة مشابهة تماماً للنبات الأم . هذه الأجنة تُسمى بالأجنة النيوسيلية أو الأجنة الخضرية ، ويتراوح عددها بين ١ - ١٥ جنين بالبذرة الواحدة . وتوجد ظاهرة تعدد الأجنة في بذور بعض الفواكه مثل بذور معظم أنواع و أصناف **الموالح** وبذور بعض أصناف **المانجو**

إنتاج حبوب لقاح عقيمة Sterile (Nonviable) Pollens

في بعض الأحوال قد تُنتج أزهار صنفٍ ما أو نوعٍ ما من الفاكهة حبوب لقاح عقيمة أو غير حية غير قادرة على إخصاب نواة البيضة في الكيس الجنيني بالزهرة ، و من ثم فإن أزهار أشجار مثل هذه الأصناف أو الأنواع تحتاج إلى تلقيح خلطي بحبوب لقاح حية وخصبة لأصنافٍ أخرى . وتوجد هذه الظاهرة في بعض أصناف الخوخ والتفـــاح

تفاوت ميعاد نضج الأعضاء الجنسية بالزهرة Dichogamy

في هذه الحالة نجد أن الزهرة الواحدة تحتوي على أعضاء جنسية مذكرة و مؤنثة جيدة و صالحة للقيام بوظيفتها، إلا أن حدوث التلقيح الذاتي يُعد أمراً مستحيلاً، وذلك بسبب اختلاف مواعيد نضج الأعضاء الجنسية بالزهرة... ، و توجد هذه الظاهرة في **المانجو** و**الأفوكادو** و **القشدة** . فمثلاً في أزهار القشدة تنضج المياسم قبل نضج و انتثار حبوب اللقاح ، و لذلك تحتاج الأزهار إلى تلقيح خلطي

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

١- عدم تزامن بين حبوب اللقاح والمبايض
٢- ارتفاع المبايض فوق المتوك
٣- مانع فسيولوجي يمنع او يبط من نمو الانبوبة اللقاحية داخل قلم الزهرة الملقحة ويعيق الانبوبة اللقاحية من الوصول الى البويضة في الوقت لمناسب لاخصابها
٤- عدم توافق حبوب اللقاح وراثياً مع الطبيعة الوراثية للبويضة (وهذا أصعب حالات عدم التوافق).

وظاهرة عدم التوافق الجنسي الذاتي موجودة في كثير من محاصيل الخضر والفاكهة ونباتات الزينة، هذه الظاهرة في نباتات الجنس prunus الذي يضم الفاكهة ذات النواة الحجرية وجنس Malus ينتمي التفاح له.

وقد وجد ذلك العالمين Lawrence و Grane (١٩٣٢) 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 بالانتخاب الطبيعي ، لان التربية الداخلية عديمة الفائدة للانواع البرية لانها تخفض قوة النمو في النبات واظهار الصفات الغير مرغوبة فيها.

نظرية العوامل المضادة Oppositional factor hypothesis

وتقول النظرية: إن أي أنبوبة لقاحية تحتوي على أحد هذه العوامل (الجينات) يبطؤ نموها في نسيج القلم الثنائي (diploid) الذي يحمل نفس العامل في تركيبه الوراثي، ولكن يكون نمو الأنبوبة اللقاحية طبيعياً، إذا احتوى نسيج القلم على عاملين آخرين من مجموعة عوامل عدم التوافق الجنسي.

وعلى ذلك فإن بويضات زهرة نبات تركيبه الوراثي S_2 لايمكن إخصابها بحبة لقاح تحمل العامل الوراثي S_2، إلا أنه يمكن إخصابها إذا كانت متغايرة مثلاً S_1 أو S_2 ، وهذا أحد سبب حدوث التلقيح الخلطي ، وعرفت هذه الظاهرة في ازهار الجت وفي زهرة الشمس . وعليه فإن وجود النحل في حقول الجت المخصصة لانتاج البذور وزهرة الشمس يعد ضرورياً لانتاج بذور كافية لعلاج مثل هذه الحالات في المحصولين المذكورين . يمكن اللجوء إلى انتاج أصناف متعددة الخطوط (multi-lines) مفيدة في هذه الحالة وكذلك لدى عدم وجود مقاومة عالية لمرض أو حشرة بشكل عام يكون وجود معدل ٥- ٦ خلايا نحل / هكتار كفيل بإنتاج بذور جيدة.

هناك نظامين لعدم التوافق الذاتي :

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

1 : نظام عدم التوافق الكاميتي : 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 .ان غلق طريق الاخصاب يحدث من خلال النمو البطي جدا للانبوب اللقاحي وتوقفه كليا عن النمو قبل وصوله الى الكيس الجنيني .وهذا النوع من عدم التوافق مشخص في 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 والليليوم.

ان هذا النوع من انظمة عدم التوافق الذي يسيطر عليه وكما قلنا اعلاه جين يسمى(S) ويوجد 15 اليل

أ. لهذا الجين تسمى S3,S2,S1… S15 فاذا كانت حبة اللقاح تحتوي على أليلات من النوع S مشابهة للاليلات الموجودة في انسجة القلم للزهرة المراد تلقيحها مما يحدث حالة عدم التوافق الذاتي، ومن

حالات عدم التوافق الذاتي حالة عدم التوافق الذاتي التامةFull incommutability : حيث ان حبوب اللقاح التي تسقط على ميسم الزهرة المراد تلقيحها والتي يكون تركيبها الوراثي S1 و S2 والتركيب الوراثي لميسم الزهرة الملقحة أي S1 و S2 فان الانبوب أللقاحي سوف لن ينمو بل تحدث حالة عدم توافق تامة، وذلك لتشابه كلا الاليلين الموجودين في حبوب اللقاح مع نضيريهما في نسيج القلم

ب. حالة عدم التوافق غير التام.Half in computability - فاذا كان التركيب الوراثي لحبة اللقاح الساقطة على ميسم الزهرة S1 و S2 وتركيب الميسم الوراثي يحمل الاليلات S2 و S3 ، فان حبة اللقاح التي تحمل التركيب الوراثي S1 هي التي تنمو فقط وتكون الأنبوب أللقاحي .اما حبة اللقاح من نوع S2 فانها لا تستطيع ان تكون انبوب لقاحي لوجود الاليل المشابه لها في قلم الزهرة الملقحة.

أ. الموافقة التامةFull commutability - : حيث التركيب الوراثي لحبة اللقاح يحمل الاليلين S1 و S2، بينما نسيج القلم فان تركيبه الوراثي يحمل الاليلين S4 و . S3 لذلك فان كلا الكميتين الذكريين وهما S1 و S2 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 السبوريSaprophytic incompatibility

يشابه هذا النظام من عدم التوافق نظام عدم التوافق الكاميتي 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:

١- حبوب اللقاح الناتجة من نبات تركيبه الوراثي S2 و S1 لا تنمو في نسيج قلم الزهرة الذي تركيبه الوراثي S2وS1

٢- حبوب اللقاح الناتجة من نبات تركيبه الوراثي S2 و S1 لا تنمو في نسيج قلم الزهرة تركيبه الوراثي S2 و S3 وذلك لوجود S2 حيث ان سلوك حبتي اللقاح متشابه باتجاه S2 ولذلك تحصل حالة عدم التوافق كما في الحالة الاولى.

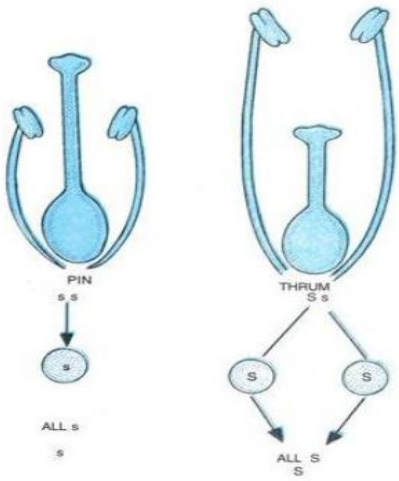
٣- حبوب اللقاح الناتجة من النبات تركيبة الوراثي S2 و S1 وتنمو في نسيج قلم الزهرة الذي تركية الوراثي S3و . S4 وهنا لا تحدث حالة عدم التوافق .ان هذا النظام يحدث في نباتات العائلة المركبة والصليبية مثل اللهانة والعائلة الشفوية.

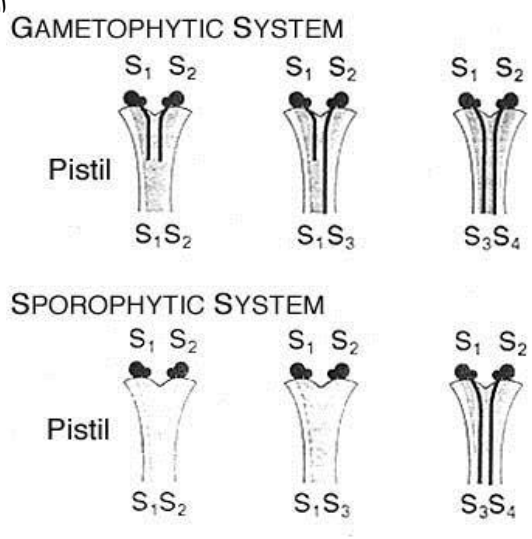
ثانيا: نظام ال: Hteromorphic

وتكون الاجزاء الزهرية المذكرة والمؤنثة غير متجانسة او مختلفة من الناحية المورفولوجية كما في زهرة الربيع Primula وهي من الازهار الكاملة، تكون المدقات طويلة (اعضاء التانيث) وتسمى pin والاسدية (اعضاء التذكير) قصيرة، تسمى Thrum ، هذه الحالة يرجع سبب عدم التوافق الذاتي الى الاختلاف المورفولوجي لكل من الاعضاء الزهرية الذكرية و الانثوية حيث يوجد شكلين لهذه الازهار:

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

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





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

pin x pin ⟵ الانبوب اللقاحي لا ينمو(عقيم)

Thrum x Thrum ⟵ الانبوب اللقاحي لا ينمو(عقيم)

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

Thrum x pin ⟵ الانبوب اللقاحي ينمو(توافق)
Ss ss

pin x Thrum ⟵ الانبوب اللقاحي ينمو(توافق)
ss Ss

تاثيرات درجة الحرارة على ظاهرة عدم التوافق الذاتي:

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

وسائل التغلب على ظاهرة عدم التوافق الجنسي الذاتي:

١- التلقيح في الطور البرعمي: وهو عبارة عن تلقيح البراعم الزهرية الصغيرة غير المتفتحة بحبوب لقاح من ازهار متفتحة وموجودة على النبات، وهي طريقة فعالة للتغلب على حالة عدم التوافق الذاتي في بعض محاصيل الخضر كما في اللهانة، وبواسطة هذه الطريقة تتهيأ ظروف ملائمة لانبات 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 اللقاحية.
٢- اضافة صفة الخصب الذاتي للنبات عن طريق التهجين.
٣- التلقيح قرب نهاية موسم التزهير.
٤- التلقيح في درجات حرارة منخفضة.
٥- استحداث الطفرات صناعية للحصول على نباتات متوافقة.
٦- 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.

التضاعف الكروموسومي وتربية النبات Polyploidy & Plant breeding

سجلت أقل عدد كروموسومات بإناث النمل *Mymecia pilosula*، حيث به زوج واحد من الكروموسومات، وأكبر عدد في *Ophioglossum reticulatun*، يحتوي ٦٣٠ زوج من الكروموسومات

التضاعف الكروموسومي يمتلك فيها الفرد اكثر من مجموعتين من الكروموسومات أو الجينومات بخلاياه الجسمية الاعتيادية (2n) وهكذا. **اذا** حدث نتيجة لتضاعف مجموعة كروموسومية يسمى **التضاعف الذاتي Autoploidy** ويكون عدد الكروموسومات في الافراد الناتجة ضعف العدد الموجود في الفرد الأصلي . أو يحدث التضاعف الكروموسومي نتيجة لاتحاد مجموعات كروموسومية لنوعين أو أكثر ويسمى **التضاعف الهجين Alloploidy، الأخير أكثر شيوعا في الطبيعة ويحدث عند الجمع بالتهجين بين مجموعتين كروموسوميتين من نوعين مختلفين ثم التضاعف إلى كروموسومات الهجين الناتج ليكون خصباً ويسمى الهجين الخصب Amphidiploidy**

يقصد بمصطلح Genome هو العدد الاحادي للمجموعة الكروموسومية أي (1n) وان التضاعف يمكن ان يحصل للجينوم بأكمله اي يصبح **(2n) ، (3n) أو (4n) أو (5n) ... الخ .**

وهو نوعان ، ١: التضاعف أو التام الكامل (euploidy)و٢: التضاعف غير الكامل (aneuploidy).

١) **التضاعف الكامل** Euploidy يُعرف بأنه تضاعف في أعداد المجموعات الأساسية للكروموسومات والمسماه بالجينومات (genomes). والمجموعات الأساسية هي أصغر عدد من الكروموسومات لها وجود في النوع. ففي القطن أصغر مجموعة الأساسية هي 13 وفي القمح والشعير 7 كروموسومات في كل جينوم

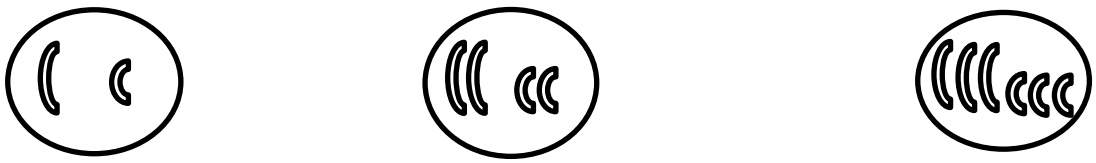
- والتضاعف الكامل هو أن مجموعة فردية أو جينوم واحد (1x) يسمي بالتضاعف الأحادي (monoploid)، التضاعف الثنائي (diploid) يملك ٢ جينوم (2x) والثلاثي (triploid)٣ جينوم (3x) والرباعي (tetraploid) يكون (4x)، والخماسي (pentaploid)(5x)، والسداسي (hexaploid) (6x) وهكذا

أ. **احادي المجموعة الكروموسومية (1x) Haploidy** : تكون الخلايا الجسمية حاوية على مجموعة كروموسومية واحدة أو جينوم واحد.

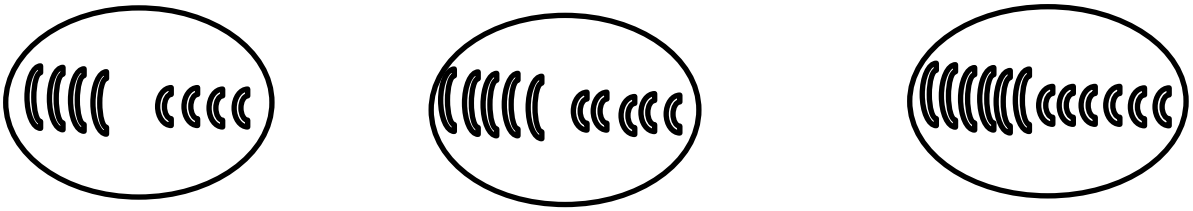
ب. **ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploidy**: يملك ٢ جينوم (2x) هذه الحالة تحصل في الخلايا الجنسية فنحصل على كميت 2n .

ج. **ثلاثية المجموعة الكروموسومية Triploidy** يملك ٣جينوم (3x) وهذه الحالة تكون في الإنسان قاتلة تماما لكن توجد بعض الخلايا في كبد الإنسان 3n و 4n والحالة شائعة في النبات واللافقريات الواطئة كقنفذ البحر .

