جامعة المنيا
كلية الزراعة
قسم البساتين

تقنيات تربية وإنتاج تقاوى الخضر

Lab of Plant Breeding, Horticulture Department, Minia University, El-Minia, Egypt

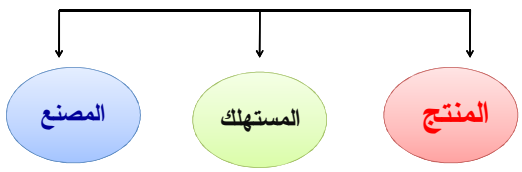
Lecture 1

INTRODUCTION

- علم تربية النبات.
- ما يجب مراعاته قبل بدء برنامج التربية.
- خطوات برنامج التربية.

- علم تربية النبات:

علم تربية النبات يهتم باستنباط أصناف جديدة تتلائم مع احتياجات وأغراض كل من:



المستهلك

- أصناف ذات صفات جودة عالية [لون – حجم – شكل – فترة التواجد طويلة ... الخ].

المصنع

- أصناف صالحة للتصنيع.

المنتج

- زراعة الأصناف عالية الإنتاج.
- الاصناف ذات الاحتياجات المنخفضة من الممارسات الزراعية.
  Low input cultivars
- زراعة الأصناف المرغوبة فى السوق المحلى والعالمى.

Introduction

❑ ما يجب مراعاته قبل بدء برنامج التربية:

يحتاج برنامج التربية إلى مدة لا تقل عن خمس سنوات وقد تصل إلى 25 سنة أو أكثر وبالتالى أشار Munger إلى بعض النقاط التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار قبل بدء البرنامج وهى:

1- معرفة احتياجات المنتج والمستهلك وأصحاب المصانع والوسيط فى مراحل الإنتاج والحصاد والتخزين والتصنيع.

2- دراسة مؤشرات التغير فى ذوق المستهلك لدواعى صحية أو اقتصادية.

3- التغير فى الممارسات الزراعية لدواعى اقتصادية.

Introduction

بعض اصناف الطماطم

Introduction

4- ظهور السلالات المرضية والحشرية الجديدة.

5- إضافة صفات واضحة مثل اللون والشكل مع الصفات الغير واضحة مثل القيمة الغذائية حتى يجذب المستهلك.

6- أن يكون المربى واقعيا فى أهدافه.

7- اختيار طريقة التربية السهلة للوصول إلى نفس الهدف.

8- مقارنة الوسائل المتاحة فى التغلب على المشكلة أو الوصول لنفس الهدف.

Introduction

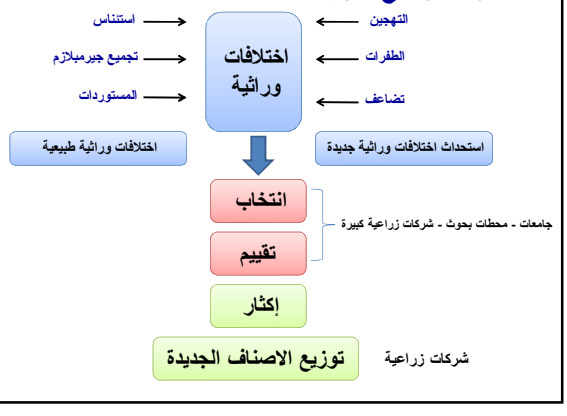
الوصول الي التركيب الوراثي المرغوب
Genotype

↓

التنوع الوراثي
Genotypic Variations

Introduction

❑ خطوات برنامج التربية (Singh 1983):



طرق تربية محاصيل الخضر
Methods of Vegetable Breeding

طرق تربية محاصيل الخضرذاتية التلقيح

- ❑ طرق تعتمد على الاختلافات الوراثية الطبيعية
- ❑ طرق تعتمد على استحداث اختلافات وراثية جديدة

تختلف طرق التربية التقليدية لمحاصيل الخضر طبقا لطريقة التكاثر:

عموما توجد طريقتان لتكاثر محاصيل الخضر

المراحل التى تمر بها النباتات المستوردة

بيت التفتيش Inspection

محطة الحجر الزراعى Quarantine Station

حدائق ومناطق للنباتات المستوردة لإكثارها ودراستها

إخطار المشتغلين بتربية النباتات بمواصفاتها وإرسال عينات منها متى طلبت.

❑ طرق تعتمد على الاختلافات الوراثية الطبيعية

١-الاستيراد Plant Introduction

يلجأ مربى النبات إلى استيراد البذور أو النباتات كإحدى الخطوات الأولية فى التربية وتدخل التراكيب الوراثية المستوردة فى الزراعة المحلية بثلاث صور كالتالي:

1- إما اكثارها ثم زراعتها مباشرة.
2- أو بعد الانتخاب.
3- أو بعد نقل بعض عوامله الوراثية المرغوبه.

يتضمن برنامج استيراد نباتات برية أو سلالات أو أصناف او غيرها من مصادر التراكيب الوراثية لمحصول معين Germplasm collections لجمهورية مصر العربية النقاط التالية:

1- إرسال بعثات من المشتغلين بتربية النباتات إلى الموطن الأصلى الذى ينتشر فيه المحصول المراد تحسينه.

2- تقوم هذه البعثات بإرسال البذور والنباتات إلى جمهورية مصر العربية.

3- تختبر هذه البذور والنباتات بمعرفة الحجر الزراعى الجمركى.

4- تزرع عينات منها فى حدائق العزل.

2- الاستئناس Domestication

الاستئناس عبارة عن إدخال بعض النباتات البرية والتى لم يسبق استخدامها أو زراعتها بمعرفة الإنسان بالزراعة المحلية كما هو الحال فى نبات الهوهوبا الذى يستخدم شمعه السائل (الزيت) الموجود فى بذوره (حوالى 50%) فى صناعة مواد للتجميل والتشحيم والأدوية.

3- انتخاب السلالة النقية Pure Line Selection

السلالة النقية

هى عبارة عن النسل الناتج من زراعة بذور نبات واحد متجانس وذاتى التلقيح ويميل جونز Jones إلى تعريف السلالة النقية على أنها الأخوات الناتجة من نبات واحد أو عدة نباتات ذات تركيب وراثى متشابه والتى لم يطرأ عليها أى تغير وراثى.