د. **رباعية المجموعة الكروموسومية** (tetraploid) يكون (4x)، والخماسي (pentaploid)(5x)، والسداسي (hexaploid) (6x) وهكذا



Haploidy (n) **Diploidy** (2n) **Triploidy** (3n)



Tetraploidy (4n) **Pentaploidy** (5n) **Hexaploidy** (6n)

التضاعف التام نوعين : أ- التضاعف التام الذاتي ب- التضاعف التام الهجيني

أ- التضاعف الذاتي Autoploidy

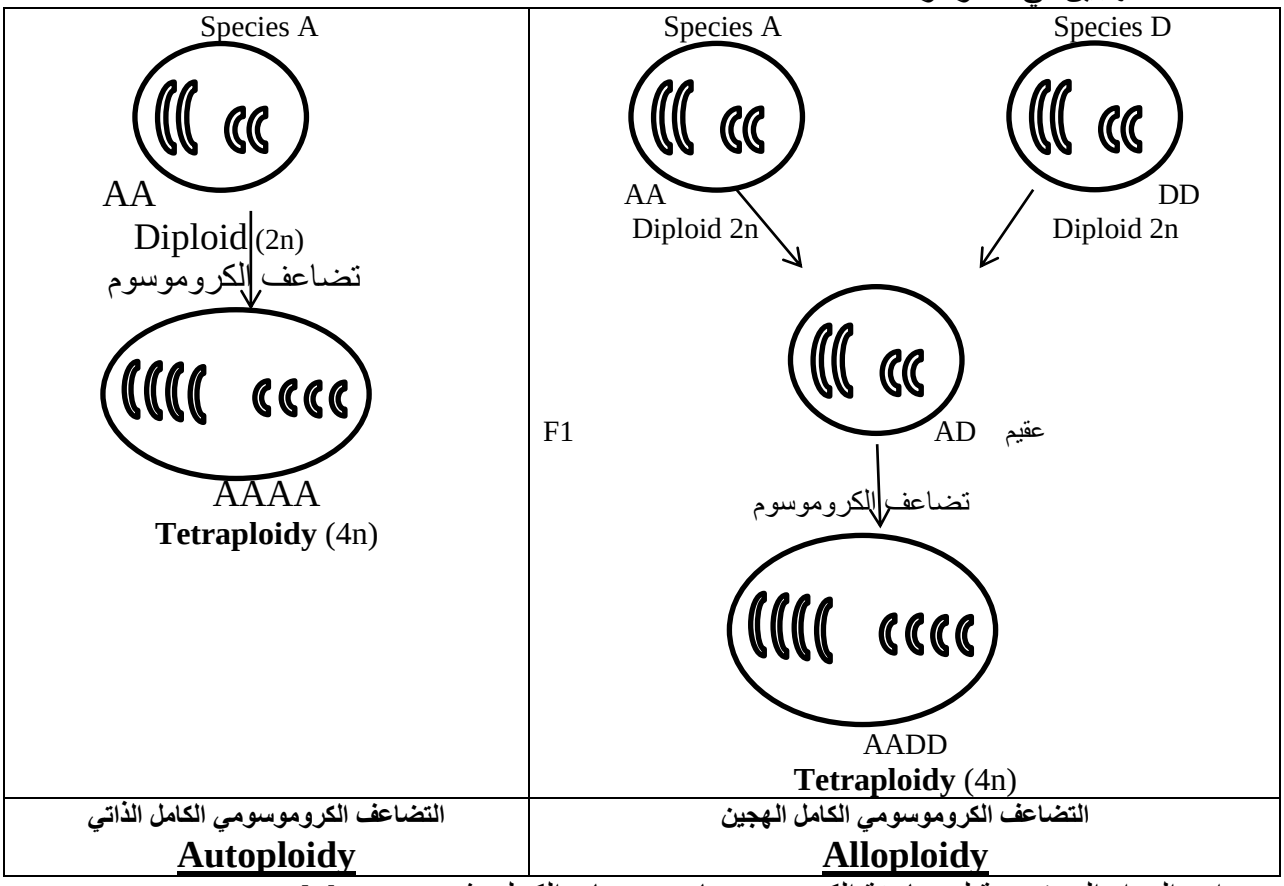
يحدث تضاعف لكروموسومات نفس النوع، فالتضاعف الذاتي لفرد ثنائي مجموعته الكروموسومية (A) وتركيبه بحالته الزوجية هو (AA)، ينتج عنه أفراد تركيبها (AAAA) أي تكون رباعية التضاعف الذاتي (autotetraploids)، والكروموسومات تتشابهً. ويرجع ذلك التضاعف إلى انشقاق الكروموسومات بعد مرحلة الانقسام الاختزالي، ثم عدم حدوث انقسام للخلايا بعد ذلك لتكوين الكميتات الأحادية العادية، وعليه يصبح عدد الكروموسومات في الكميتات الناتجة مساوياً للعدد الثنائي دون أن يختزل على النصف، وهذه إذا تحدت تكون فرد جديد يحمل ضعف العدد الكروموسومي الموجود في الفرد الأصلي .

ب- التضاعف التام الهجيني أو المختلف Alloploidy

يكون الفرد المتضاعف الهجين هو فرد ناتج من تهجين نوعين أو أكثر، وتحتوي نواة الخلية فيه على أكثر من نسخة من كل من جينومات الآباء الداخلة في التهجين. وينتج هذا التضاعف في الطبيعة بإحدى طريقتين:

١- تهجين بين نوع ثنائي يحتوي جينوم A ونوع آخر فيه جينوم B، فالنسل يحمل الجينوم الخاص بكل منها، وتركيبه AB، والتركيب غالباً عقيم لفشل مجموعتي الكروموسومات في التزاوج أثناء الانقسام الاختزالي

٢- إذا حدث اتحاد بين كميتتين غير مختزلتين (2n) من نوعين ثنائيين مختلفين يؤدي ذلك إلى إنتاج مثل هذا التضاعف الهجين في خطوة واحدة.



التضاعف الكروموسومي الكامل الذاتي	التضاعف الكروموسومي الكامل الهجين
Autoploidy	**Alloploidy**

من اهم المواد المستخدمة لمضاعفة الكروموسومات هي مادة الكولسيشين colchicine

٢) التضاعف الكروموسومي غير الكامل Aneuploidy:يتضمن زياده او نقص كروموسوم واحد أو اكثر لكن التغير لايشمل المجموعه الكروموسوميه الكامله، هي نتيجة أخطاء بالانقسام الميتوزي والميوزي، وتلخص:

حالات النقص		حالات الزيادة	
monosomic نقص كروموسوم واحد فقط (1 – 2n)	AA BB C	trisomic زيادة كروموسوم (1 + 2n)	AA BB CCC
double Monosomic نقص كروموسومين مختلفين (1–1–2n)	AA B. C.	Doubltrisomic زيادة كروموسومين مختلفين (1+1+2n)	AA BBB CCC
nullisomic نقص زوج من الكروموسومات كاملاً (2 – 2n) .	AABB ..	tetrasomic زيادة كروموسومين من نوع واحد (2 + 2n) .	AA BB CCCC
		(2n + 3) Pentasomic	AA BB CCCCC

mono-trisomic نقص كروموسوم معين وزيادة آخر (1–1+2n)

طرق تربية المحاصيل :

ان عمل المربي هو تربية أصناف أفضل لذلك سوف نبحث في الطرق التي يمكن بواسطتها تكوين أصناف جديدة من نباتات المحاصيل .

- **قبل البدء في بحث هذه الطرق سنجيب على الأسئلة التالية:**

ما هو الصنف ؟ الأقلمة ؟ الأهمية الوراثية لطريقة التلقيح ؟

الصنف variety : واحياناً يسمى cultivar : مجموعة من النباتات المتجانسة (في المظهر الخارجي والوراثي) تكون صفاتها مميزة وثابتة والتميز ان نباتات الصنف يمكن تميزها عن غيرها بصفة واحدة على الاقل – اواكثر – من الصفات الاخرى التي يمكن التعرف عليها.

تعريف الصنف: Variety هو مجموعة من النباتات المتشابهة في الصفات الوراثية والتي يمكن تمييزها بصفاتها المورفولوجية عن مجموعة اخرى من النباتات (صنف آخر).

بصفة واحدة وراثية اساسية مميزة على الاقل فمثلاً حنطة الخبز *Triticum aestiuum* تحتوي على عدة اصناف المعروف منها في العراق العجيبة ، مكسيباك وغيرها يميز كل صنف عن الاخر بواسطة صفات وراثية معينة مثل وجود او دون السفا Awned or awnless لون القنابع Glume color وجود الزغب على القنابع او انعدامه Pulescent VS. Glabrous لون الحبوب Grain seed color درجة صلابة الحبوب Hard، Midhard، Soft القابلية الانتاجية Yield capacity النوعية Bread Quality، مقاومة للرقاد Lodging Resistancees، مقاومة للأمراض Disease Resistance والتبكير في النضج Earliness in Maturity وغيرها من الصفات الحقلية والمختبرية الأخرى المميزة.

- **التركيب الوراثي Genotype:** إصطلاح يطلق على نباتات ذاتية و خلطية التلقيح .
- **السلالة النقية Pure line** نسل نتج من التلقيح الذاتي لـ٥-٦ أجيال، يمتاز بنقاوة عالية (تسمية المحاصيل ذاتية التلقيح)
- **السلالات غير النقية Inbreed line** النسل الناتج من التلقيح الذاتي لـ٥-٦ أجيال، يمتاز بنقاوة عالية (تسمية المحاصيل خلطية التلقيح)
- **الاقلمة Acclimatization:** هي قابلية الصنف او السلالة على الانتاج العالي في ظروف مناخية جديدة .
- **التكيف Adaptation** فهو قدرة الصنف على الانتاج العالي في ظروف بيئة جديدة New Enviroment

الأهمية الوراثية لطريقة التلقيح ؟

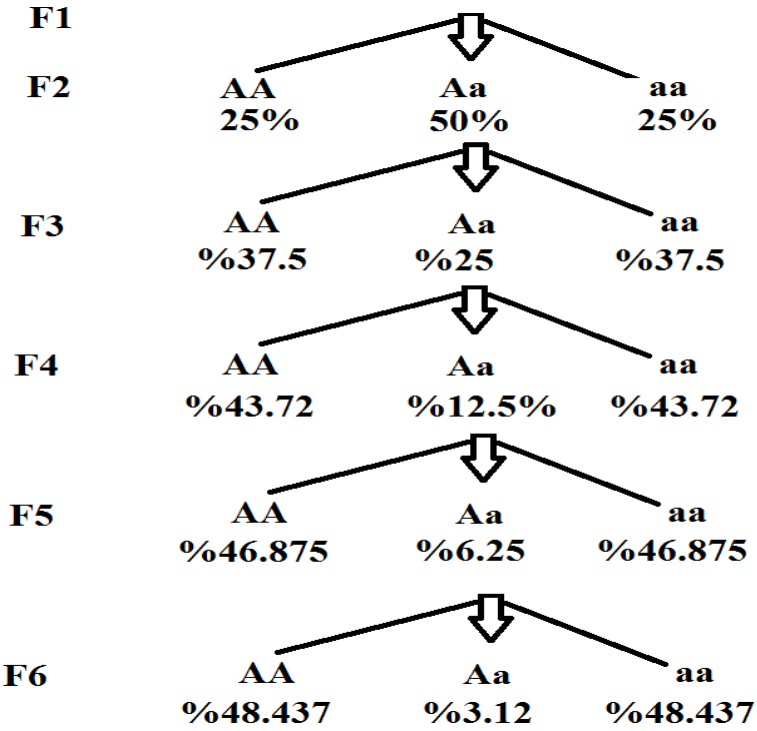
يودي التلقيح الذاتي المستمر الى ان تصبح جميع النباتات اصيلة homozygous في جميع عواملها الوراثية وتقل درجة الاصالة الوراثية عن ١٠٠%

١) اذا حدثت بالعشيرة نسبة من التلقيح الخلطي.
٢) الخلط الميكانيكي للبذور مع الأصناف الأخرى .
٣) الطفرات .

ان هذا الهدف قد عمل على أساس

(أ) ان الجينات المزدوجة النقية AA أو aa سوف تبقى نقية عند التلقيح الذاتي
(ب) الجينات المزدوجة غير النقية تنعزل مكونة تركيب وراثي نقي وتركيب وراثي غير نقي بنسبة متساوية .

ففي المحاصيل الذاتي التلقيح تختزل عدم النقاوة الى النصف في كل جيل من أجيال التلقيح الذاتي المتعاقب



ويمكن حساب نسبة النباتات الاصيلة او الخلطية في أي جيل من اجيال التلقيح الذاتي المستمر لنبات خليط في عدد من العوامل الوراثية (n) باستعمال المعادلة الاتية :-

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

حيث ان : H = نسبة الافراد الاصيلة في أي جيل من اجيال التلقيح الذاتي
m = عدد الاجيال الانعزالية
n = عدد ازواج العوامل الوراثية المستقلة.

مثال : اذا اختلف ابوان في ٣ ازواج من الجينات وكان احدهما (AABBCC) ، والاخر (aabbcc) فيكون الجيل الاول الهجين (AaBbCc) ، وبعد خمسة اجيال من التربية الذاتية المستمرة لنباتات الجيل الاول ، تكون نسبة الافراد الاصيلة في التركيب الوراثي :-

$$H = \left[\frac{2^m - 1}{2^m}\right]^n * 100 = \left[\frac{2^5 - 1}{2^5}\right]^3 * 100 = 91\%$$

ان التربية الداخلية تؤدي الى تحويل افراد أي مجموعة الى الحالة الاصيلة بغض النظر عن عدد ازواج العوامل الوراثية على فرض انها متساوية من ناحية الخصوبة وان العوامل الوراثية مستقلة .

مصادر الأصناف في محاصيل ذاتية التلقيح ؟

١. مزيج من النباتات أو نبات واحد منتخب من المادة الوراثية المدخلة .
٢. مزيج من النباتات أو نبات واحد منتخب من العشيرة المحلية .
٣. نبات واحد منتخب من العشيرة الهجينة.
٤. مركب من عدة خطوط نقية منتخبة من العشيرة الهجينة.

التربية الخارجية Out breeding :

وهو اصلاح يطلق عند التزاوج بين افراد نباتية تقل بينها درجة القرابة عن متوسط درجة القرابة للعشيرة النباتية التي تنتمي اليها هذه الافراد.

التربية الداخلية او الذاتية : Inbreeding

وهي عبارة عن التزاوج الذاتي بين افراد نباتية تربطها صلة قرابة من حيث تركيبها الوراثي. ويعد التلقيح الذاتي اشد درجات التربية الداخلية في النباتات، وتخف شدة التربية الداخلية تدريجيا باجراء التلقيح الذاتي بين نباتين من نفس السلالة بدلا من ان يلقح النبات نفسه، وكذلك بين سلالتين يشتركان في احد الاباء او الاجداد .....الخ .

اهداف التربية الذاتية في محاصيل خلطية التلقيح :

١- الحصول على سلالات نقية لايتغير تركيبها الوراثي عند اكثارها ذاتيا في محاصيل خلطية التلقيح .
٢- زيادة التغايرات الوراثية بين افراد العشيرة النباتية (اي السلالات المتكونة) مما يزيد من كفاءة عملية الانتخاب.
٣- خفض عدد الجينات المسئولة عن الصفات غير المرغوبة .
٤- الحصول على اصناف جديدة من الخضر وخصوصا خضرية التكاثر.

تاثير التربية الذاتية على النباتات خلطية التلقيح :

يؤي التلقيح المستمر الى تحويل افراد اية مجموعة نباتية خلطية التلقيح الى حالة الاصالة 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 متشابهة وراثيا (اي نباتاتها تكون متشابهة وراثيا) وتكون كل سلالة متجانسة وراثيا ومظهريا .

تاثير 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 مخفضة للحيوية، ومثال على ذالك تدهور نباتات الخضرالتابعة للعائلة الصليبية بشدة نتيجة التربية الذاتية وكذلك نبات الكراث الذي يصل النقص في قوة النمو فيه الى ٣٥% بعد جيل واحد من التلقيح الذاتي. ومع ذلك هناك بعض المحاصيل تتحمل التربية الذاتية مثل البصل العادي، ولا توجد اي مشاكلة في اكثار السلالات المرباة تربية ذاتية. ويمكن حساب 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 الثا

مثال : كان انتاج الجيل الاول من صنف طماطة ١٠ كغم /نبات اما في الجيل الثاني فكان الانتاج للنبات الواحد ٦ كغم ،ما مقدار التدهور الوراثي بين الجيلين ؟

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

تاثير التربية الداخلية (الذاتية) على التركيب الوراثي :

تؤدي التربية الذاتية في المحاصيل خلطية التلقيح الى انعزال سلالات اصلية وراثيا تسمى بالسلالات النقية المرباة داخليا (Inbreed lines) . والفرق بين هذه السلالات و الخطوط النقية الـ (pure line) هو ان الخطوط النقية تنشأ نتيجة للتلقيح الذاتي الطبيعي في النبات ذاتية التلقيح، اما السلالات النقية المرياة داخليا فتنشأ نتيجة للتلقيح الذاتي الاجباري (الاصطناعي) في النباتات خلطية التلقيح. وان كلا النوعين من السلالات يصل الى درجة عالية من النقاوة الوراثية(الاصالة) ايHomozygosity والتجانس الوراثي Homogenity

- **وفيما يلي مثال يبين كيفية الحصول على السلالات الاصلية بالتلقيح الذاتي المستمر :**
- **ليكن لدينا نبات تركيبة الوراثي Aa اي خليط لزوج واحد من الجينات .**
-
- **تلقيح ذاتي لـ Aa : S_0 الجيل رقم صفر(غير انعزالي)**
- **فينتج :**
- **aa : Aa : AA S_1 الجيل الانعزالي الاول**
- **1 : 2 : 1**
- **3 : 2 : 3 S_2 الجيل الانعزالي الثاني**
- **7 : 2 : 7 S_3 الجيل الانعزالي الثالث**
- **15 : 2 : 15 S_4 الجيل الانعزالي الرابع**
- **ويمكن معرفة نسب التراكيب الوراثية الثلاثة لاي جيل من الاجيال الانعزالية اي اجيال التلقيح الذاتي من المعادلة التالية :**
- $AA : Aa : aa = (2^m - 1) : 2 : (2^m - 1)$
- **حيث ان m رقم الجيل الانعزالي المطلوب .**

انتاج السلالات المرباة داخليا (ذاتيا) في نباتات خلطية التلقيح

على الرغم من امكانية انتاج الصنف الهجين في نباتات خلطية التلقيح من تضريب صنفين محسنين، لكن غالبا ما يتم استخدام السلالات المراباة داخليا Inbreed lines كاباء لهذه الهجن.

في البداية ننتخب النباتات التي ستدخل في برنامج التربية الداخلية، ثم تجرى عليها التربية الذاتية وذلك بالتلقيح الذاتي الإجباري على مدى ٥ – ٧ اجيال للتخلص من الاختلافات البسيطة التي قد تظهر بين نباتات السلالة الواحدة. وتتم المحافظة على السلالات بجمع حبوب لقاح كل سلالة على حد واستعمالها في تلقيح 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 بالبعض الاخر .

القدرة على التآلف بين السلالات :

تتوقف قوة الهجينHybrid vigor لهجن الجيل الاول على مدى قدرة السلالات الداخلة في التهجين (الاباء) على التآلف فيما بينها Combining ability inbreed، فكلما كانت السلالات اكثر تآلفا 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

اكثر من تآلفا السلالتين :

aa Bb CC DD و AA BB GG dd

هذا 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 (٥) 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 تركيبي اوهجين زوجي. وتنتج الهجن بين السلالات والصنف الاختباري بما يسمى بالتلقيح القمي Top Cross وهو ان نلقح السلالات جميعها بالصنف الاختباري ثم ناخذ حاصل هجين كل سلالة على حدة ونختار افضل السلالات التي اعطت هجينا اعلى انتاجا ونستبعد السلالات الضعيفة. والمتفق عليه بين العلماء يتم استبعاد ٥٠% من السلالات الضعيفة اثناء الاختبار وتحديد القدرة العامة على التآلف. وعليه نختار افضل الهجن الناتجة من التلقيح القمي، وتحديد ابائها (السلالات الداخلة في التهجين) باعتبارها افضل السلالات التي يمكن ادخالها في عملية التربية والتحسين .

ثالثا : القدرة الخاصة غلى 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 التآلف في الهجن الفردية باجراء الاختبار القمي اولا لاستبعاد ٥٠% من السلالات الرديئة وهي التي تكون الاقل في قدرتها العامة على التآلف. ثم تجرى التهجينات بين السلالات المنتخبة المتبقية وبكافة الاحتمالات الممكنة لتحديد افضل الهجن الفردية لكل سلالة.

ونستعمل الان معادلات خاصة معقدة لقياس قابليتي التآلف الخاصة والعامة، وربما يكون (Spraque and Tatum 1942) اول من استعملا هذه المعادلات الاحصائية، وهي تدرس في الدراسات العليا .

طرق تربية المحاصيل ذاتية التلقيح Methods of Breeding Self-Pollinated

أولاً – الاستيراد او الادخال Introduction

ثانياً- الانتخاب Selection

- **الانتخاب الاجمالي Mass Selection**
- **انتخاب السلالة النقية (الانتخاب الفردي) Pure-Line Selection**

ثالثاً - التهجين Hybridization

- **طريقة تسجيل النسب Pedigree method**
- **طريقة التجميع Bulk method**

رابعاً - التهجين الرجعي Backcross method

أولاً – الاستيراد او الادخال Introduction

تعد هذه الطريقة من الطرق المهمة التي استخدمها الانسان القديم وحتى الوقت الحاضر فلو عدنا الى الوراء قليلا لراينا كيف ان النباتات انتقلت من العالم الجديد(امريكا) الى العالم القديم (اوربا واسيا وافريقيا)مثل الذرة الصفراء والتبغ والطاطا وبالعكس انتقلت نباتات اخرى عن طريق المهاجرين الى أميركا مثل الحنطة والشوفان وفول الصويا والجت والرز .ومن الأمثلة على الاستيراد تم ادخال الحنطة المكسيكية في العراق واجري عليها تجارب حقلية ومختبرية وتم مقارنتها ببقية الاصناف المحلية وثبت ملائمتها للظروف البيئية للعراق ويعتبر الصنف .مكسيباك من احسن الاصناف المدخلة .

اهم الخطوات الاساسية لطريقة الاستيراد .

١- يفضل استيراد المادة الوراثية (بذور او عقل او شتلات) من دول العالم او مناطق لها مناخ مشابه او مقارب الى ظروف البلد حيث ان هذه العملية ستسهل أقلمة هذه النباتات المستوردة .
٢- يتم الاستيراد رسمياً من الجهات المختصة في الدول الحاوية على المادة الوراثية .
٣- تفحص المادة قبل دخولها للبلد من قبل سلطات الحجرالزراعي ويسمح بادخالها اذا وجدت مطابقة للشروط المتفق عليها عند استيرادها والتأكد من خلوها من الامراض او أي افة زراعية .
٤- تقوم معاهد البحوث والتجارب الزراعية بزراعة المواد الوراثية المستوردة لغرض معرفة مدى اقلمتها للبيئة الجديدة المزروعة فيها واختبارها حقلياً ومختبرياً ويتم ذلك عن طريق .
أ- تنظم سجل مبيناً فيه تاريخ ومصدر المادة الوراثية .
ب- زراعة هذه المواد الوراثية وملاحظة الصفات الرئيسية وادخالها في تجارب مقارنة حقلية لدراسة حاصلها وبعد نجاحها يتم اكثارها .

ويمكن 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 ولايطرأ اي تغيير على تركيبها الوراثي.

ب - الاقلمة : Adaptation:هي عملية نقل النباتات 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 تغيّر كبير على تركيبها الوراثي وذلك بأتجاه التكيف مع الظروف الجديدة وبالتالي تظهر صفات جديدة نتيجة للاختلافات البيئيـــــــــــــة Ecological Variation . ولاتظهر هذه الصفات عند اعادة النباتات الى المنطقة التي نقلت منها .

ثانياً- الانتخاب Selection

- **الانتخاب الاجمالي Mass Selection** تتضمن الخطوات الآتية :

السنة الأولى -- اختيار النباتات المتماثلة في الشكل الظاهري. حصاد البذور وخلطها.
السنة الثانية – تنمى في تجارب أولية لاختبار الحاصل وتقارن مع المقارنة وخاصة للصفة المراد تحسينها.
الثالثة إلى السنة السادسة – تجارب الاصناف الواعدة اختبار الحاصل والمقارنة مع الأصناف المحلية.
السنة السابعة – إكثار البذور للتوزيع.

وفى طريقة الانتخاب الاجمالى هناك نقطتا ضعف اساسيتان هما

١- نظرا لصعوبة تميز النباتات الاصيلة فى تركيبها الوراثى عن الخلطية خصوصا فى حالات السياده التامة او التفوق فأن التراكيب الخليطة سوف تنعزل فى الاجيال التالية الامر الذى يقلل من سرعة الانتخاب ويجعلة ياذخد وقتا اطول حيث سيستدعى الانعزال اعاده الانتخاب مره اخرى ثم اكثار الطرز المنتخبة لعدد من الاجيال المتعاقبة حتى ان تثبت تلك الصفات المرغوبة فى الصنف ويصل الى حالة متجانسة نسبيا قبل ان توزع على الزراع.
٢- نظرا لان هذه الطريقة لاتعتمد على اختبار نسل Progeny test كل نبات منتخب فانة يتعذر على المربى لمعرفة ما اذا كان النباتات الممتازه التى انتخبها على اساس شكلها الظاهري Photo type امتازت عن غيرها نتيجة تركيبها الوراثى او لتأثرها بعوامل البيئة.

انتخاب السلالة النقية (الانتخاب الفردي) Pure Line Selection

- السنة الأولى .... انتخاب ٢٠٠ – ١٠٠٠ نبات من مجموعة مختلطة (صنف قديم أو نباتات أجيال منعزلة)
- السنة الثانية .... زراعة كل نبات في سطر وتحصد وتخلط بذور نباتات كل سطر ، لتصبح سلالة .
- السنة الثالثة .... زراعة السلالة في ألواح ومكررات لغرض ملاحظتها وحصاد الممتازة .

- السنة الرابعة الى السابعة ... استمرار اختبار الحاصل .
- السنة الثامنة .. انتخاب أفضل الضروب للتوزيع والابتداء في تكثير البذور بصورة مبدئية .

ثالثا - التهجين Hybridization

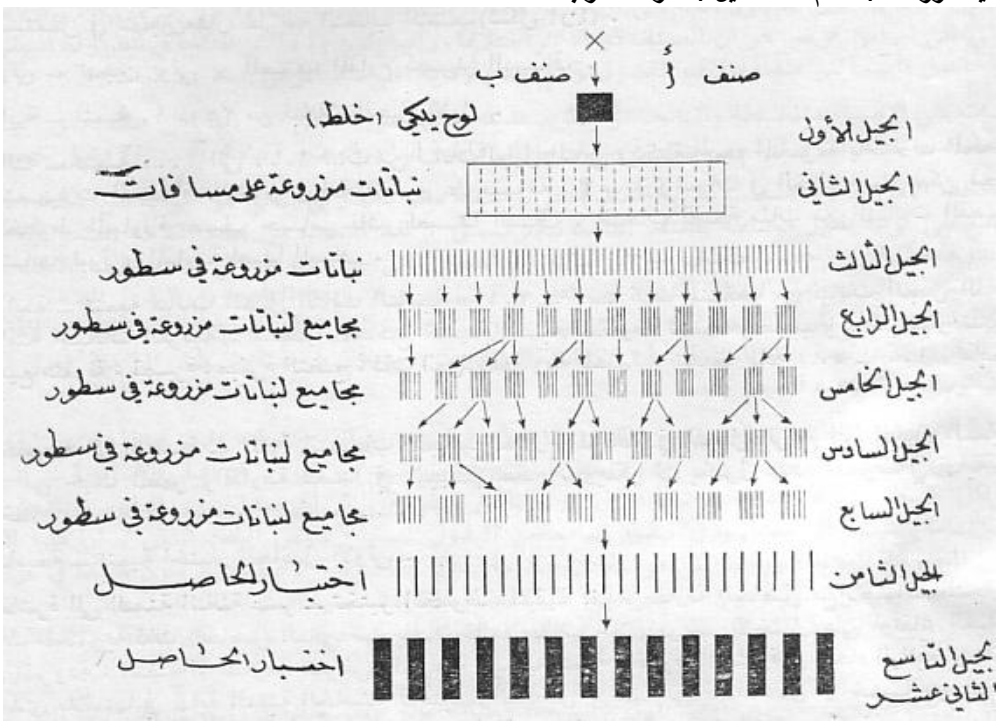
هو الطريقة التي يتم بها انتاج محصول جديد او صنف جديد او جمع عدد من الصفات المرغوبة في صنف واحد والتي كانت موجودة في صنفين او محصولين او اكثر وقد تتم التهجينات بين الاصناف او الانواع التي تعودالى نفس الجنس او التهجين بين الاجناس ويمكن الاستفادة من التهجين في استغلال ظاهرة قوة الهجين وكذلك اختيار خطوط نقية أبوية تعطي في الأجيال المتقدمة لتهجيناتها انعزالات وراثية مرغوبة يمكن الانتخاب منها في الأجيال الانعزالية لزيادة الحاصل .

تتم عملية التهجين في الحنطة يدويا بين الأصناف وذلك مع بدء الأزهار خلال شهري شباط واذار وذلك بانتخاب السنابل التي يتوقع تفتحها بعد يوم أو يومين ويتم رفع السنيبلات الموجودة في الربع الأسفل والاعلى من السنبلة ثم ترفع الزهيرات الوسطية العقيمة في كل سنيبلة وتبقى اثنان إلى ثلاث زهيرات جانبية خصبة. يتم قرط السفا مع قمم القنابع والاتبة والعصيفة باستخدام المقص لتسهيل عملية ازالة الأسدية ثم يتم ازالة كافة الأسدية (على ان يكون لون المتك أخضر) وعددها ثلاثة في كل زهيرة والتأكد من عدم بقاء حبوب اللقاح باستعمال العدسات المكبرة.ثم يتم تغطية السنبلة بكيس أبيض نوع كلاسين وتجرى عملية التلقيح في اليوم التالي أو اليوم الذي يليه وذلك بأخذ سنبلة الأب وقرط قمم السنيبلات (على ان يكون لون المتك أصفر) ويتم تحريك هذه السنبلة على سنبلة الأم وتركها عدة أيام ملتصقة معها وتغليفهما سوية وتوضع عليها المعلومات الآتية: النبات الأم و النبات الأب وتاريخ التلقيح وتاريخ الخصي واسم القائم بعملية التلقيح على ان يتم رفع سنبلة الأب بعد مرور عدة أيام لاتمام عملية التلقيح. يتم إجراء عملية تعقيم للملقط والمقص باستعمال الكحول قبل الانتقال من سنبلة إلى أخرى.