5- وتقييم البذور من حيث مقاومتها للأمراض والحشرات وصفات محصولها.

6- يجرى تقييم هذه النباتات المستوردة فى عدة محطات تجارب تكون موزعة فى شمال وشرق وغرب جمهورية مصر العربية.

7- ترسل المعلومات الخاصة بهذه النباتات إلى كل المشتغلين بتحسين النباتات على أن تتضمن وصفا مفصلا.

8- يجرى إكثار هذه النباتات سنويا للمحافظة عليها من الضياع.

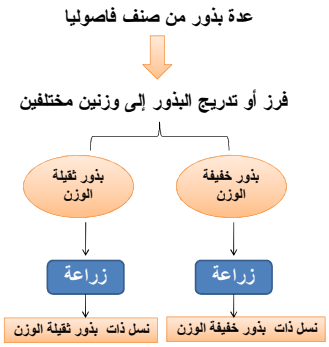
9- يقوم المشتغلون بتربية النباتات بدراسة هذه المعلومات ومحاولة الاستفادة منها.

النتائج المترتبة على تجارب Johansson:

أدت تجارب هذا الباحث إلى إبراز عدة حقائق نلخصها فيما يلى :

1- إمكان التمييز بين الاختلافات التى تورث والتى لا تورث بواسطة زراعة النسل.
2- أن التربية الذاتية تؤدى إلى التجانس.
3- أن الانتخاب لا يؤدى إلى خلق الاختلافات ولكن يؤدي الي عزلها.
4- أن الانتخاب فى مجموعة من النباتات بها اختلافات وراثية يؤدى إلى تغيير الصفة فى الأجيال التالية.
5- تؤكد تجارب هذا الباحث أن الأمل فى تحسين الأصناف التى توجد بها اختلافات كمية يعتبر ضعيفا إلا إذا استطاع الباحث التمييز بين الوراثة والبيئة.

دراسة الانتخاب Johansson



لنفرض أننا بصدد تحسين أحد أصناف الفول الرومى المنتشر بالزراعة المحلية وأن رغبة الزراع هى الحصول على سلالة من الفول الرومى ذات بذور كبيرة الحجم. ولعزل هذه السلالة يتبع الآتى :

1- يقوم مربى النبات بزيارة عدة مزارع كبيرة منزرعة بصنف الفول الرومى المراد تحسينه.
2- انتخاب عدة نباتات تمتاز بذورها بكبر الحجم ولنفرض أنه انتخب 10 نباتات من هذا الصنف.
3- زراعة البذور الناتجة من كل نبات على حده. كأن تزرع البذور الناتجة من نبات رقم 1 فى خط رقم 1 ، البذور الناتجة من نبات رقم 2 فى خط رقم 2 وهكذا.
4- حصاد كل خط على حده. ثم تقارن البذور الناتجة من الخطوط ببعضها وينتخب أحسن الخطوط ويستبعد الباقى.
5- تقارن السلالة المنتخبة بالصنف القديم وذلك فى تجارب مقارنة بها عدة مكررات.
6- فى حالة تفوق السلالة المنتخبة تزرع للإكثار وتعطى اسما جديدا ثم توزع على المزارع.
7- يمكن إتباع هذه الطريقة فى تحسين البسلة واللوبيا والفاصوليا والطماطم والباذنجان وغيرها.

طريقة إجراء انتخاب السلالة النقية في الخضر ذاتية التلقيح

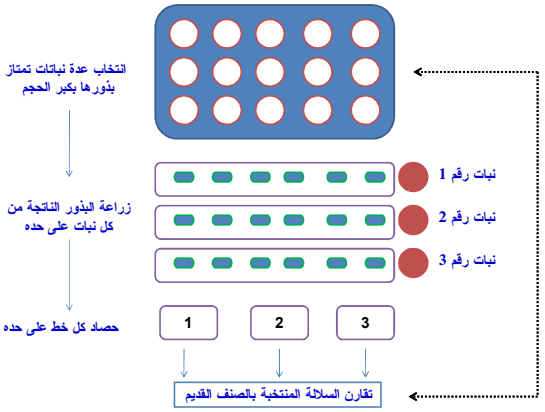
البسلة واللوبيا والفاصوليا والطماطم والباذنجان .....

?

أسس الانتخاب فى السلالة النقية

إذ أن الأساس فى انتخاب البذور هو الحجم ، فقام المربى بانتخاب النباتات التى تحمل بذورا كبيرة الحجم واستبعد البذور صغيرة الحجم.

إذا قام المربى بزراعة النسل الناتج من النبات الواحد ثم قارنه بالنسل الناتج من النباتات الأخرى.



مزايا طريقة انتخاب السلالة النقية

1- تعتبر هذه الطريقة من الطرق العلمية التى تتبع للمحافظة على نقاوة الأصناف ذاتية التلقيح.

2- ينصح باستعمال هذه الطريقة عندما يراد تنقية الأصناف المنتشرة فى الزراعة المحلية وقد اتبعها Munger عند نقاوة صنف فاصوليا Perry Marrow Bean.

عيوب طريقة انتخاب السلالة النقية

1- يعتبر التحسين بطريقة السلالة النقية عرضه للخلط.

2- قد لا يكون الاعتماد على تركيب وراثى واحد مرغوبا.

مدى أهمية طريقة التحسين بانتخاب السلالة النقية:

يعتبر انتخاب السلالة النقية غير ذات قيمة فى البلاد المتقدمة مثل أمريكا لنقاوة الأصناف بينما ذات أهمية بالغة فى البلاد النامية والتى يوجد بها أصناف عرضه للخلط بواسطة الزراع أو التى لم تحسن منذ زمن طويل وتراكمت فيها الاختلافات الوراثية نتيجة حدوث الطفرات وحدوث نسبة من التلقيح الخلطي الطبيعي.

طريقة الانتخاب الاجمالي فى النباتات ذاتية التلقيح مثل الطماطم والبسلة والخس:

4- الانتخاب الاجمالي Mass Selection

تعتبر طريقة الانتخاب الاجمالي من الطرق السريعة فى تربية اصناف وسلالات وعشائر محاصيل الخضر الذاتية المنتشرة منذ زمن بعيد مثل الملوخية والفول الرومي (الموروثات) ولم تحل محلها الاصناف الحديثة فى الزراعة المحلية.

1- أن يقوم مربى النبات بزيارة أحد مزارع الطماطم الكبيرة المنزرعة بالصنف المراد تحسينه.

2- يقوم مربى النبات بإجراء الانتخاب فى مجموعة نباتات (200 – 2000) من هذا الصنف.

3- يقوم بانتخاب عدة نباتات من الطماطم تمتاز بأنها تحمل ثمارا ملساء وتكون ذات محصول مرتفع... الخ.

4- يقوم مربى النبات باستخراج البذور بعد نضج الثمار.

5- تحفظ بذور النبات الواحد بعد استخراجها فى كيس واحد.

طريقة الانتخاب الاجمالي فى النباتات ذاتية التلقيح مثل الطماطم والبسلة والخس:

لنفرض مثلا أننا بصدد تحسين أحد أصناف الطماطم المنتشرة بالزراعة المحلية منذ مدة طويلة وأن هذا التحسين يتعلق بانتخاب نباتات تحمل ثمارا ملساء بدلا من الثمار المفصصة وذلك نظرا لرغبة المستهلك فى الثمار الملساء. فيستحسن إتباع الآتى :

مزايا طريقة الانتخاب الاجمالي

1- إن طريقة الانتخاب بالجملة تعتبر من الطرق المنتشرة فى التربية وذلك للمحافظة على نقاوة الأصناف.

2- هذه الطريقة تعتبر من الطرق الاقتصادية فى برامج التربية خصوصا فى حالة الدول النامية

3- تتبع هذه الطريقة فى تحسين النباتات ذاتية التلقيح التى بها نسبة مرتفعة من الخلط مثل الفلفل- الفول الرومى .. الخ ، وذلك بقصد الحصول على أصناف من تلك المحاصيل تكون صادقة فى تربيتها Breed True

6- تزرع البذور لتعطى شتلات ثم تزرع هذه الشتلات فى تجربة وينتخب الافضل على اساس مظهري على أن تشتمل هذه التجربة على الصنف القديم المنتشر فى الزراعة المحلية.

7- تجري تجربة مبدئية لمقارنة بين النباتات المنتخبة والصنف المنتشر محليا من حيث ملمس الثمار والمحصول على أن تدخل فى المقارنة اعتبارات أخرى مثل التجانس والمقاومة للأمراض والحشرات ... الخ.

8- فى حالة تفوق النباتات المنتخبة يمكن إكثارها وتوزيعها على عدة مناطق وبعض المزارعين .

عيوب طريقة الانتخاب الاجمالي

1- اذا كانت درجة التوريث Heritabilityللصفة المراد الانتخاب لها منخفضة ، فإن طريقة الانتخاب بالجملة تعتبر غير فعالة للحصول على سلالة أو صنف به الصفة المراد الانتخاب من أجلها.

2- تعتمد طريقة الانتخاب بالجملة على الاختلافات الموجودة فى الصنف المراد تحسينه ، وفى حالة عدم وجود اختلافات فى الصنف فإن فرصة تحسينه تكون قليلة.

4- ينصح الباحثون بإتباع طريقة الانتخاب الاجمالى فى النباتات التى يدل شكلها الظاهرى على تركيبها الوراثى Phenotype reflect the genotypeأو تلك النباتات التى تتأثر فيها الصفة المراد التحسين من أجلها تأثيرا بسيطا بالعوامل البيئية.

5- يمكن إتباع طريقة الانتخاب الاجمالى لانتخاب أو المحافظة على النباتات خالية من المرض.

مدى الاستفادة من الانتخاب الاجمالي

تتوقف درجة الاستفادة من الانتخاب الاجمالي على عدة عوامل منها :

- درجة التوريث.
- الفرق بين متوسط محصول الآباء ومتوسط محصول مجموع النباتات Selection Differential.

أسباب بطء التغير نتيجة الانتخاب الاجمالي

قد يرجع بطء تحسين أو تغيير الأصناف القديمة نتيجة لاستعمال الانتخاب الاجمالي إلى عدة عوامل منها :

- عدم المقدرة على التمييز بين التأثيرات الوراثية والبيئية عند زراعة النسل الناتج منفصلا وبعيدا عن بعضه.
- عدم تجانس النباتات المنتخبة Heterozygous

ملخص المحاضرة الأولي

- علم تربية النبات.
- ما يجب مراعاته قبل بدء برنامج التربية.
- خطوات برنامج التربية.
- طرق تربية محاصيل الخضرذاتية التلقيح.

✓ طرق تعتمد على الاختلافات الوراثية الطبيعية

1- الاستيراد Plant Introduction
2- الاستئناس Domestication
3- انتخاب السلالة النقية Pure Line Selection
4- الانتخاب الاجمالي Mass Selection

Lecture 2

طرق تربية محاصيل الخضرذاتية التلقيح

- طرق تعتمد على الاختلافات الوراثية الطبيعية
- طرق تعتمد على استحداث اختلافات وراثية جديدة

طرق تربية محاصيل الخضرذاتية التلقيح

- طرق تعتمد على الاختلافات الوراثية الطبيعية
- طرق تعتمد على استحداث اختلافات وراثية جديدة

شروط الانتخاب بطريقة النسب

○تحديد الغرض بدقة ○اختيار الاباء

1 2

❑ طرق تعتمد على استحداث اختلافات وراثية جديدة

1- الانتخاب بطريقة النسب Pedigree Selection

تتبع هذه الطريقة فى النباتات ذاتية التلقيح مثل الطماطم والباذنجان والفلفل والفول الرومى واللوبيا والفاصوليا والباميا والخس ... الخ.