<u>طرق التهجين في المحاصيل الذاتية التلقيح:</u>

١- انتخاب النسب Pedigree Selection

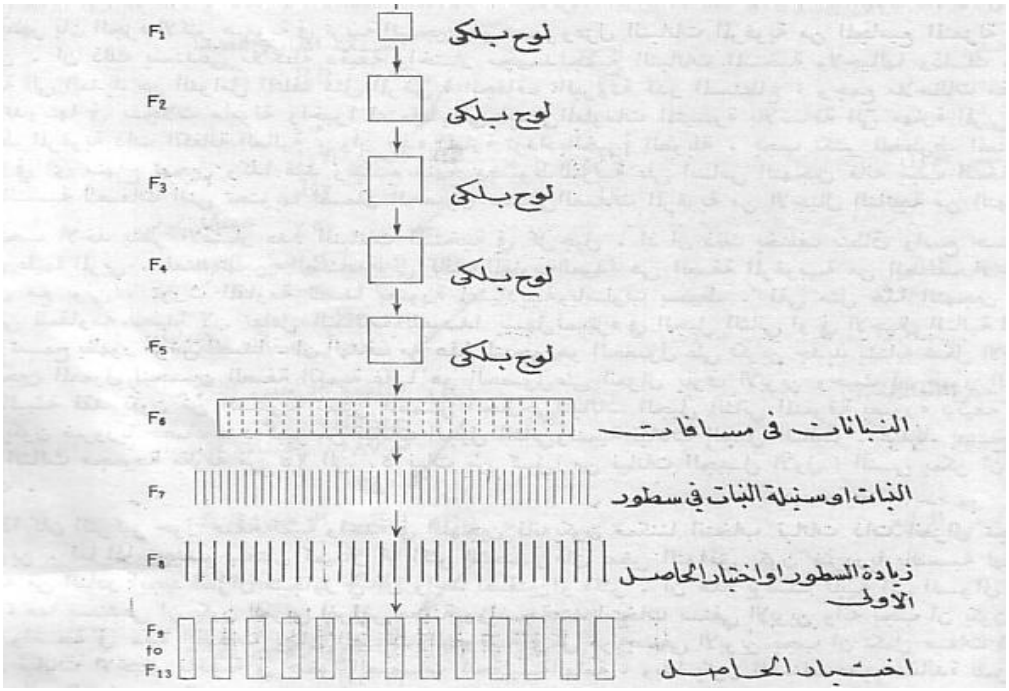
- تهجين بين صنفين متباعدين وراثيا لإنتاج F1
- تزرع بذور F1 لإنتاج بذور F2 وبدون انتخاب
- تزرع بذور F2 ويتم انتخاب أفضل النباتات وتحصد بذور كل نبات منفرد على حدة
- تزرع بذور F3 وبطريقة نبات خط Plant to row وانتخاب الخطوط الجيدة
- تزرع بذور كل خط ناتجة في خطوط ومكررات مع اصناف المقارنة واستبعاد اي نبات غير جيد من اي خط
- ادخال العوائل المنتخبة في تجارب مقارنة مع الصنف المحلي لتحديد المتفوق لاعتمادها والتسجيل والاكثار



الانتخاب التجميعيBulk Silection

١- تهجين بين صنفين متباعدين وراثيا لا نتاجF1 وتحصد بذوره
٢- تزرع بذور F1 لإنتاج F2 وهكذا نستمر لغاية الجيل السادسF6 لتكتمل الانعزالات المتوقعة وتنتخب افضل التباتات بحسب الصفة او الصفات المرغوبة
٣- تخلط بذور كل النباتات المتماثلة مظهريا وبذلك يمكن الحصول على عدة خطوط وراثية وتكون اصناف لاحقا في نهاية الموسم
٤- ادخال التراكيب الوراثية الجديدة في تجارب مقارنة حقلية مع الاصناف الاصلية وصنف المقارنة وثم تسجيل واعتماد والاطلاق

صنف أ × ب

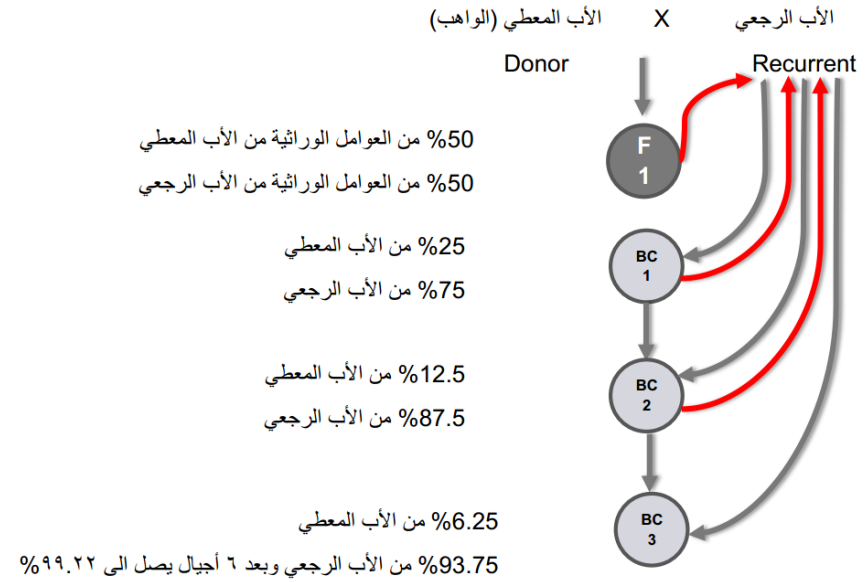


مقارنة بين الانتخاب بالنسب والتجميعي

النسب	التجميعي
الانتخاب على نباتات فردية	يستند الانتخاب الى خلط بذور النباتات المنتخبة
يحتاج موسم اقل لانجازه	يحتاج عدة مواسم
يحتاج مسك سجلات للمعلومات الوراثية	لا يحتاج مسك تلك السجلات
يغطي معلومات مفصلة عن الصف	المعلومات محدودة

رابعا - الانتخاب بالتهجين الرجعي .Back S

يشترط في هذا التضريب وجود صنفين في الاقل احدهما جيد الحاصل لكنة يفتقر مثلا لصفة المقاومة لمرض معين والصنف الثاني يملك صفة المقاومة لكن حاصلة رديء فيسمى الاب الاول بالاب التكراري Recurent parent (R.P) اما الصنف المقاوم فيسمى بالاب الواهب Donor parent (D.P) ويختلف العمل هل كون الصفة سائدة ام متنحية



تحسين حنطة الخبز بانتخاب السلالة النقية

يقصد بالسلالة النقية النسل المنحدر من التلقيح الذاتي لنبات مفرد أصيل . يكون الصنف المستنبط عن طريق انتخاب السلالة النقية أكثر تجانساً من الصنف المستنبط عن طريق الانتخاب الأجمالي وذلك لأن جميع النباتات ذات تركيب وراثي واحد على افتراض أن النبات الأصلي نقي في جميع مواقعهِ الجينية . يعتمد نجاح انتخاب السلالة النقية على التغايرات الوراثية في المجتمع الأصلي والخاضع للانتخاب حيث أنه بزيادة التغايرات الوراثية يزداد ضمان نجاح الانتخاب .تتلخص طريقة انتخاب الخط النقي بانتخاب مجموعة نباتات او سنابل وزراعة كل نبات او سنبلة في خط وتكثيرها ومقارنتها مع الاصناف القياسية.

أن نسبة التوريث عامل محدد أخر لنجاح انتخاب السلالة النقية حيث أن بزيادة نسبة التوريث للصفة التي تحت الانتخاب يزداد ضمان نجاح الانتخاب

طرائق تربية المحاصيل خلطية التلقيح

١. **الاستيراد والاقلمة Introduction and Acclimatization**
٢. **الأنتخابSelection**
٣. **الاصناف التركيبيةSynthetic varieties**
٤. **انتاج الهجنproductionHybrid**

من خلال دراسة التركيب الوراثي للمحاصيل خلطيةالتلقيح ثبت ان نباتات هذه المحاصيل كلها او وان لكل نبات تركيب وراثي يختلف عن باقي Heterozygous غالبيتها العظمى خليطة التركيب الوراثي النباتات أي ان النباتات غير متجانسة التركيب الوراثي ، لذا فان التلقيح الخلطي يؤدي الى ما يلي :

١. عدم التجانس الوراثي Heterogeneity أي ان التراكيب الوراثية تكون متعددة ومتباينة بعكس النباتات الذاتية التلقيح التي تتكون من تركيب وراثي واحد اوعدد محدود من التراكيب الوراثية الاصيلة.
٢. عدم التماثل الوراثيHeterozygosity أي ان التراكيب الوراثية تكون غير متماثلة كما يوجد تباين وراثي بين افراد الصنف الواحد لذلك يوصف الصنف بانه خليط وغير متماثل وراثيا .وفيما يلي توضيح لطرائق تربية المحاصيل خلطية التلقيح:

اولاً:- الاستيراد والاقلمة Introduction and Acclimatization

يطلق علي عملية جلب النباتات من منطقة الي اخري ذات ظروف بيئية مختلفة استيراد النبات كما يطلق علي عملية اخضاع النباتات وتوافقها مع الظروف البيئية الجديدة بالاقلمة Acclimatization .

أهداف الاستيراد

١- اقلمة او توطين او ادخال انواع جديدة من النباتات الي منطقة لم تكن منزرعة بها من قبل بقصد زراعتها في المنطقة الجديدة لاستعمال نواتجها كغذاء انساني او حيواني او في الصناعة كما حدث في ادخال بنجر السكر وفول الصويا وفول المانج في مصر. وتتوقف سهولة او صعوبة اقلمة الصنف او النوع المستورد علي العوامل البيئية الجديدة التي نقل اليها علي عدة عوامل اهمها ما يلي:
- نوع التلقيح في المحصول ومدي وفرة التصنيفات الوراثية بة.
- دورة حياة المحصول
- معدل حدوث الطفرات
- نوع التفاعل بين التراكيب الوراثية والبيئية الجديدة.

٢- استيراد اصناف جديدة كبديل لعمليات استنباط اصناف جديدة ثم زراعتها مباشرة دون اجراء اي انتخاب او تهجين فيها بغرض اكثارها وتوزيعها مباشرة علي المزارعين. وهذا هو السبب الذي يجعل الكثير من المربين لا يعتبرون عملية الاستيراد طريقة من طرق التربية بمعناها الدقيق باعتبار ان عملية التربية هي فن وعلم تغير النباتات من الناحية الوراثية وهو الامر الذي لا يحدث في الاستيراد.
٣- استيراد اصول وراثية من مواطن نشوئها او من اقطار اخري بهدف استعمالها في برامج التربية كمصدر لاضافة صفة جديدة او اكثر تنقصها الاصناف المحلية.

ثانياً : الأنتخابSelection

تعد المحاصيل الخلطية التلقيح غير نقية وراثيا وبالتالي فان الجينات غير المرغوب فيها لا يظهر تأثيرها بسهولة ولكن عند اجراء تلقيح ذاتي في التربية الداخلية فان هذه الجينات سيظهر تأثيرها تلقائيا الامر ولذلك فان أي Inbreeding depression الذي يؤدي الى حصول تدهور وراثي نتيجة التربية الداخلية برنامج تربية في النباتات الخلطية التلقيح يجب ان يحافظ على مستوى معين من الخلط الوراثي ومن هنا نلاحظ ان تربية المحاصيل الخلطية التلقيح اكثر تعقيدا مما هو عليه الحال في الذاتية التلقيح بسبب ضرورة الاحتفاظ بدرجة معينة من حالة عدم التجانس الوراثي وذلك لمنع التدهور الوراثي بسبب التربية الداخلية .لذا نادرا ما تستعمل طريقة انتخاب النباتات الفردية لان التلقيح الخلطي وما يعقبه من تغايرات وراثية في صفات النباتات

نتيجة الانعزالات يحول دون الحصول على صفات الاب المنتخب في نسله ، لذا فان طريقة الانتخاب الاجمالي تعتبر اكثر استعمالا من انتخاب النباتات الفردية.

١. الانتخاب الاجماليMass Selection

هو احدى طرق الانتخاب حيث تنتخب نباتات ذات صفات مرغوبة ثم خلط بذورها وزراعتها في الموسم التالي ولعدة سنوات ويعتمد على الشكل الظاهري ولا يصحبها أي تحكم في تلقيح النباتات وتتميز طريقة الانتخاب الاجمالي بسهولة اجرائها وسرعة انتاج اصناف جديدة لان الصنف الجديد لايختلف كثيرا عن الصنف المراد تحسينه عند توافق الظروف البيئية لذلك فان المدة اللازمة لانتخاب الصنف الجديد تكون قصيرة.

٢. انتخاب الذرية(النسل) Progeny selection

استعملت هذه الطريقة مع المحاصيل التي يمكن تنمية نباتاتها فرديا وحصادها وتقدير حاصلها مثل البنجر السكري والقطن ، وهي اكثر صعوبة في بعض المحاصيل مثل البقوليات التي تنمو بغزارة بحيث يصعب فصل نباتاتها الفردية وبذلك صعوبة اجراء الانتخاب الفردي. تنتخب النباتات الجيدة وتلقح ذاتيا للمحافظة على النقاوة الوراثية ويطلق على هذه الطريقة من وفي هذه الطريقة تزرع بذور كل نبات في خط Plant to row الانتخاب احيانا بانتخاب نبات في خط مستقل وبما ان التلقيح الذاتي للنباتات الخلطية التلقيح وما يعرف بالتربية الداخلية يميل الى تثبيت الصفات في خط نقي مما يؤدي الى النقاوة الوراثية في النباتات المنتجة ولكن يصحب ذلك تدهور وراثي في صفاتها وقوة نموها مما يؤثر سلبا على الانتاجية ، لذا فان اصناف المحاصيل الخلطية التلقيح نادرا ما تربى من النبات الفردي لان التربية الداخلية تؤدي الى اختزال الغزارة وان الطريقة الاكثر شيوعا هو خلط مجموعة من نباتات الخط المتشابهة في المظهر الخارجي ثم تزرع كل مجموعة من هذه الخطوط المتشابهة منعزلة مع السماح بالتلقيح الخلطي بين نباتات المجموعة .ان هذ ه الوسيلة تساعد على منع التدهور في صفات النبات نتيجة الضبط الشديد للتلقيح.

٣. الانتخاب التكراريRecurrent selection

تستعمل طريقة الانتخاب التكراري في المحاصيل خلطية التلقيح نتيجة للرغبة في تركيز الجينات لصفة كمية معينة في المجتمع عن طريق زيادة تكرار الجينات المتفوقة في المجموع الجيني او عن طريق زيادة فرصة حصول الاتحادات الجديدة وكلاهما يمكن الحصول عليه من الانتخاب التكراري. وللانتخاب التكراري عدة اشكال منها:

أ. الانتخاب التكراري البسيط Simple recurrent selection (SRE)
ب. الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد العامة (RSGCA)
Recurrent selection for general combining ability
ج. الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد الخاصة(RSSCA)
Recurrent selection for specific combining ability
د. الانتخاب التكراري المتبادل(RRS) Reciprocal recurrent selection

أ- الانتخاب التكراري البسيط SRE

تستند التقنية الاساسية للانتخاب التكرارى البسيط وهو ابسط الانظمة الاربعة كالاتي:

١- زراعة صنف مفتوح التلقيح وانتخاب نباتات جيدة منه تلقح ذاتيا، ويتم خلط الجيدة منها عند النضج .
٢- تزرع البذور الناتجة من الموسم الاول وتترك للتلقيح العشوائي في حقل معزول، ثم يتم الانتخاب مرة اخرى لافضلها وبذا تنتهي دورة الانتخاب الاولى.
٣- تزرع البذور المستحصل عليها من المرحلة (2) بعد خلطها ويتم التلقيح الذاتي لافضلها وعند النضج تخلط بذور النباتات المنتخبة.
٤- تزرع بذور الفقرة (3) في حقل معزول وتترك للتلقيح العشوائي ، والبذور المستحصل عليها هي بذور دورة الانتخاب التكراري الثانية . يمكن التوقف او الاستمرار بالانتخاب حسب شدة التغايرات الوراثية الموجودة في المجتمع النباتي المنتخب .

ب. الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد العامة (RSGCA)

Recurrent selection for general combining ability

يستخدم في هذه الطريقة صنفان مفتوحا التلقيح او صنف وهجين حيث يكون الهجين أبا او اماً يلقح النباتات الجيدة من الصنف وكما يأتي:

الموسم الأول : يزرع التركيبان وننتخب النباتات الجيدة وتلقح ذاتيا S1 و نأخذ حبوب لقاح النباتات المنتخبة من الصنف والملقحة ذاتيا ونلقح بها بعض نباتات الهجين (هنا الهجين أصبح أماً)، وهنا يكون التضريب القمي Top cross على نباتات الهجين. في نهاية الموسم نحصل من كل نبات منتخب من الصنف على مجموعتين من البذور هي الناتجة من تلقيحه ذاتياً والأخرى TC التي حملها النبات الهجين .

الموسم الثاني : تزرع بذور (TCفقط بطريقة نبات – خط PTR) وتدون صفات الخطوط المفضلة والمتفوق منها في الحاصل تؤخذ بذوره لزراعتها في الموسم اللاحق

الموسم الثالث تزرع بذور النباتات المتفوقة التي تميزت فيها TC في الموسم الثاني وذلك اما بطريقة PTR ثم تضرب نباتات كل خط مع خط اخر فنحصل على عدة تراكيب للانتخاب منها في الموسم اللاحق .تخلط البذور كلها وتزرع في حقل معزول وتترك للتلقيح العشوائي فنحصل على تركيب واحد للانتخاب منه في الموسم اللاحق بيمنا في حالة PTR نحصل على عدة تراكيب.

الموسم الرابع/ تزرع البذور الناتجة من الموسم الثالث لبدء دورة انتخاب ثانية او يتوقف البرنامج حسب قناعة المربي . اذا اريد ايقاف البرنامج فلابد في الموسم الخامس من زراعة هذه البذور مع صنف المقارنة لتدوين الملاحظات الخاصة بالدراسة ، فاذا تفوق الصنف المحسن بصفة رئيسية هامة واحدة او اكثر على المجتمع الاصلي وصنف المقارنة فيمكن في هذه الحالة اكثاره لغرض التسجيل والاعتماد . كما يمكن في نفس الوقت الاستمرار بالتلقيح الذاتي على بعض نباتات S1 لانتاج S2 وS3 لاختبارها كسلالات فيما يكون التلقيح العشوائي قد اعطى بذور الصنف المحسن .