هذا مع العلم بأن انتخاب النبات الواحد لا يزال هو القاعدة المعمول بها لأن التجانس لم يصل إلى أقصاه فى هذا الجيل وفى هذا الجيل يكون الاختلاف واضحا بين العائلات المختلفة وعلى هذا الأساس يكون عدد النباتات المنتخبة قليلا.

الجيل الخامس

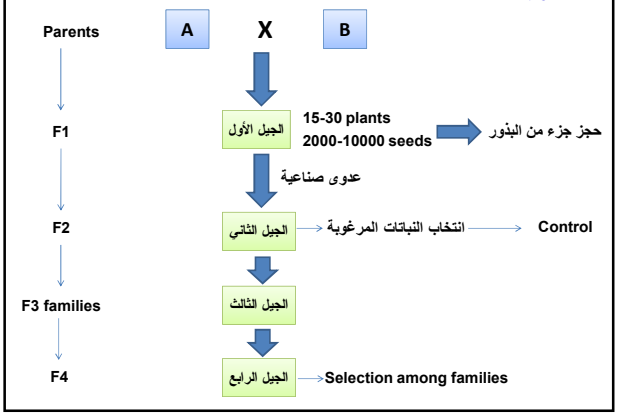
الجيل السادس

الجيل السابع

الجيل الثامن الى العاشر

تقارن نباتات السلالات الجديدة من عدة وجوه مثل الجودة والمحصول والمقاومة للمرض... الخ. تمهيدا لتوزيعها علي المزارعين

طريقة الانتخاب بالنسب



مميزات طريقة انتخاب النسب

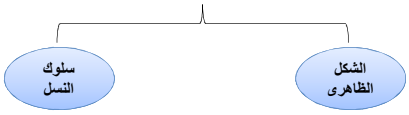
❖تمتاز طريقة الانتخاب بالنسب فى أنها تعطى مربى النبات سجلا كاملا للنباتات المنتخبة وبالتالى يسهل عليه دراسة بعض الصفات الوراثية.

❖تظهر مهارة المربي.

❖ يمكن الاستفادة من ظاهرة الانعزال فائق الحدود.

❖تعطي فرصة للتخلص من النباتات ذات الصفات الرديئة في الاجيال المبكرة.

القواعد التى يتم عليها انتخاب النسب



(طول النبات-اللون-شكل الورقة- التبكير- مقاومة الامراض)

✓ ويجب ملاحظة ان الانتخاب لصفة المحصول في الاجيال الانعزالية الاولي (2-4) غير فعال لانها صفة ذات قيمة وراثية منخفضة .

2- انتخاب التجميع Bulk Population Selection

احداث تربية داخلية حتي حدوث مستوي مقبول من التجانس

تشبه انتخاب النسب وتختلف عنها

فتزرع كل البذور الناتجة من الجيل الثانى لإنتاج الجيل الثالث ثم زراعة كل البذور الناتجة من الجيل الثالث وذلك لإنتاج الجيل الرابع وهكذا. ويجرى الانتخاب فى الجيل السابع للنباتات التى تحمل الصفات المرغوبة.

عيوب طريقة انتخاب النسب

من عيوب هذه الطريقة أنها تحتاج إلى وقت طويل لإنتاج الصنف الجديد كما أنها تحتاج إلى حفظ سجلات كثيرة ومكلفة ويمكن فقد تراكيب مرغوبة بسهولة في الاجيال المتقدمة وتحتاج الي مربي ماهر.

اعتبارات وراثية

التكرار الجيني للعشيرة المنتخبة بهذه الطريقة يعتمد علي اربع عوامل ترتبط بالانتخاب الطبيعي وهي

1- القدرة الوراثية علي انتاج بذور.

2- القدرة التنافسية للنبات المنتخب.

3- تأثير الظروف البيئية علي صفات النبات المنتخب.

4- حجم العينة المستخدمة في الاكثار في كل جيل.

لهذه الاسباب بعض التراكيب الوراثية المرغوبة قد تفقد اثناء الانتخاب من جيل الي جيل.

مزايا انتخاب التجميع

تتلخص فى أنها طريقة اقتصادية علاوة على سهولة تداول النباتات فى الأجيال المختلفة.

أغراض انتخاب التجميع

1- عزل سلالات نقية باقل مجهود وارخص تكاليف.

2- انتظار حدوث فرصة الانتخاب وبالتالي يستمر زراعة العشيرة حتي حدوث الظروف الغير طبيعية (حرارة مرتفعة- انتشار مرض معين-امطار .....) ويتم الانتخاب.

3- تسمح بالانتخاب الطبيعي لتعديل العشيرة.

عيوب الانتخاب التجميعي :

1- التغيرات المناخية من موسم الي موسم تؤدي الي ظهور تراكيب وراثية مختلفة.

2- اقل كفاءة من انتخاب النسب في الصفات ذات القيمة الوراثية المرتفعة.

3- لاتجدي مع الصفات التي تتأثر بالمنافسة.

4- العشيرة النهائية قد تكون اقل محصوليا رغم توافقها مع ظروف المنطقة التي تم عمل البرنامج بها.

مميزات الانتخاب التجميعي:

1- عدم الحاجة لسجلات

2- سهولة الاجراء لعدد اكبر من التهجينات

3- اعطاء الفرصة للانتخاب الطبيعي

4- افضل من طريقة الانتخاب بالنسب

5- تساعد علي الاحتفاظ بعدد كبير من التراكيب الوراثية

6- يمكن ان تجري علي تراكيب غير مؤقلمة

الشروط الواجب توافرها لنجاح برنامج التربية بالتهجين الرجعى:

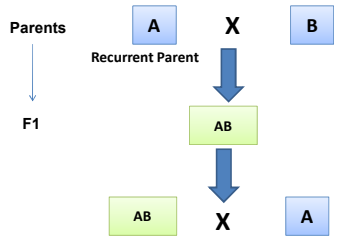
1- ضرورة وجود أب تجارى مناسب يستعمل فى التهجين الرجعى لعدة أجيال.

2- ضرورة تأكد مربى النبات من استمرار المحافظة على تركيز مناسب من الصفة المراد نقلها خلال عدة أجيال من التهجين الرجعى.

3- ضرورة استعمال عدة تهجينات رجعية حتى يتمكن من جعل الصنف المستنبط يشبه الأب التجارى بدرجة كبيرة.

3- التهجين الرجعى Backcross Breeding

تتلخص طريقة التهجين الرجعى فى تلقيح صنفين أ ، ب أحدهما وهو (أ) صنف تجارى منتشر بالزراعة المحلية وصفاته مرغوبة ولكن يفتقر الى صفة أو أكثر توجد فى الصنف (ب) ثم تلقيح التهجين (أب) بالأب الرجعى التجارى (أ) والذى يسمى بالـ Recurrent Parent لعدة أجيال.



طرق إجراء التهجين الرجعى:

أولا: فى حالة ما إذا كانت الصفة المراد نقلها ترجع إلى عامل وراثى واحد وسائد.

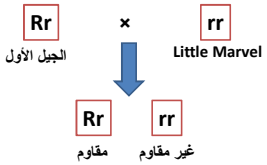
ثانيا: نقل صفة ترجع إلى عامل وراثى بسيط ومتنحي.

طرق إجراء التهجين الرجعى:

أولا: فى حالة ما إذا كانت الصفة المراد نقلها ترجع إلى عامل وراثى واحد وسائد.

ثانيا: نقل صفة ترجع إلى عامل وراثى بسيط ومتنحي.

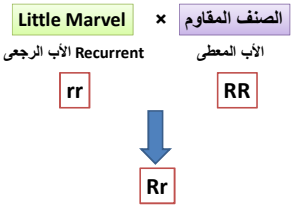
تزرع البذور الناتجة من الجيل الأول وأثناء إزهار النباتات تنتخب عدة براعم زهرية وتخصى ثم تلقح بحبوب لقاح من صنف الـ Little Marvel الذى يعتبر فى هذه الحالة بمثابة الأب الرجعى وتزرع البذور الناتجة فى بيئة بها عدوى صناعية فتلاحظ أن بعض البادرات قد أصيب بالذبول بينما بقى الآخر دون إصابة كما هو موضح فيما يلى :



تنتخب النباتات المقاومة والتى تشبه الأب الرجعى ودرجة التشابه هى 75% ويطلق على هذه النباتات بالهجين الرجعى الأول BC1.

تحسين أحد أصناف البسلة
Little Marvel

وأردنا إكسابه صفة المقاومة للذبول وأن المقاومة ترجع على عامل وراثى واحد وسائد سنرمز إليه بالرمز R نسبة إلى كلمة Resistant أى مقاوم. وللقيام بالتهجين الرجعى يتبع الآتى:



ونباتات الجيل الأول تشبه صنف الـ Little Marvel ونسبة الشبه 50%

طرق إجراء التهجين الرجعى:

أولا: فى حالة ما إذا كانت الصفة المراد نقلها ترجع إلى عامل وراثى واحد وسائد.

ثانيا: نقل صفة ترجع إلى عامل وراثى بسيط ومتنحي.

75 % BC1

87.5 % BC 2

92.5 % BC 3

96 % BC 4

98 % BC 5

BC 6

تلقح نباتات الجيل الرجعى السادس المقاومة تلقيحا ذاتيا فيحدث لها انعزال كالآتى :
RR 1 Rr 2 rr 1 وذلك لإنتاج الجيل الثانى من التهجين الرجعى السادس ويتبع ذلك إنتاج الجيل الثالث والرابع من التهجين الرجعى السادس.
يقوم المربى باكثار النباتات المتجانسة RR والمقاومة للذبول وتعطى اسما جديدا وتوزع على الزراع.

مزايا التهجين الرجعى :

1- لا تحتاج الأصناف الناتجة من التهجين الرجعى إلى اختبارات تقييم من حيث الملائمة للبيئة والجودة والصفات الأخرى ، وذلك لأن الصنف الناتج يشبه التجارى المنتشر فى المنطقة ويتفوق عليه فى صفة أو صفتين أضيفت غليه بواسطة التهجين الرجعى.

2- لا تحتاج الأصناف الناتجة إلى اختبارها فى تجارب تقييم وذلك قبل توزيعها على الزراع.

3- ليس هناك احتمال أن يكون الصنف الناتج من برنامج التهجين الرجعى أقل قيمة من الصنف المنتشر فى الزراعة.

4- تتطلب طرق التهجين الرجعى أعداد قليلة من النباتات عكس طريقة انتخاب النسب.

ثانيا: نقل صفة ترجع إلى عامل وراثى بسيط ومتنحي

تشبه هذه الطريق ما سبق ذكره فى حالة نقل صفة سائدة ولكن تختلف عنها فى ضرورة قيام مربى النبات بتلقيح النباتات المهجنة رجعيا تلقيحا ذاتيا وذلك عقب كل تهجين رجعى حتى تظهر الصفة المتنحية فيقوم بانتخابها.

Lecture 3

عيوب التهجين الرجعى :

1- لابد من توفر صنف جيد منتشر فى الزراعة ويحتاج هذا الصنف على تحسين صفة واحدة من صفاته مثل المقاومة للمرض أو غير ذلك. وربما الصنف المرغوب المنتشر فى الزراعة اليوم قد لا يكون مرغوبا بعد 10 سنوات مثلا.

2- احتمال نقل عوامل وراثية غير مرغوبة وذلك أثناء نقل الصفة المرغوبة نظرا لارتباط الصفة غير المرغوبة بالصفة المرغوبة.

3- قد يؤثر التركيب الوراثى للأب التجارى على الصفة المراد نقلها إليه رغم أن الصفة ترجع على عامل وراثى بسيط وبالتالى لا يمكن نقلها بواسطة التهجين الرجعى.

وتتلخص طرق التربية في مجموعتين من الطرق:

1- تحسين العشيرة بزيادة التكرار الجيني للتراكيب المرغوبة وتشمل الانتخاب الاجمالي وكذلك انتخاب النسل او زراعة بذور النبات الواحد في خط منفصل والانتخاب المتكرر.