ج. الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد الخاصة(RSSCA)

تماثل هذه الطريقة الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد العامة RSGCA بإستثناء استبدال الهجين بسلالة نقية وراثيا للكشف عن قابلية الاتحاد الخاصة. ان المادة الوراثية المشخصة والمنتخبة استنادا الى التضريب بين الصنف والسلالة والاستمرار بتلقيحها ذاتيا مع **الانتخاب** كل نبات في خط لغاية S3 أوS4 على الاقل ثم نبدأ بخلط البذور عندما تتماثل مظهريا في صفاتها الحقلية .ان خلط بذور النباتات الملقحة ذاتيا والجيدة الصفات لا تضمن الحصول على سلالة نقية بسبب وجود تغايرات وراثية بين النباتات المنتخبة حتى ولو تماثلت مظهريا في المراحل الاولى . لذا يتطلب انتاج سلالة جيدة لابد من اعتماد نبات واحد فقط يلقح ذاتيا ويزرع في خط ثم ينتخب افضل نبات في الخط ونلقحه ذاتيا وناخذ الافضل لغاية S3 أوS4 او حتى تتماثل الصفات تماما، ولذلك فان برنامج انتاج سلالات جيدة يتطلب ان يكون لدينا مئات او الاف النباتات المنتخبة والملقحة ذاتيا حتى نختار منها في نهاية البرنامج بضع سلالات متميزة فقط تصلح لانتاج الهجن بعد اثبات انها ذات SCA عالية بفحصها بالسلالة المذكورة في بداية البرنامج .

د. الانتخاب التكراري المتبادل RRS) (Reciprocal recurrent selection

تعد هذه الطريقة الاكثر كفاءة من بين الطرائق الاربعة في الانتخاب التكراري ، حيث تعد الطريقة الامثل لتحسين نباتات خلطية التلقيح او انتاج تغايرات وراثية جديدة يستفاد منها بالانتخاب المباشر لوحدة او لانتاج سلالات تضرب لانتاج هجن متميزة، أي لتحسين صنفين متباعدين او مجتمعين في ان واحد كل منهما يكون فاحص Tester للاخر بشرط ان يكمل احدهما الاخر ويمكن ايجاز هذه الطريقة كالاتي:

الموسم الاول /زراعة صنفين A وB متباعدين (اصناف مفتوحة التلقيح) أي يزرع الصنف A في حقل والصنف B في حقل اخر ثم تعلم النباتات المرغوبة من كلا الصنفين ويعمل لها تلقيح ذاتي وبنفس الوقت تنقل حبوب لقاح من A إلى B حيث تعتبر B فاحص (Tester) لـ A وبنفس الوقت تنقل حبوب لقاح منB إلى A حيث تعتبر A فاحص (Tester) لـ B عند نهاية الموسم نحصل على أربع مجاميع من البذور اثنان ملقحة ذاتيا (من كل صنف) واثنان TC بين الصنفين A وB

الموسم الثاني/ زراعة بذور TC التي هي AB وBA من كل صنف منتخب (بطريقة نبات – خط) نتخب في نهاية الموسم الخطوط الجيدة (نشخصها).

الموسم الثالث/ نزرع بذور التلقيح الذاتي التي انتجت في الموسم الاول والمأخوذة من النباتات التي تميزت فيها خطوط TC في الموسم الثاني ويبقى كل مصدر وراثي منفصلا عن الثاني وتترك للتلقيح العشوائي في كل صنف على انفراد .تحصد بذور النباتات من الصنفين وتخلط بذور كل صنف بمعزل عن الاخر.

الموسم الرابع /تزرع البذور المنتجة من الموسم الثالث (من الصنفين) كل صنف في حقل لبدء دورة انتخابية جديدة أو التوقف بالاكتفاء بالصنف او الصنفين الجديدين المحسنين وكذلك تزرع بذورS1 لاستنباط السلالات وهكذا حتى ينتهي برنامج تحسين الصنفين واستنباط سلالات جديدة

((()))

ثالثا- الاصناف التركيبية Synthetic varieties

تنتج الاصناف التركيبية في النباتات خلطية التلقيح فقط ، لان الصنف التركيبي يتم تركيبه اولا من كل التهجينات الممكنة بين مجموعة من التراكيب الوراثية المتالفة (السلالات المتالفة) ثم يترك بعد ذلك للتلقيح المفتوح لاكثاره

تقسم الى فئتين هما :

أ- اصناف تركيبية جيل اول (syn 1) first generation s ynthetic cultivars .

ب- اصناف تركيبية بعد الجيل الاول advanced generation s ynthetic cultivars .

تنتج الاصناف التركيبية وفقاً لما يلي:

اختيار الاباء : غالبا ما تكون الاباء عبارة عن سلالات اصيلة ناتجة من التلقيح الذاتي الاجباري ويتراوح عددها بين ٤- ١٠ سلالات . ويشترط في هذه السلالات ان تكون على درجة عالية من التالف في جميع التهجينات الممكنة بين بعضها البعض .ويطلق على هذه السلالات تسمية المكونات الاساسية للصنف التركيبي Syn-0 .

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 الأول Syn-1.

- زراعة بذور الجيل التركيبي الاول للتقييم مع ترك النباتات الناتجة عنها للتلقيح المفتوح العشوائي لانتاج الجيل التركيبي الثاني Syn- 2
- زراعة بذور الجيل التركيبي الثاني للتقييم مع ترك النباتات الناتجة عنها للتلقيح المفتوح العشوائي لانتاج الجيل التركيبي الثالث Syn- 3 .
- زراعة بذور الجيل التركيبي الثالث للتقييم مع ترك النباتات الناتجة عنها للتلقيح المفتوح العشوائي لانتاج الجيل التركيبي الرابع Syn- 4

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

ملاحظة: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:

اختبار التلقيح القمي Top cross

تتبع طريقة انتاج الهجن القمية عند تقييم مجموعة من السلالات النقية في المحاصيل الخلطية التلقيح وتستعمل على نطاق تجريبي فقط ومن قبل مربي النبات حيث تكون السلالات او الخطوط امهات مع استعمال الفاحص Tester كأب .ويمكن ان يكون هذا الاب او الكشاف صنف تركيبي او هجين فردي، ثلاثي، زوجي وبعد اجراء التضريبات بين السلالات او الخطوط المستنبطة مع الكشافات تطبق تجربة مقارنة في الموسم الثاني لغرض تحديد السلالة النقية التي تمتاز بقابلية ائتلاف عامة عالية مع تلك الكشافات لذلك يعد انتاج الهجن القمية ومقارنتها هو اختبار اولي للقابلية الائتلافية العامة لتلك السلالات وهذا الاختبار اولي يتبعه مربي النبات لغرض تقليص برنامج عمله وتخفيض الكلفة.

مميزات الاصناف التركيبية:

أ. تعد الاصناف التركيبية البديل عن انتاج الهجن في دول العالم الثالث لارتفاع سعر الهجن ولعدم توفر الامكانات الفنية والتقنية اللازمة لانتاج البذور الهجينة.
ب. اكثر تحمل 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.
ج. يمكن استعمال نفس بذور الاصناف التركيبية الناتجة منها سنة بعد اخرى بعكس الهجن التي يجب الحصول على بذورها من جديد كل موسم.
د. الاصناف التركيبية افضل من الاصناف المفتوحة التلقيح بالنسبة للحاصل ومقاومة الاضطجاع تستجيب الاصناف التركيبية للانتخاب ، حيث اثبتت الدراسات ان هناك زيادة تراوحت بين ٣- ٢٠ % في كل دورة انتخابية تجرى لتحسين حاصل الصنف التركيبي .

عيوب الأصناف التركيبية: انتاجها أقل من الهجن الفردية.

- **Hayes وآخرون (١٩٤٤) خطوات انتاج هذه الأصناف في الذرة الصفراء حيث كانت التي اتبعوها كما يلي :**

١. اختيار مجموعة من السلالات النقية لقابلية الاتحاد بتلقيحها مع بعضها بكافة الاحتمالات واختاروا ثمانية سلالات متفوقة الحاصل في جميع لقائحها الفردية فيما بينها .
٢. أخذوا ٧٥ بذرة من كل من الهجن الفردية (٢٨ هجين فردي) وخلطوها سوية وزرعوها في ألواح معزولة .
٣. حصدوا البذور الناتجة من الهجن الفردية المذكورة بدون انتخاب لتكوين بذور الصنف التركيبي .

طرق تربية محاصيل خضرية التكاثر

Methods of Breeding Vegegatively propagated Crops

كما بينا في محاضرات سابقة بان 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 لاتتكون 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. كما ان لطبيعة العمليات الزراعية تأثير 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 لايمكن استعمالها في الزراعة للسنة القادمة، وهناك ايضا انواع من اشجار الفاكهة 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 الى ان النبات الواحد يعطي انسالا غير متشابهة، ومختلفة عن النبات الاصلي وعليه لايمكن الحفاظ على الصنف.
ان انتاج البذور لكثير من المحاصيل التي تتكاثر خضريا يكون عادة مكلف ويحتاج الى عناية خاصة لذا فانها تتكاثر بوسائل خضرية مختلفة مثل تطعيم البراعم، والعقل الساقية والجذرية والدرنات والابصال وغيرها وهذه المحاصيل تكون في العادة خلطية في تركيبها الوراثي الى حد كبير، وهذا التركيب الخلطي يبقى ثابتا ومتجانسا في المتجمع النباتي لذالك المحصول. ان الصنف الزراعي الذي يتكاثر خضرياً ويظل تركيبه الوراثي الخلطي ثابتا يسمى بالصنف الخضري او السلالة الخضرية (الكلون) clone ويمكن تعريفه انه مجموعة من النبات يمكن الحصول عليها من نبات واحد بواسطة التكاثر الحضري. او يمكن تعريفه في بعض الاحيان كصنف او مجموعة من النباتات نحصل عليها بطريقة التكاثر الخضري من نبات فردي.
ان طرائق تربية هذه المحاصيل تختلف عن طرائق تربية المحاصيل الاخرى، وتعتمد اساسا على التباين او الاختلاف الموجود بين الكلونات او على التباين بين النباتات الناتجة من تكاثر بالبذور. وهناك عدد من انواع النباتات خضرية التكاثر يمكن الحصول منها على بذور بكميات قليلة لغرض التربية وقسما منها لا يمكن ان تزهر تحت ظروف الحقل الاعتيادية.
ان التكاثر الجنسي بطبيعته يزود مربي 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 :

١- هناك الكثير من الانواع النباتات الزهرية او البذرية التي تتكاثر خضريا مثل القصب السكري والبطاطا والبطاطا الحلوة والشليك وبعض اشجار الفاكهة، ان بذور هذه النباتات يمكن ان تزود مربي النباتات بمصدر غني بالاختلافات وتستعمل في تحسين ذلك المحصول.
٢- ان الصنف في محاصيل خضرية التكاثر يدعى (كلون) وتمتاز نباتات الكلون الواحد بأنها متشابهة تماما من ناحية التركيب الوراثي (Homogenous) وكل نبات في الكلون هو خليط من ناحية التركيب الوراثي (غير متماثل وراثيا) (Heterozygous).
٣- يمكن انتاج اي تركيب وراثي في الكلون بسهولة واستقلالية وبوقت قصير وبغض النظر عن كون هذا النبات متماثل او غير متماثل وراثيا.
٤- يمكن زراعة اكثر من كلونين مختلفين مع بعضهما البعض وجنبا الى جنب وبدون الخوف من احتمال اختلاطهما وراثيا اذا اخذ بنظر الاعتبار عدم خلطهما ميكانيكيا.
٥- ان جميع الكلونات تظهر انحطاط في الغزارة والانتاجية عند ممارسة عملية التلقيح الذاتي لها، لذالك لا يوجد برنامج لتربية هذه المحاصيل يعتمد اساسا على التلقيح الذاتي.

٦- ليس من الضروري في برنامج تربية هذه المحاصيل اجراء تقيم للتركيب الوراثي Genotype ، اي ان اختبار النسل progeny test ليس ذو قيمة .

٧- 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 اتت اصلا من التهجين بين ابوين مختلفين (خليطة) وراثيا وحتى الكلونات الموجودة في الطبيعة تكون ذات تركيب وراثي غير متماثل . وعدم التماثل الوراثي اتى 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 اتت 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، وبعكسه 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 الوراثية والى الاختلافات البيئية.

ثانياً: 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 الفاكهة المحسنة مثل المنكا والبطاطا والحمضيات لم يجري تطويرها واستمرارها باستعمال 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 اتت من نبات واحد وهذا يشبه تماما الخطوط النقية او التوائم المتشابهة.
وقد يختلف الكلون عن الخطوط النقية في اعتبارين اساسيين :
أ: هو ان النباتات المكونة للخط النقي اتت نتيجة للتكاثر الجنسي وتكون متماثلة وراثياً (Homozygous) ومتشابهة من ناحية التركيب الوراثي الا في حالة حدوث الطفرات. بينما تكون نباتات الكلون خليطة 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 اكثار نبات فردي غير متماثل وراثيا بالطريقة الخضرية وهو جزء من النبات الاصلي.

اهمية الكلونات:
ان وجود حالتي عدم التماثل الوراثي والعقم في كثير ن المحاصيل يجعل الكلونات 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 فان الكلون يعتبر مصدرا مهما جدا لغرض الحفاظ على النباتات التي تظهر تفوقها.

ومن الجدير بالذكر هنا ان يفرق مربي النبات بين الخط النقي Pure line والكلون Clone والسلالة النقيةInbred line لانها تستعمل جميعا من قبله 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 ادناه جدول يبين مقارنة بينهما:

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

التربية والتحسين بأستخدام الطفراتMutations

الطفرة الوراثية Genetic Mutation :

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

المطفرات Mutagens : وسائل الكيمياوية والفيزيائية تستخدم لاستحداث الطفرة الوراثية و تغير التركيب الوراثي. ان الوسائل الكيمياوية Chemical Methods لا حداث الطفرات هي:-

١- استعمال مادة الكولشسين Colchicine والمستخرجة من نبات اللحلاح.
٢- اوكسيد النتر وز.
٣- EMS= Ethyl Methyl Sulfouete.

اما الوسائل الفيزيائية Physical Methods فهي.

1- التشيع Irradiation. 2- الحرارة Temperature. 3- الصعق الكهربائي Electric Shock.

ان الرمز Mo يعطى للبذور غير المعاملة باي طريقة لغرض التطفير. اما M1 فهو رمز للجيل الطافر الاول ، و M2 رمز للجيل الطافر الثاني وهكذا. لا جل التأكد ان الطفرة الوراثية مستقرة Stable Mutation فيجب استمرار زراعة البذور جيل بعد جيل حتى الجيل الثامن M8 لان الطفرة قد تنقلب الى اصلها وتسمى في هذه الحالة الطفرة الراجعة او المعكوسة Reverse Mutation . يقدر ما موجود في العالم من اصناف نباتات مختلفة نتيجة التطفير بحدود 2250 صنفا. كما ذكرنا سابقا فان مادة الكوليشسين Colchicine المطفرة والمستحلصة من نبات اللحلاح Colchicum autumnal هي الاكثر استعمالا لا حداث الطفرة الوراثية. يحضر محلول مائي من الكوليشسين بتركيز 0.0005 وتوضع منة قطرات على زهرة النبات او البادرات مرتين يوميا. الجيل الناتج من هذه العملية يكون متضاعف الجينوم ولابد من زراعته مع النبات الاصل واجراء مقارنة مظهرية وفحصة سايتو لوجيا.

اشهر محصول مزروع اليوم من انتاج الانسان هو محصول التريتيكيلي (Triticosecale rampant) ومنة نوعان:-

١- تريتيكلي سداسي المجموعة الكروموسومية وهو ناتج من تضريب حنطة المعكرونة وهي Tetraploid اي 4X مع الشيلم Secale cereal وهو Diploid اي 2X فينتج 4X + 2X = 3X وهو F1 وهذا الجيل الاول يكون عقيما. يضاعف النبات 3X بالكولشيسين فينتج نبات 6X خصب
٢- النوع الثاني ينتج من تضريب حنطة الخبز 6X مع الشيلم 2X فينتج الجيل الاول F1= 6X + 2X = 4X ويتم مضاعفته بالكوليشسين ليعطي 8X وهذا لا ينعزل مستقبلا.