2- انتاج الهجن والاصناف التركيبية.

طرق تحسين النباتات خلطية التلقيح

يمثل كل نبات من نباتات الخضر خلطية التلقيح تركيب وراثي منفرد عما يجاورة تحت ظروف التلقيح العشوائي التام وتتأثر النباتات الخلطية بالتربية الذاتية تأثيرا شديدا في معظم الاحوال.

ومن طرق الانتخاب:

1- الانتخاب الفردي

واستخدامة محدود في النباتات الخلطية ولكن اشارت الدراسات الي نجاح هذة الطريقة في انتخاب نبات واحد من الخيار الياباني مقاوم للبياض الدقيقي تحت ظروف الزراعة المصرية.

تحسين العشيرة

الانتخاب

يجب ان نعلم ان التركيب الوراثي للنبات الواحد قليل الاهمية وخاصة في برامج تحسين العشائر والاهم هو التكرار الجيني للجينات الهامة التي تحدد قيمة العشيرة.

3- انتخاب النسل

(نورة – نبات – كوز ذرة سكرية) حيث يزرع نسل كل الثمار المتكونة علي النبات المنتخب في خط منفصل ويعاد انتخاب احسن النباتات وتزرع بذورة في الموسم التالي في خط منفصل مع تسجيل سلوك النسل من جيل لاخر وينتخب منها النباتات الممتازة وتخلط بذورها كنسل لكل تركيب متفوق وتكرر نفس الخطوات لعدة اجيال.

2- الانتخاب الاجمالي

اقدم الطرق وتعتمد علي انتخاب النباتات علي اساس الشكل الظاهري وتركها للتلقيح المفتوح ثم حصاد البذور وخلط بذور المنتخبة لزراعتها في الموسم الثاني وبالتالي يتم الانتخاب للامهات فقط ولايوجد تحكم في حبوب اللقاح. تتكرر الدورة الانتخابية عدة مرات لزيادة التكرارات الاليلية المرغوبة ويجب ان ننتخب عدد كبير من النباتات حتي لايحدث تربية داخلية.

ويؤخذ على طريقة استنباط هذه السلالات من المحاصيل المفتوحة التلقيح Open pollinated

أنها لا تؤدى إلى الحصول على سلالات مرغوبة. لهذا لجأ المربى إلى تهجين سلالتين ممتازتين ناتجتين من التربية الذاتية لأصناف مفتوحة التلقيح ثم إجراء الانتخاب فى الأجيال المنعزلة وقد أدت هذه الطريقة إلى الحصول على بعض التحسينات فى السلالات ولكن لم تتفوق هجنها بدرجة ملحوظة على هجن السلالات الأصلية.

4- الانتخاب المتكرر Recurrent Selection

يلزم عند إنتاج هجن محاصيل الخضر خلطية التلقيح بانتخاب النباتات المرغوبة من مجموعة نباتات خلطية ، ثم تربية هذه النباتات تربية ذاتية لعدة أجيال حتى الوصول إلى درجة عالية من التجانس Homozygosis ثم يقوم مربى النبات باستعمال أحسن السلالات Inbred فى إنتاج الهجن.

ويقصد بالانتخاب المتكرر بأنه إعادة الانتخاب فى جيل بعد جيل مع ترك النباتات المنتخبة لتلقح بعضها intercross فيؤدى ذلك إلى ظهور تركيبات جديدة من النباتات Recombination.

مميزات الانتخاب المتكرر:

يمتاز الانتخاب المتكرر بأنه يحافظ على الاختلافات الوراثية فى مجموعة النباتات الداخلة فى برنامج التربية كما أنه يسمح فى نفس الوقت بزيادة نسبة العوامل الوراثية المرغوبة عن طريق ظهور التركيبات المرغوبة.

ولقد تشكك مربى النبات فى كفاءة طريقة التربية الذاتية فى عزل سلالات ممتازة تستعمل فى إنتاج الهجن. ومن المعروف أن عزل السلالات الممتازة من النباتات مفتوحة التلقيح يتوقف على:

1- نسبة التركيبات الوراثية المرغوبة الموجودة فى مجموعة من النباتات غير المتجانسة والتى تستعمل كمصدر لعزل السلالات.

2- كفاءة الانتخاب فى نسبة العوامل الوراثية أثناء التربية الذاتية.

استخدام الهندسة الوراثية فى تربية الخضر

طريقة الانتخاب المتكرر:

1- يجرى انتخاب بعض النباتات من محاصيل الخضر التى تلقح خلطيا مثل البصل أو الجزر أو قرع الكوسة أو الخيار ... الخ على أن تكون من الأصناف المفتوحة التلقيح.

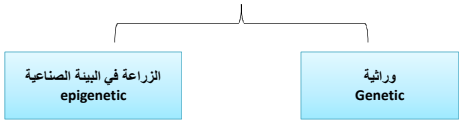
2- تلقيح بعض النباتات المتجانسة تلقيحا ذاتيا ثم تنتخب هذه النباتات بالنسبة لبعض الصفات المرغوبة.

3- تستبعد بعض النباتات غير المتجانسة لبعض الصفات المرغوبة.

4- يجرى إكثار النباتات المنتخبة وذلك بزراعة بذورها الناتجة من التلقيح الذاتى.

5- تعمل تلقيحات عديدة بين النباتات المنتخبة ، ويجرى مثل هذا التلقيح إما باليد Intercross وفى حالة تعذر ذلك تزرع النباتات المنتخبة فى ارض معزولة وتترك لتلقح بعضها بالحشرات أو الرياح...

Somaclonal Variation



زراعة الأنسجة Tissue Culture

يستفاد من مختلف أنواع مزارع الأنسجة في تحقيق أهداف برامج التربية. وتعد مزارع البروتوبلاست من أهم الوسائل المستخدمة لنقل الصفات المرغوب فيها من نوع نباتي الي اخر دونما الحاجة الي اجراء الهجن الجنسية.

كما تستخدم مزارع الأنسجة علي نطاق واسع في عمليات الانتخاب لمقاومة الأمراض.