ان الباحث Muller في سنة 1927 اول من استعمل اشعة X-Ray لا حداث الطفرة الوراثية على حشرة الدروسوفيلا ثم جاء بعدة الباحث Stadler في سنة 1928 ودرس الطفرات الوراثية على الشعير واستمر العمل على عدة محاصيل ونباتات مختلفة وبوسائل وطرق مختلفة . ان هذه الطفرات تخلق تغايرات وراثية جديدة New Genetic Variation وهذه التغايرات الجديدة قد تستخدم للتضريب مع اصناف اخرى لا نتاج هجن جديدة وذألك من خلال التباعد الوراثي بين جينات الاباء المتزاوجة.

وبتعبير اخر ان الطفرة هي تغير مفاجئ في التركيب الوراثي للفرد ويكون هذا التغير متوارثاً عبر الاجيال .ان الطفرات مستمرة في الحدوث تلقائيا في الطبيعة وتعتبر من الاسس المهمة في نشوء التغايرات الوراثية والتطور .وبذلك فهي تساعد على تحسين المحاصيل اضافة الى الطرق الاخرى، فعلى مربي النبات ان يهتم بالطرق التي بواسطتها يستطيع ان يزيد منمعدل حصول الطفرات لان الطفرات المكتسبة التي تؤدي الى زيادة الحاصل يير متوفرة فيالمصادر الطبيعية.

انواع الطفرات

١- الطفرة الجينية Gene mutations

وهي ظهور جينات جديدة مختلفة في التركيب عن الجينات الاصلية، وتعتبرالمصدر الرئيسي للتباين الوراثي وذات اثر كبير في تطور وتربية النبات، وقد تظهر هذه الطفرات في الكائنات الحية اما تلقائيا في الطبيعة او اصطناعيا بوسائل مختلفة وهي على عدة انواع:

أ. **الطفرات الجينية المميتة Death gene mutations** وهي ذات تأثير شديد على حيوية النبات ونموه وقد تسبب العقم اذا وجدت بحالة نقية.

ب. **الطفرات العادية الاثر:** هي تسبب تغيراً ظاهرياً لبعض الصفات المورفولوجية والفسلجية للنبات لكنها لاتسبب ضعفا في النمو والخصوبة، ومثالها 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 يالباً في الصفات الكمية.

د. **الطفرات ذات الاثر غير المباشر:** وهي التي لاتحدث تأثيراً مباشراً على صفات الفرد، ولكنها تؤثر على مفعول العوامل الأخرى الرئيسية ويطلق على هذه الطفرات اسمModifiers

٢- **الطفرات الكروموسومية- :** وهي الطفرات التي تحدث تغيرا في تركيب كروموسوم واحد او اكثر وهي على نوعين:

أ- طفرات تؤثر على التركيب الكروموسومي كأن ينقص جزءاً منه او ان ينقلب جزء منه او تتبادل اجزاء يير 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 التجارب اثناء عمليات تربية النبات .والطفرات الطبيعية لعبت دوراً هاماً في نشأة الطرز والانواع النباتية الجديدة، فهي المصدر الخام للتغايرات الوراثية، وبواسطة الانتخاب الطبيعي استبعدت الكثير من الصفات الضارة لكثير من انواع النباتات .اما الطفرات الصناعية فهي التي يستحدثها الانسان عن طريق المواد المطفرة مثل الاشعة السينية والمطفرات الكيمياوية وهذه المواد تؤثر على الكروموسومات وتؤدي الى حدوث تغيرات وراثية فيها.

الوسائل المستعملة لانتاج الطفرات:

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

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

٣. **النيوترونات :** وهي اشعة ذرية تنتجها المفاعلات النووية او المعجلات الذرية وتستخدم في معاملة الأجزاء النباتية وتؤدي الى احداث طفرات جينية وكروموسومية على حد سواء، وهذه العملية تحتاج الى احتياطات شديدة خوفا من الاشعاع.

٤. **النظائر المشعة :** يمكن استعمال النظائر المشعة لبعض العناصر مثل الفسفورP12 ونظائر الكبريت كوسيلة من وسائل احداث الطفرات الجينية، ويجب اتخاذ اجراءات الحيطة والحذر عند استعمال النظائر المشعة.

٥. **استعمال المواد الكيميائية :** يمكن استعمال بعض المواد الكيمياوية في احداث الطفرات الصناعية مثل اثيل مثيانول سلفات، واي اثيل سلفات، والكولشيسين، 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 التغايرات الوراثية، وتقسم الى اجزاء عديدة، وكل جزء يتم تشعيعه بجرعة مناسبة من الاشعاع، والجرعات تقاس بوحدة تسمى راد (Rad) ، فقد تكون الجرع مثلا 20,15,10,5 راد وهذا حسب نوع البذور وحجمها، والتشعيع يمكن ان يستمر لثواني قليلة الى عدة دقائق حسب نوع المحصول وحجم البذور وبعد ذلك تزرع البذور حسب طريقة الزراعة المعتمدة لكل محصول لنحصل على نباتات الجيل الاشعاعي الاول. M1 .

ان الطفرة الجديدة تكون هجينية في نباتات الجيل الاول M1 ، وعادةً يحدث الانعزال الوراثي للطفرات في الجيل الثاني . M2 ثم تزرع بذور M2 في خطوط ثم نجري عملية الانتخاب على نباتات الجيل الثاني M2 ذات الصفات المريوبة.بعدها نجري تلقيح ذاتي للنباتات المنتخبة لغرض الحصول على نباتات الجيل الثالث M3 . ثم ننتخب افضلها ، 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:

١. ان بياب المعلومات الكافية حول التراكيب الوراثية لمعظم النباتات الاقتصادية وعدم معرفة المواد المطفرة المناسبة لكل تركيب وراثي بدقة ، واحتمال الحصول على الطفرات المفيدة وبير المفيدة على حد سواء، كل ذلك يجعل طرق التربية بالطفرات ليس ذو اثر بالغ في تحسين المحاصيل
٢. التربية باستعمال الطفرات تحتاج الى معاهد متخصصة تضم اجهزة التشعيع والكفاءات المدربة وهذا بير متوفر في معظم البلدان
٣. ان هذه الطرق لاتنتج اصناف جاهزة لكنها تخلق اختلافات وراثية تكون اكثر تكرارا من الموجود في الطبيعة، لذلك فأن استعمال هذه الطلرق يجب ان يكون بعد استنفاذ الطرق الاعتيادية لتربية المحاصيل.

فوائد طريقة التربية بالطفرات:

١. انتاج اختلافات(تغايرات)وراثية بير موجودة اصلاً، اي ان الاختلافات لاتكون نتيجة اعادة التركيبات الوراثية كما في التهجين، بل تكون اصيلة وذات خلق جديد.
٢. تعتبر الدليل الوحيد للتحسين الوراثي عندما لايكون هناك احتمال للتحسين بالطرق الاعتيادية المتبعة في تربية النبات.
٣. في بعض الحالات الخاصة فأن استعمال الطفرات قد يلعب دورا هاماً في تربية وتحسين المحاصيل.

اهم الفروق بين طرق التربية العادية وطريقة التربية بالطفرات :

طرق التربية الاعتيادية	طرق التربية بالطفرات
١- اساس التحسين هو الاختلافات الطبيعية التي تنتج تلقائيا .	١- الاساس في التحسين هو الاختلافات التي تنتج صناعيا بواسطة الطفرات.
٢- لايتم انتاج جينات جديدة بل اعادة اتحادات للجينات الموجودة اصلاً .	٢- التحسين يرجع الى خلق جينات جديدة كلياً لم تكن موجودة في النبات .
٣- تستعمل في جميع انواع المحاصيل عندما تكون هناك اختلافات في المجتمع النباتي وفي حالة عدم وجود الاختلافات الطبيعية	٣- تستعمل في جميع انواع المحاصيل، لكن في ذاتية التلقيح تكون اكثر سبب سهولة تشخيص الطفرات وتستعمل سواء كانت هناك

فان استخدام هذه الطرق غير مجدي	اختلافات وراثية ام لم تكن عند توفر الكوادر المدربة.
٤- تحتاج الى وقت وتكاليف اكثر وخصوصاً عند اجراء عمليات التهجين .	٤- لاتحتاج الى وقت وتكاليف مقارنة بطريقة التهجين وغيرها .
٥- العمل بهذه الطريقة يكون اكثر اماناً واقل خطورة بسبب عدم استعمال الاشعاع او المواد الكيمياوية الخطرة .	٥- توجد مخاطر اثناء استخدام الاجهزة المشعة والمواد الاشعاعية لذلك يجب الحذر الشديد عند العمل .

التفتيش الحقلي ورتب البذور

ان الدولة التي تهتم حقا بالجانب الزراعي والعلوم الزراعية والبحث العلمي الزراعي ، لابد لها من انظمة علمية تشرف على الحقول الخاصة بانتاج البذور الاساس والبذور المصدقة . ان رتب البذور الخاصة بالجانب العلمي الوراثي هي بذور المربي

بذور المربي breeder seeds **:** هي البذور او الاجزاء الخاصة بالتكاثر لمادة وراثية معينة استنبطها المربي باحدى طرائق التربية وتمتلك خاصية واحدة في الاقل نميزها عن الاصناف الاخرى ، ولها صفات دقيقة تتعلق بالنقاوة الوراثية العالية يدونها عليها المربي وتلتزم بها الجهات المسؤولة عن الاكثار.

شروط اكثار رتب البذور:

١. عدم تغير صفات البذور لما تكثر من رتبة لاخرى للصنف.
٢. لايسمح بوجود بذور ادغال خبيثة خاصة تلك التي لايمكن ازالتها اليا.
٣. يمنع تصديق بذور من اية رتبة فيها بذور مصابة بالامراض او الحشرات بنسبة تخالف الشروط ، ولاسيما الامراض الوبائية.
٤. يمنع زراعة بذور رتبة محصول في ارض سبق وان زرعت بصنف آخر من ذات النوع في السنتين الاخيرتين.
٥. من الافضل وضع علامات بالوان بارزة على اكياس العبوات تميز بين رتب البذور في تلك المؤسسة او الدولة.
٦. ان يحمل الصنف اسما مناسبا يحدده المربي على الا يكون مستخدما لاصناف من محاصيل اخرى.
٧. ان تكون الارض والماكنة والعبوات كلها نظيفة من اية بذور او مسببات مرضية او حشرية.
٨. التدقيق من قبل المعنين من عدم حدوث خلط في الحقل نتيجة حركة الانسان او الحيوان او الطيور او النمل!
٩. تجنب اكثار الصنف في بيئة غير مناسبة ، حتى لاتظهر بعض الصفات الجديدة التي تسبب رفض الصنف او رتبة البذور بسبب فعل آليات فوق الوراثة.
١٠. لايسمح لاي جهة تبيع البذور الاعندها ترخيص رسمي بذلك ونعطي ضمانا للمشتري بنوعية تلك البذور.

رتب البذور

بذور النواة Nucleous Seed **:** البذور المنتجة من بذور المربي وتمتلك كافة صفاتها الوراثية في النقاوة.

بذور الاساس Basic seeds **:** هي البذور المكثرة من بذور المربي او النواة وتمتلك ذات الصفات الوراثية لبذور المربي ، وتنتج تحت اشراف المربي او جهة متخصصة مرتبطة بالمربي.

البذور المسجلة Registered seeds **:** وهي حلقة اضافية لاقيمة ميدانية لها ، وتنتج اما من بذور المربي او النواة او الاساس ، وتحمل ذات الصفات الاصلية ، وتنتج باشراف مختصين.

البذور المصدقة Certified seeds **:** هي البذور المنتجة غالبا من زراعة بذور الاساس ، وتمتلك صفات وراثية ونقاوة اقل نسبيا من بذور الاساس التي انتجت منها.

عليه ، فانه عندما تهتم جهة زراعية بانتاج بذور اصناف من ذاتية التلقيح او اصناف او سلالات وهجن من خلطية التلقيح ، فانه من الضروري التأكيد على رتبتين فقط في التفتيش الحقلي وفي تصديق البذور ، وهما الاساس والمصدقة.

المحافظة على نقاوة الصنف

لاجل المحافظة على الصنف المحسن من التدهور او الخلط الميكانيكي او التدهور الوراثي لابد من العمل على الاتي اثناء الاكثار.

١- مراعاة مسافات العزل عن اصناف اخرى لنفس النوع تجنبا للخلط الوراثي
٢- مراقبة النباتات المزروعة في حقل العزل عند التزهير وازالة كل نبات الشاردة off type للصنف بعملية التنقية (Rouging) سواء كان ذلك نتيجُة الانعزالات Segryation او الطفرة او الخلط.
٣- عدم استخدام ماكنه للزراعة الا بعد تنظيُفها من بذور الاصناف والانواع الاخرى.
٤- الزراعة بكثافة اقل من الكثافة التقليدية لذلك المحصول وذلك لاجل الحصول على البذور ذات نشاط عال لقوه انبات ونسبه بزوغ عاليةٌ تجنبا للمنافسة بين النباتات وصغر وزن البذرة نتيجة لذلك.
٥- زراعة البذور للصنف في منطقة الهدف Target environment الوراثي لافراد الصنف وعدم ظهور جينات اخرى كانت ساكنة.

التحسين الوراثي للنباتات عن طريق الهندسة الوراثية

اولا- تعريف بالهندسة الوراثية Genetic engineering هي احدى الفروع الرئيسية لعلم التقانات الحيوية Biotechnology، وتهدف الى احداث تغيرات 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 التكاثر واظهار قدراتها الوراثية من خلال التحكم بوظائف الخلايا المضيفة التي تُلقح بها. ولهذا يطلق على الهندسة الوراثية تسميات اخرى مثل التقانة الوراثيةGenetic Manipulation واعادة التوليف الوراثي recombination Genetic

وبمعنى اخر تسمح الهندسة الورثية بنقل المورثات ميكانيكيا بين انواع متباعدة وراثيا اذ ان مورثات الكائنات الحية كافة تتكون من المادة نفسها وهي الـ DNA التي يمكن قصها وأعادة ترتيبها ولصقها تبعا لرغبة الانسان. وبالتالي اصبح من الممكن الان الحصول على نباتات متفوقة في صفاتها عن طريق الهندسة الوراثية وبالتحديد بأستخدام تقنية الـ DNA المطعم 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 الاانها 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 genesفي الـ DNA المستقبل Recipients ومن ثم تنتقل الى النسل بطرق التهجين التقليدية.

ثانيا - كيفية انجاز برامج الهندسة الوراثية:

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

لانجاز برنامج الهندسة الوراثية تُتَبع الخطوات التالية :

١. 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 بالصفة فأنه يمكن عزل mRNA(اي RNAالرسولي وهوالذي 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 Transposable elements (TE) بشكل فعال في تسهيل عملية العزل هذه وتحسينها لانها تستطيع التحرك من مكان الى اخر على الكروموسومات وبالتالي التسلل الى العامل الوراثي والتموضع بالقرب منه وتمنعه من التعبيرعن نفسه لهذا فهي تستخدم كعلامة Marker توضع على العوامل الوراثية للتعرف عليها وعزلها .