استخدام زراعة الأنسجة في التربية لمقاومة الأمراض

تباينات المزارع Somaclonal Variation

تعتبر مزارع الأنسجة النباتية في الوقت الحاضر أحد المصادر الهامة للحصول علي تباينات وراثية مفيدة. وقد أطلق علي التباينات التي تظهر مع مزارع الأنسجة اسم تباينات السلالات الجسمية Somaclonal Variation .

Lecture 4

Genetic transformation

✓وكانت أول خطوة لحدوث التغير الوراثى بواسطة Aocki فى عام 1969.

✓حينما تمكن من برهنة أن بروتوبلاست ورقة الدخان أمكن إصابتها بـــRNA معزول من TMV.

❑أما أول محاولة لتغيير التركيب الوراثى ترجع إلى Uchimiya فى عام 1977.

حينما عامل نبات غير مقاوم لفيروس TMV بواسطة DNA نقى مأخوذ من نبات دخان مقاوم له ولكن لم يحصل على نباتات مقاومة تحت ظروف التجربة.

استخدام الهندسة الوراثية فى تربية الخضر

- ❑ تغيير التركيب الوراثى Genetic transformation بواسطة DNA معزول من البكتريا معروف منذ 1944 بمعرفة Avery ومعاونه.
- ❑ ولقد مرت عقود قبل إمكان استخدامها فى النباتات الراقية وزادت الفرصة حينما أمكن إنتاج نبات كامل من خلية واحدة بمعرفة Vasil وآخرون عام 1965.
- ❑ كما أن الفرصة قد زادت حينما تمكن Cockintg فى عام 1960 من تحضير بروتوبلاست Protoplast بواسطة الهضم الانزيمى بعدا عن جدار الخلايا ثم نجح فى زراعة البروتوبلاست الخاص بالنباتات الراقية.

➢ هذا ومن الضرورى تواجد الـــ Leghemoglobin حتى يقوم بتثبيت النتروجين فى العقد الجذرية وذلك فى المحاصيل البقولية.

➢ أما المحاصيل الأخرى التى لا تثبت النتروجين فهى تخلو منه. وربما يرجع ذلك إلى أن العامل الوراثى المسئول عن تصنيعه لا يوجد فى تلك المحاصيل

وبالتالى فإن نقل العامل الوراثى المسئول عن تصنيعه من محاصيل بقولية إلى محاصيل أخرى يبدو محتملا ومن الأمور المرغوبة التى يتطلع إليها الجميع.

ولذلك أمكن فهم المعلومات الأساسية الخاصة بإحداث التغيير الوراثى وكيفية التحكم فى تغيير العوامل الوراثية نفسها.

فول الصويا

➢يتم تصنيع Leghemoglobin فى العقد الجذرية التى تقوم بتثبيت النتروجين من الجو بواسطة بكتريا الريزوبوم Rhizobum.

➢ويوجد ثلاث مركبات للـــ Leghemoglobin بالرموز C_1 , C_2 , a

➢ والفرق بين C ، a عبارة عن ستة أحماض أمينية بينما يختلف C_1، C_2فى حمض أمينى واحد.

➢ هذا ويعتبر الـ Leghemoglobin فى فول الصويا مسئولا عن تصنيع 20 % من البروتين.

➢لذلك قام ماركر Marker ومعاونوه بعزل خمسة جينات مختلفة من الكروموزوم تعتبر مسئولة عن تصنيعه.

ولقد ثبت من التحليل ان احدها هو العامل الوراثى المسئول عن تصنيع (C) Leghemoglobin ولا يزال العمل مستمرا لمحاولة إدخاله فى المحاصيل التى تخلو من العقد الجذرية والتى لا تثبت النتروجين من الجو.

طرق فصل وتحضير الـــ DNAمن النباتات

How to isolate or Extract the DNA from Plants?

استخدام طريقة زراعة الأنسجة Tissue Culture لإحداث الطفرات

وتتلخص هذه الطريقة فى إمكان تكاثر الأنسجة المرستيمية أو البـــرعم الصـــغير أو جزء من الورقة أو خلية تكاثرا خضريا سريعا وذلك بوضعها فى بيئة مغذيـــة خاصـــة وإمدادها بمتطلبات النمو من الضوء وحرارة ورطوبة وهرمونـــات ومنظمـــات النمـــو اللازمة لتكاثرها.

استخدام طريقة دمج البروتوبلاست فى تربية الخضر

أوضح جوردان Jourdan عام 1989 أن تجارب دمج البروتوبلاست فى الـــ 15 سنة الأخيرة قد أظهرت أنه بالرغم من إمكان دمج بروتوبلاست أى خليتين وتكوين خلية واحدة إلا ان النجاح للوصول إلى نبات طبيعى خصب لا يتم إلا إذا كانت هناك قرابة بين نواة أباء الأنواع المستعملة فى عملية الدمج وحتى لو تم هذه النجاح ربما يكون النبات الناتج عقيما نتيجة لعدم التوافق الوراثى بينهما.

✓ فالسلالة الخضرية Smoaclonal هى النباتات التى نتجت عند إكثارها بطريقة زراعة الأنسجة وتشترك معا فى تركيب وراثى معين وهى تختلف فى تركيبها الوراثى عن الأصل الخضرى الذى أخذت منه قبل إكثاره بطريقة زراعة الأنسجة.

ويعزى سبب الاختلافات الوراثية إلى:

1- أن النسيج الخضرى المأخوذ من النبات الأصلى ربما قد حدثت به تغيرات وراثية.

2- أن طريقة زراعة الأنسجة نفسها ربما تؤدى إلى انتقال المواد المتحركة Transposable elements وبالتالى انكسار الكروموسوم وتشوهه وحدوث الطفرات.

➢ومن المفروض أن هذه الطريقة تعطى نباتات بأعداد كبيرة وصادقة لنوعها True Type وخالية من الأمراض.