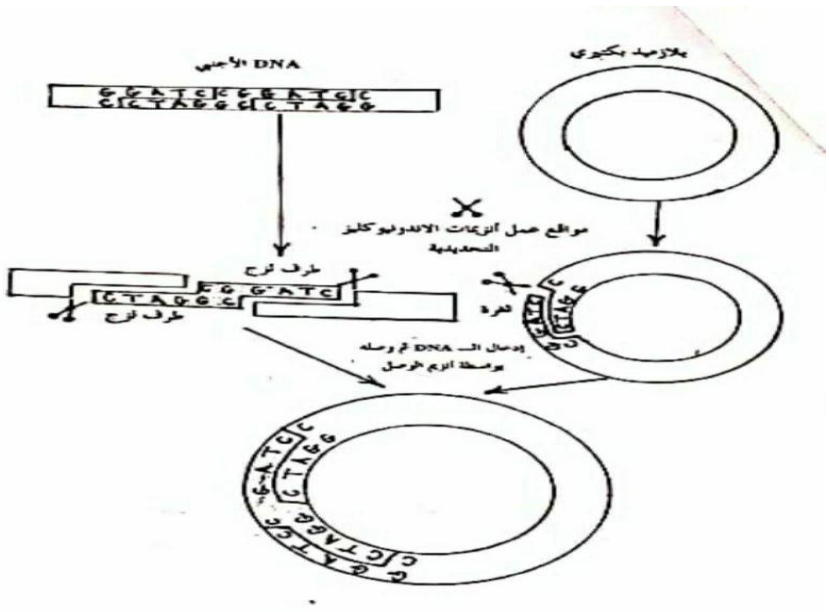
٢. قَطع الـ DNA :

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 الـDNA الى قطع اصغر يحوي كل منها مورثا واحدا او عدة مورثات ويتم ذلك بدقة حيث تتعرف هذه الانزيمات على امتدادات معينة من القواعد يتراوح عددها من٤-٦ ازواج تسمى" تتابعات التعرف " ثم تقص كل جديلة من اللولب المزدوج عند مكان معين، اي كلما ظهر تتابع التعرف في سلسلة الـ DNA الطويلة تَحدث هذه

الانزيمات قطعا عنده بحيث ينتج عن ذلك قطع اللولب المزدوج فيها عند كل طرف "امتداد قصير " من جديلة مفردة من الـ DNA تسمى بالاطراف اللزجة .
وقد تم اكتشاف المئات من انزيمات الاندونيوكليز التحديدية ويمكن تشبيه كل منها بألة دقيقة لقطع الـ DNA بطريقة معينة.

٣- النسخ الخضري للجين :
لنسخ الجين يتم ادخاله الى داخل ناقل ويكون هذا الناقل عادة احد البلازميدات او فيروس Bacteriophage اي بكتريوفاج .
ولكي نستطيع ادخال الـ DNA الاجنبي الى داخل احد النواقل فأنه يتم تمزيق البلازميد او الفاج لاحداث ثغرة وذلك بأستخدام انزيم الاندونيو كليز نفسه الذي استخدم في تقطيع الـ DNA داخل الكائن المعطي، وهذا يؤدي الى تشكيل اطراف لزجة مكملة للاطراف اللزجة 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. 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 اشـــــــهر الانزيـمات اللاصقة هو الانزيـــــم المعزول من بلازميـــــد بكتريا *Escherechia coli* التي تعيـــش في امعاء الانســـــان 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 بواساطتها، اذ انه بمجرد دخوله الى خلية البكتريا هذه فأن البلازميد الناقل وبالتالي الجين الاجنبي سوف يتناسخان كلما انقسمت هذه الخلية (تنقسم بكتريا *E.coli* مرة كل ٢٠ دقيقة وخلال ١٠ ساعات يمكن ان تصل عدد النسخ الى اكثر من بليون) .

٤- تشغيل الجينات :
حتى يعبر الجين المدخل الى اي كائن حي عن نفســـه 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).



الشكل (١) رسم تخطيطي يبين إدخال الـ DNA الأجنبي الى البلازميد البكتيري.

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

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

١- المادة الوراثية)الـDNA (وتكون كميته من ٥٠- ١٠٠ نانوغرام لكل ٢٥ ميكروميتر حجم نهائي وفي بعض الحالات تكون عدة بيكوغرامات كافية لاجراء التفاعل والحصول على النتائج المطلوبة .

٢- البادئ : عبارة عن سلسلة قصيرة من القواعد النتروجينية من ١٠-٣٠ قاعدة ذات تركيب نيوكلوتيدي معروف ومحدد وتركيزه ٠.٢ -١ ميكرومول (ويتكون من عدد قليل من النيوكلوتيدات التي تشكل جزاءاً من شريطة DNA الفردية) وفي الوقت نفسه يمكن ان يعمل كمسبار اذا كان موسوما 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 هوDNA 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 اكثارها كيميائيا بأستخدام تقنية PCR.

٣- انزيم التكثيف : يستخرج من بكتيريا Thermos aquatics تعيش في الينابيع الحارة وهو ثابت حراريا Tag وتركيزه ٢.٥ وحدة انزيمية لكل ١٠٠ ميكروليتر حجم نهائي .

٤- ٤ - الوسط الملائم لانزيم التكيف : وهو المحلول الواقي القياسي ويحوي ٥٠ ميلي مول Kcl و ١٠ ميلي مول Tri-Hcl و ١.٥ ميلي مول Mgcl2 .

٥- النيوكلوتيدات الاربعة ثلاثية الفوسفات مفردة (A,T,C,G).

٦- 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 ٩٠-٩٥ م° مما يؤدي الى فصل السلسلة الجديدة من الـ DNA والتي تستخدم كقالب .

ب - انخفاض الحرارة الى ٣٥-٦٠ م° تبعا لطول البادئ وتركيبه من القواعد C-G وهذه الحرارة مناسبة لالتصاق البادئ بالجزء المطلوب والمتمم له من الـ DNA فتتشكل بداية الجديلة .

ج- ارتفاع الحرارة الى ٧٠-٧٥ م° يبدأ تركيب السلسلة الجديدة من الـ DNA بأستخدام النيوكلوتيداتثلاثية الفوسفات وبمساعدة انزيم التكثيف مما يؤدي الى استطالة السلسلة الجديدة من DNA مستعملة الـ DNA الاصلي كقالب.

ان مدة التحضين في هذه المرحلة تتعلق بطول الموقع المطلوب والمراد اكثاره، ان كل الف زوج نيوكلوتيدي (Kilo nase 1) يحتاج الى دقيقة واحدة كي يتـــــم تركيبه، وبأنتهاء الدورة الاولى تكون كمية الـ DNA التي بدأ بها قد تضاعفت .

استطالة الـ DNA:

تتم استطالة الـ DNA دائما بأتجاه واحد هو ٥ ٣ اذ ان هذين الرقمين يدلان على ذرتي كربون معينتين من السكر الخماسي الريبي المنقوص الاوكسجين. ان وحدات البناء الاساسية لحمض الـ DNAهي جزيئات السكر الخماسي المذكور وجزيئات حامض الفوسفور بالاضافة الى القواعد النتروجينية الاربعة A,T,C,G والارتباط ضمن السلسلة يكون اواصر استيرية ثنائية الفوسفات، اما بين سلسلتي الـ DNA فيكون من خلال اواصر هيدروجينة بين القواعد الاربعة وفق قاعدة الازدواج القاعدي Passé Pair ويمكن تلخيص ميزات طريقة PCR بمايلي :

١- الحصول على كميات كبيرة من الـ DNA الخاصة بكل طراز بحيث تصبح متاحة للتحليل والدراسة .

٢- السرعة في الحصول على النتائج وامكانية تطبيقها على عدد كبير من العينات.

٣- انتاج مسابر لاستخدامها في عملية التهجين الجزيئي وتحديد مواقع معينة لجينات معينة على الخريطة الوراثية .
٤- 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 (البروتو بلاست هي خلايا مفردة ازيل عنها الجدار الخلوي بوساطة الهضم الانزيمي) فأن الغشاء البلازمي هو الحاجز الوحيد، لذلك يمكن ادخال الـ DNA الى الخلايا العارية بأحد الطرق التالية :
١- نقل المورثات بوساطة المواد الكيميائية : يستطيع مركب البولي ايثلين كليكول وهو عبارة عن بولمير عضوي كثيف ان يخترق الغشاء البلازمي في الخلايا العارية بسهولة لينقل الـ DNA، ويعد هذا البولمير من اكثر عوامل النقل الكيميائية شيوعا .
٢- 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 مينتج عنها نباتات عقيمة، لذلك اتجهت الابحاث نحو ايجاد طرق لادخال الـ DNA الى الخلايا الكاملة وهي :
١- نقل المورثات بوساطة الكائنات الحية الدقيقة (استخدام بلازميد : (Ti
ان نقل الجينات بوساطة البكتريا كان يحدث منذ قديم الازل قبل ان يكتشفها الانسان، ولازال يحدث في الطبيعة لحد الان ، وخير مثال على ذلك مرض التدرن التاجي حيث تدخل بكتريا tumefactions Bacteriumمن خلال الجروح في ساق النبات او جذره وتقتحم مادته الوراثية مما يؤدي الى حدوث ورم لنسيج سرطاني في تاج النبات. ان المسؤول عن تشكيل هذا الورم ليس البكتريا ذاتها وانما هو بلازميد بكتيري يعرف بالبلازميد المسبب للورم ويسمى Tumor inducing plasmidويرمز له اختصارا Ti، وهو عبارة عن قطعة DNAالدائرية الموجودة في هذه البكتيريا والحامل للقطعة (T-DNA) Transferred –DNAالتي تندمج مع المحتوى الكروموسومي للخلية وتصبح وكأنها جزء من DNAالخلية. ويتم توريث الصفات طبيعيا وفق قوانين مندل (تمثل القطعة T-DNA% ٥ ٨من البلازميد وتشـــفر من ١٠-٥ بروتينات) .

يبلغ طول البلازميد Ti-plasmid:80-50 ميكروميتر ووزنه ١٦٠-٩٥ ميغا دالتون . ويستطيع ان يشفرلـ ٢٥٠-١٥٠ بروتين، وهو عبارة عن عامل توريث حلقي الشكل منفصل عن الكروموسومات في النواة حيث يوجد في السايتوبلازم، وهو ذاتي الاستنساخ ويشكل ٥-٣ % من الوزن الجزيئي للمجموع الكروموسومي لبكتريا العقد الجذرية .
تصنف البلازميدات تبعا لتحفيزها انتاج 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 نوباليا .
بعد دخول البكتريا لخلايا الانسجة النباتية تستعد هذه الانسجة لان تخدم هذا الضيف بتركيبها احماض امينية كمصدر للكربوهيدرات والنتروجين تسمى بالابيونات Opines وهي من مشتقات الحامض الاميني Argentineمع العلم بأن الابيونات لا توجد في الخلايا النباتية السليمة. اكدت الابحاث العلمية ان Ti-plasmid يحوي٧ 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. ولكي تكون هذه البكتريا فعالة كأداة في نقل المورثات لابد من استئصال جيناتها المسببة للمرض المذكور وقد امكن ذلك عام ١٩٨٣ م، حيث تمكن العلماء من تركيب اول الجينات المهندسة وراثيا في هذا البكتريا وهو جين يجعل خلايا النبات مقاومة للمضاد الحيوي كانامايسين (مركب يثبط نمو خلايا النبات) ثم ادخلت هذه البكتريا في جذر النبات وبالنتيجة ظهرت امكانية التعبير عن الجين الغريب في النبات .

٢- نقل الجينات بأستخدام المدافع البيولوجية : ابتكر العلماء الامريكيون عام ١٩٨٧جهازاً يقذف خلايا النبات بجزيئات التنغيستين المغلفة بالجينات وتستخدم القاذفة خرطوشة خلبية عيار ٠.٢٢ ملم كقوة دافعة (اي خرطوشة تحوي بارود دون رصاصة). ثم تمكن علماء اخرون من ابتكار قاذفة مماثلة تستخدم جزيئات الذهب يدفعها تبخر قطرة ماء. وبأستخدام كلتا القاذفتين تم الحصول على نباتات معدلة وراثيا Transgenic plants.
وفي عام ١٩٩١ تم تطوير قاذفة ذات كفاءة عالية تستخدم طلقات معدنية دقيقة مغلفة بالجينات المرغوب ادخالها 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

٣- 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 الـDNA الى الخلية لايؤدي بالضرورة الى اندماجه مع الجينوم الوراثي فيها اذ انه للحصول على الخلية الواحدة تقبل جين جديد لابد من حقن الاف الخلايا .

رابعا : الاتجاهات العلمية الحديثة في الهندسة الوراثية
تجري الان ابحاث كثيرة في مجال الهندسة الوراثية في الاتجاهات التالية :
١-نقل الجينات الى حبوب اللقاح .
٢-الحقن المباشر للـ DNA في الاعضاء التكاثرية .
٣-امكانية استخدام الجينات الواثبة .
٤-امكانية تعديل المورث ذاته بنقل قطع الـ DNA في الجين ذاته الى مواقع جديدة .
٥-امكانية اعتبار ان الفيروسات التي تصيب النباتات هي عوامل محتملة في نقل الجينات.

خامسا : انجازات الهندسة الوراثية في مجال التحسين الوراثي للنباتات

١- في مجال وقاية النباتات من الحشرات :
ان استنباط السلالات النباتية المقاومة للافات الحشرية لم يلق الاهتمام الجدير به بأستخدام طرق التحسين الوراثي التقليدية وذلك لاحتياجه الى الكثير من الوقت يمتد على مدى اجيال عديدة وللكثير 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 thurigiensis ويرمز لها (Bt) والتي تنتج بروتينا يقتل يرقات الحشرات حرشفية الاجنحة Lepidoptera (فراشات ابو دقيق) يستخدم هذا البروتين كمبيد حشري نظرا لعدم سميته للثديات 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 الحشـــــرية ونجحوا في اســـــــتخدام قاذفات الجســـيمات وفي اســـــتخدام 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 مشفرلتصنيع بروتين Bt (مهندس وراثيا) الى نبات الطماطة ونظراً لسمية هذا البروتين لكل من دودة الثمار Halitosis والدودة الدبوسية Lycopericella فقد تمت وقايته من هاتين الحشرتين .
وادى نقل جين لتصنيع بروتين Bt الى نبات التبغ الى توقف تغذية يرقات الطور الانسلاخي الاول للافة الحشرية Manduca sexta على اوراق النبات المهندس وراثيا في مدى ١٨ساعة وموتها بعد ٣ ايام .

اجرى العلماء بعد ذلك مسحاً شاملا لجميع سلالات Bt الموجودة في الطبيعة بحثا 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 .
اتجه العلماء بعد ذلك الى جعل النباتات تقاوم عدداً كبيرا من الحشرات المهاجمة المحتملة ،
فقد اكتشفت سلالة من اللوبياء Vegan ungiculates مقاومة لخنفساء البروكيد واتضح ان الاساس البيوكيميائي لهذه المقاومة هو زيادة في مستوى احد موانع انزيم التربسين الهضمي الذي يحد من قدرة هذه الحشرة على هضم الخلايا النباتية مما يؤدي الى موتها جوعا. وقد نجح العلماء في عزل الجين المسؤول عن انتاج البروتين (مثبط التربسين) من نبات اللوبياء ثم استنساخه وادخاله الى نبات التبغ مما ادى الى مقاومته لديدان البراعم، وادى ادخاله الى نبات القطن الى مقاومته لدودة اللوز .

تمتاز البروتينات المهندسة وراثياً في النباتات عن مبيات الحشرات التقليدية بما يلي:
١- عدم وجود أي تأثير سمي لها على الثديات .
٢- بتأثيرها ينحصر فقط على الحشرات التي تتغذى على النباتات المهندسة وراثيا وبالتالي لاخوف من حدوث خلل في التوازن البيولوجي في الطبيعة .
٣- تكسب النباتات حماية مستمرة وخاصة في الاجزاء التي يصعب عادة معاملتها بالمبيدات التقليدية (الجذور، الاوراق السفلية) .

٢- في مجال وقاية النباتات من الفيروسات :
من الصعب مكافحة الفيروسات بأستخدام الطرق التقليدية غير المباشرة مثل استخدام مبيدات الحشرات للقضاء على الحشرات الناقلة للفيروسات. لهذا كان لابد من تدخل 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 مقاوم للفيروس .
تم الحصول بأستخدام هذه الطريقة على نباتات بطاطا مهندسة وراثيا مقاومة لفيروس PVS وفيروسPLRV ونباتات طماطة مقاومة لفيروس موزاييك التبغ TMV ونباتات مقاومة لفيروس موزاييك الخيار CMV واشجار خوخ مقاومة لفيروس جدري 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 .

٣-في مجال وقاية النباتات من البكتريا والفطريات:

على الرغم من احتواء النباتات على مواد تقيها من الاصابة بالبكتريا والكائنات الحية الدقيقة الاخرى مثل القلويدات والمواد الصابونية والشمعية ومواد اخرى مثل Thiaminفي الحبوب و Lectionفي البقوليات وغيرها الاان مقاومتها مازالت ضعيفة .

بين Jayne's عام ١٩٩٣م ان انزيم Lytic peptide عبارة عن بروتينات صغيرة تحوي ٢٩-٢٣ حامضاً امينياً تقسم الى : Magainins, Serotoxins, Defensins, Cercopinsوان السيرسوبين يؤدي الى انفجار البكتريا باحداثه قنوات داخل غشاء البكتريا وقد تم اكتشافه في فراشة دودة القز التي تفرزه لحماية نفسها من البكتريا .

وتم حديثا عزل العامل الوراثي المسؤول عن انتاج بروتين السيرسوبين من فراشة دودة القز واستنساخه وادخاله الى نباتات البطاطا مما يجعلها مقاومة لبكتريا العفن الطري . ثم بين علماء اخرون ان انزيم Lysozemالموجود في بيض الدجاج ودموع الانسان اكثر كفاءة من انزيم السيرسوبين في مقاومة بكتريا العفن الطري عند ادخاله الى البطاطا، كما امكن تصنيع ببتيد شيفا Shivaالذي يشبه السيرسوبين بنسبة ٤٦% وتم نقله الى البطاطا لزيادة مقاومتها لبكتريا العفن الطري. ونظراً لسهولة تغيير البيتيدات وادخالها الى النباتات اضافة لضعف سميتها على الانسان والحيوانات فأن الجهود تتجه لاستخدامها بهدف زيادة مقاومة النبات للامراض الفطرية والنيماتودا اضافة الى البكتريا .

وتجرى الان العديد من الابحاث للحصول على اصناف من الحمضيات مقاومة لبكتريا Xanthomonasالتي تؤدي الاصابة بها الى ألحاق اضرار كبيرة بالاشجار وبالتالي انخفاض الانتاجية بشكل كبير. هذا وقد تمكن العلماء من ادخال جين المقاومة لهذه البكتريا ((Xa21الى نبات الارز غير المقاوم لهذه البكتريا مما ادى الى الحصول على نباتات مقاومة.

تم عزل جين يتحكم في انتاج انزيم Chitinsمن بكتريا Aeration marcescensوهذا 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 .

٤- 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

اكتشف العلماء انزيما تفرزه بكتريا Klebsiella ozona بأمكانه تكسير مبيدات الاعشاب ويوجد العامل الوراثي المسؤول عن هذا الانزيم في البلازميد الخاص بهذه البكتريا وبأستخدام الانزيم المحدد او القاطع تم قطع العامل الوراثي هذا من البلازميد ثم وضعوه داخل بكتريا E. coli لاكثاره 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 بلازميـــــــــــد Ti.plasmid ادخلوه في بكتريا A.tumefacienc التي سمح لها باصابة نبات التبغ . وتم تحويل بعض خلايا النباتات التي وضعت على بيئة معقمة بالمضاد الحيوي الكانامايسين 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 مقاومة للجلايفوست Glyphoste وكذلك من بكتريا Salmonella hyphimurium المقاومة ايضا .

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

٤- في مجال تحسين الصفات النوعية للثمار:

يعد بروتين الثوماتين Thaumatin اكثر المواد المعروفة حلاوة وهو يستخدم كمادة تحلية في غرب افريقيا كما يستخدم كمحسن للطعم ايضا . 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 افاقاً واسعة حول امكانية ادخال هذا الجين الى نباتات اخرى بهدف تغيير طعمها وتحســـينه .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 (القطاف ،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 ١٠% 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 ٩٩% . 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 Ethyleneهرموناً نباتياً يلعب دوراً رئيسياً في نضج الثمار المعقدة) وبالتالي وقف نضج ثمار الطماطة مما يضمن سلامة الثمار خلال عمليات التداول . وبذلك يستطيع المزراع 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 :

خفض درجة حرارة تجميدها .

خفض كمية الماء القابلة للتجمد فيها .

خفض معدل سرعة تكون البلورات الثلجية فيها .

وقد تم نقل هذا البروتين الى الطماطة وتجرى 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 .

٦- 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 البكتريا تثبت في العالم حوالي ٤٠ مليون طن من النتروجين سنوياً .

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

وتجري حاليا 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 النجيلية بهدف تثبيت النتروجين الجوي تعايشاً مع انواع مختلفة من البكتريا . وقد تركزت اغلب المحاولات على الهندسة الوراثية وعلى المعاملات الكيميائية الوراثية، ونجح بعضهم في انتاج عقد جذرية صنعية نظيرةNodules-para على جذور القمح والرز والذرة الصفراء نتيجة المعاملات بمادة ٢-

٤. D,Naa,Iaa والانزيمات المحللة للسيلوز والبكتينات والتلقيح بانواع مختلفة من البكتريا كالازوسبريليوم والازوريزوبيوم والرايزوبيوم المعزولة من نبات Parasponia وقد اتصفت هذه العقد الصنعية بقدرتها على ارجاع الاستيلين وقدرت الكفاءة التثبيتية للنتروجين الجوي بحدود ٩% بأستخدام تقنية N15 ولاتزال الابحاث مستمرة في هذا المجال.

التربية لغرض مقاومة الامراض والحشرات وتحمل الظروف البيئية

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

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

١- المجموعة الخاصة بالنبات العائل . Host
٢- المجموعة الخاصة بالطفيل parasiteسواء كان حشرة او فطر .

اولا : القواعد العامة لتربية النباتات المقاومة للافات المرضية :

على مربي النبات ان يكون ملما باسس وقواعد عامة للتربية في مقاومة الافات وهي :

١- ان يعرف ان صفة المقاومة للامراض هي صفة وراثية لها جيناتها الخاصة بها أي انها ليست صفة مكتسبة.
٢- ان يعلم بإمكانية نقل جينات المقاومة الى الاصناف التجارية بطرق التهجين .
٣- ان يعلم بان مقاومة الصنف للمرض تتوقف على التركيب الوراثي لكل من العائل والطفيل بالإضافة الى تاثير العوامل البيئية.
٤- ان 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.
٥- يجب تعريض النبات للعدوى اما بطرق صناعية او طبيعية .
٦- ضرورة اختبار نسل النباتات التي اظهرت المقاومة للتاكد منها.

الخطوات المتبعة في تنفيذ برامج التربية للمقاومة :

١- البحث عن النباتات التي تمتلك صفة المقاومة الوراثية للاستفادة من جيناتها المسؤولة عن المقاومة بواسطة التهجين.
٢- احداث العدوى الصناعية بالطرق المناسبة لكل مرض سواء كان حشريا او فطريا او بكتريا.
٣- وضع تصميم تجريبي لطريقة التربية وانتخاب السلالات المقاومة.
٤- دراسة المشاكل الرئيسية في التربية ووضع الحلول المناسبة وتذليل الصعوبات التي تواجه مربوا النبات.

التربية لمقاومة الامراض والحشرات:

بصورة عامة هناك امراض وحشرات اذا انتشرت في محصول معين ربما تقضي عليه كليا، ولذلك قد تستعمل الطرق التقليدية لتقليل الاضرار كالمكافحة الكيماوية او استعمال الدورة الزراعية. الا ان افضل الطرق وارخصها هو اســتنباط اصناف مقاومة أي انها Resistant او اصناف منيعة Immune او اصناف متحملة Tolerant لذلك الوباء او الآفة مع المحافضة على انتاجية عالية لذلك الصنف، وسوف نتكلم عن انواع المقاومة :

١- المقاومة للحشرات :

فيما يخص التربية لمقاومة الحشرات الوبائية هناك ثلاثة حلات تخص مقاومة النبات يجب معرفتها قبل الشروع ببرنامج التربية وهي :

أ - النباتات غير المفضلة (non- preference) أي ان النبات يكون غير مفضل اومستساغ من قبل الطفيل (الحشرة)، فقد تكون الحشرة موجودة على النبات الا انها لاتفضلة في التغذية لانها لاتستسغية، فاذا كان نبات المحصول هو العائل الوحيد لها فان الحشرة سوف تكون باعداد محدودة على المحصول ويبقى ذلك المحصول مقاوما.

ب- النباتات المضادة 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- النباتات المتحملة 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.

. المقاومة للامراض :

اما بالنسبة للتربية لمقاومة الأوبئة المرضية فتوجد معايير معينة لابد من معرفتها تخص اصناف ذلك النوع من المحاصيل بهدف تربية احدها لمقاومة مرض معين . وتوجد درجات من حساسية المحاصيل للاصابات المرضية التي تواجه مربي النبات وهي :

نباتات حساسة : Susceptible

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 (plants 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 المنيعة (Immune plants)

قد يحكم هذه الحالة زوج او زوجين من الجينات ولابد ان تكون في حالة نقية، سواء كانت سائدة او متنحية، وهنا لايمكن 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 عن طريق التهجين الرجعي حيث يكون الصنف ذو الانتاجية العالية ابا تكراريا في حين يكون النبات المقاوم ابا واهبا .

*هناك حالة يمكن الاشارة اليها وهي ان نحصل على عدة خطوط وراثية متوسطة التحمل من اصناف مقاومة او متحملة اومنيعة وبدرجات مختلفة منها، فيمكن في هذه الحالة خلط بذور بكميات متساوية من هذه الخطوط للحصول على صنف متعدد الخطوط malti - lines يعطي حاصلا جيدا ومتوسط في مقاومته او تحمله.

النقاط الواجب معرفتها قبل البدء ببرامج التربية لمقاومة الامراض و الحشرات .

١- تحديد عدد ازواج الجينات المتحكمة بصفة المقاومة المدروسة وهل هي سائدة ام متنحية لان ذلك سيغير من طبيعة البرامج .
٢- عند الحصول على الصنف المقاوم للحشرة او المرض لابد من اختباره حقليا بوضع يرقات الحشرات عليه في الحقل (بعد تربيتها في المختبر وأقلمتها للحقل قبل النقل) او وضع سبورات المرض على النبات وتكرار ذلك عدة مرات وفي عدة مواقع للتأكد من درجة المقاومة.
٣- اختيار برنامج التضريب الرجعي او انتاج صنف متعدد الخطوط وحسب امكانية الباحث او طبيعة البرنامج، وهذا منوط باعداد ازواج الجينات التي تحكم صفة المقاومة، فاذا كانت زوج او زوجين فان فرضية الحصول على فرد نقي للمقاومة من الذرية الهجينة الناتجة بعد تلقيحها ذاتيا هي على الترتيب وحسب قانون مندل للانعزال الحر وبذلك سوف يتعقد البرنامج مع زيادة عدد ازواج الجينات الحاكمة، وفي هذه الحالة يكون اللجوء الى الصنف متعدد الخطوط لانه اسهل واسرع في الحصول عليه، ان مثل هذا البرنامج يحتاج الى فريق علمي يضم مجموعة اختصاصين 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 ومراحل. ويفضل حقن سبورات المرض (معلق) داخل نسيج النبات، فالنبات المتحسس سوف يصاب والمتحمل والمقاوم لا تظهر عليهما اصابات تذكر، ويمكن استعمال عيدان الاسنان ((Tooth picksالملوثة بسبورات المرض وهي الاكثر استعمالا لسهولتها 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 :

١- مواد وراثية شائعة محليا كان تكون اصناف مزروعة او هجن معتمدة ومتطبعة لظروف تلك المنطقة.
٢-مواد وراثية (اصناف مقاومة) منتشرة بريا .
٣-مواد وراثية مستوردة من الخارج .
٤-مواد وراثية ناتجة من انعزالات لتضريبات مختلفة .

ثانيا : التربية لمقومة الظروف البيئية (الحرارة 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 في ذلك على احدى الطرق التالية :

أ- بعد انتخاب السلالات لغرض انتاج الاصناف اوالهجن للمحاصيل المختلفة تعرَض الى ظروف قاسية من الجفاف والملوحة والحرارة وغيرها من الظروف البيئية الصعبة لغرض بيان تحملها لهذه الظروف، ويمكن ان يكون الاختبار مبكر في الاجيال الاولى قبل اختبار قابلية الاتلاف العامة (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 التغاير 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 الوارثي لكنها متماثلة مظهريا 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 ممن الاهمية عند اطلاق صنف او هجين، فحتى الهجن عندما تخلط بذورها بمجموعة واحدة هي افضل من هجين واحد بمفرده، ففي سنة ١٩١٧م هلك محصول الذرة الصفراء في الولايات المتحدة الأمريكية بسبب ظهور مرض اللفحة على الصنف المستخدم للزراعة.

لقد أجريت دراسة حديثة في U.SA حول القاعدة الوراثية لاصناف بعض المحاصيل فوجد ان حوالي ٧٠% من هجن الذرة الصفراء هي اصلاً ناتجة من ٦ اصناف فقط. وحوالي ٦٥% من اصناف الرز هي ناتجة من اربعة اصناف فقط، وحوالي ٥٠% من اصناف الحنطة ناتجة من ٩ اصناف و٩٦% من اصناف البزاليا ناتجة من صنفين فقط و٧٠% 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 لابد من علاج لهذه الحالة وهواعتماد مصادر وراثية متعددة اكثر عند انتاج الصنف واطلاقه، ثم اعتماد مبدأ التطبع الضيق بحيث يكون هناك صنف او اكثر في كل منطقة زراعية بحيث اذا انتقلنا مسافة ١٠٠ – ١٥٠كم 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 .

القمح الشيلمي Triticale

استنبط ومنذ عشرات السنين محصول القمح الشيليمي وذلك من تضريب الشيلم (rye) = 2X مع حنطة الخبز (6X) وكذلك مع حنة المعكرونه (4X) .نتج من التضريبين الاول ذرية تحمل (4X) ومن الثاني (3X) ولكي يستقر النبات في صفاته ولاينعزل ، تمت مضاعفة لبذريتين لتصبحا (8X) و (6X) وكلاهما خصب ، ولازالت عدة اصناف تزرع منه في العالم ، خاصة في الترب الحدية الفقيرة الخصوبة ، وبذا فان كلا النوعين من التضريبين هما (alloploidy) . اما في مجال الخضر ، فمن بين امثلة ذلك انه تم الحصول على هجين من الرقي (3×) فهو عقيم ، وكان ذلك بهدف تسهيل تناول لب الرقي دون المضايقة من وجود بذوره مع اللب في الفم ، غير ان ذلك الهجين لم ينتشر في السوق الامريكية والاوربية ، وقد تم الحصول عليه من تضريب صنفين من الرقي احدهما (2×) والثاني (4×) .اما فيما يخص الفاكهة ، فكان من بين اوائل المنتجات الجديدة هو انتاج برتقال ابو السرة (navel orange) وهو كذلك عقيم البذور ، كذلك انتاج عنب عديم البذور وعقيم (3×) والمسمى Thompson seedless .ان هذا البرتقال المذكور والعنب يتم اكثارهما خضرياً ، ولايزالان ينتجان بصوره جيدة في الاسواق العالمية المختلفة . هذا ومع كون ان تكاثر البرتقال هو بالتطعيم والعنب بالاقلام ، ولكن مع ذلك تظهر بعض الثمار فيها بعض البذور ، ويعزى ذلك الى حدوث انحراف في استنتساخ المادة الوراثية من خلال mRNA فتظهر بعض الازهار خصبة ، فتعطي ثمارها بعض البذور .

ان حالة monosomic قد اعتمدت ولازالت تعتمد في الدراسات الوراثية ، وذلك لامكانية تشخيص جينات معينة على الكرموسوم المفقود ، وذلك باختفاء بعض الصفات . اذا كان الفرد ثنائي المجموعة (diploid) مثل Aa فان الامشاج الناتجة منه تكون A و a ، غير انه لو ضوعف جينوم هذا النبات واصبح (AAaa) فانه سيعطي امشاجاً من نوع واحد فقط هو Aa ، اما لو كانت التوليفة الجينية هي Aaaa فانه سيعطي نوعين من الامشاج هما aa و Aa وهذا لوراثة الجنين ، اما السويداء في هذا التركيب فانها ستكون اما Aaa او aaa وذلك بحسب طبيعة توزيع الجينات عند الانقسام الاختزالي .

هنالك اصطلاح يستخدم في دراسة وراثة النبات وكذلك في تربيته وهو karyotype ، وهو يتضمن دراسة الاحياء في الدراسات الخلوية ، وخاصة للافراد الناتجة من زراعة حبوب اللقاح او المتوك والتي تمت فيها مضاعفة الجينوم بأية طريقة .