غير أنه منذ حوالى 20 عاما قد لاحظ كثير من الباحثين أن هذه الطريقة تحدث تغييرات وراثية واعتبرت فى ذلك الوقت غير مرغوبة لدى الكثير لاهتمامهم بالحصول على سلالات خضرية Clones صادقة لنوعها أى شبيهة للأم ولكن فى العصر الحديث اعتبرت الاختلافات التى تحدث نتيجة لطريقة تكاثر الأنسجة أنها من التغيرات الوراثية المرغوبة.

هذا وتضم الاختلافات الجسمية Somaclonal Variation كل الاختلافات الناتجة من السلالة الخضرية فى البيئة المغذية وتشتمل:

- إما على طفرة فردية Single mutation
  - طفرة فى عامل وراثى واحد Point mutation
  - اختلاف فى أعداد أو تشوهه الكروموزومات
- العوامل الوراثية المتعددة فى حالة الصفات الكمية

✓ ولقد بدأت كثير من الدراسات تأخذ مجراها لإحداث الاختلافات الوراثية وذلك بزراعة جزء من أنسجة النبات على بيئة مغذية واختيار النباتات الناتجة للتعرف على الطفرات المفيدة

✓ ليس هذا فقط بل تعداه إلى التحكم لحد ما فى التغيرات غير المرغوبة وذلك بإدخال عامل الانتخاب Selective agent فى البيئة المغذية (مثل تركيبات ملوحة مختلفة للانتخاب لتحمل الملوحة).

وبذلك تترك الفرصة للطفرة المرغوبة للظهور وبالتالى إمكان التعرف عليها.

ولقد استخدمت تلك الطريقة عند الانتخاب للمقاومة للمبيدات أو السموم أو الملوحة وغيرها.

ولقد أوضحت هيوج Hughes عام 1986 بعض الأمثلة لطفرات تم الحصول عليها:

- الطماطم
- البطاطس
- الكرفس

وتختلف نسبة حدوث الطفرات

جنس ونوع النبات

وعمر البيئة المستعملة

ونوع منظمات النمو والهرمونات ونسبتها لبعضها

ونوع الضوء وقوته وكثافته

Lecture 5

إنتاج الهجن

Production of Hybrids

أصبح الحديث عن إنتاج الهجين حديثا هاما بين المزارعين بعد النجاح الذى تم تحقيقه فى إنتاج محصول عالى متجانس زاد زيادة معنوية عن زراعة الأصناف مفتوحة التلقيح نتيجة وجود ما يسمى بقوة الهجين.

قوة الهجين Hybrid Vigor أو الـ Heterosis

تلك هى الظاهرة التى تنتج عند تهجين سلالات نقية ببعضها Pure Lines أو سلالات من نباتات خلطية التلقيح Inbred Lines أو سلالات خضرية Clones أو تهجين أصناف ببعضها أو أنواع ببعضها أو أجناس ببعضها أو هجن بعضها.

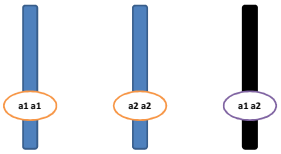
تفسير قوة الهجين

- تفسيرات وراثية
- تفسيرات فسيولوجية

أولا: التفسيرات الوراثية

1- تداخل العوامل الآليلة

السيادة المتفوقة Overdominance



يتفق أغلب المشتغلين بعلم الوراثة على أن قوة الهجن ترجع إلى عدم التجانس فإذا كان هناك آليل a_1 وآليل آخر a_2 لمكان واحد عى الكروموسوم فإن الكائن الحى الذى يحتوى على التركيب $a_1 a_2$ يتفوق على ذلك الكائن الذى تركيبه $a_1 a_1$ أو $a_2 a_2$.

2- التداخل بين العوامل السائدة:

نظرية العوامل السائدة Dominance

❑ويؤكد كثير من علماء الوراثة أن شرح قوة الهجين لا تتطلب ضرورة وجود ظاهرة السيادة المتفوقة ولكن يمكن إيضاحها على أساس نظرية العوامل السائدة Dominance وهذه العوامل من شأنها المساعدة على قوة النمو وأن هناك نظير أو مقابل لهذه العوامل يعرف بالعوامل المتنحية والأخيرة تساعد على ضعف النمو.

❑هذا ونعلم من مناقشتنا لموضوع التربية الذاتية أن هناك بعض العوامل المتنحية تتراكم داخل الكائن الحى وذلك نظرا لأنها تكون مختفية بواسطة العوامل السائدة وأن التربية الذاتية تؤدى إلى تجانس العوامل الوراثية وعزل العوامل المتنحية وبالتالى استبعادها.

ثانيا: التفسيرات الفسيولوجية

يميل بعض العلماء إلى تفسير ظاهرة قوة الهجن على أسس فسيولوجية

- أشبى Ashby حيث عزيت قوة الهجن إلى كبر حجم الجنين فى الهجين.
- ويعتبر سبريج Sprague أن قوة الهجين ترجع إلى سرعة نموه بدرجة أكبر من سرعة نمو البادرات أو الآباء الداخلة فى هذا الهجين ، خصوصا فى مراحل النمو فى طور البادرة.
- أوضح كزلباك Kiesscibach أن من مظاهر قوة الهجن فى الذرة تفوقه فى كبر قطر العود عند القاعدة وزيادة عدد الحزم الوعائية الليفية وزيادة فى عدد وطول وقطر خلايا النخاع فى العود وكذلك زيادة وزن الحبوب وزيادة نسبة الاندوسبرم وكذلك نسبة الجنين ونسبة غطاء الحبوب.

سلالتين من البصل

سلالة (أ) aa BB cc DD

X

سلالة (ب) AA bb CC dd

الجيل الأول

Aa Bb Cc Dd

وإذا فرض كانت العوامل المتنحية بكل سلالة على حده من شأنها عدم تشجيع النمو فإن هذا التأثير سيتلاشى فى الجيل الأول وأن وجود العوامل السائدة المختلفة على أماكن مختلفة فى الكروموسوم سيؤدى إلى التضخم الهجينى بدرجة أكبر مما هو موجود فى السلالة الواحدة.

5- لإجراء اختبار القدرة العامة على التآلف يقوم المربى بتلقيح كل السلالات المنتخبة مع أحد أصناف قرع الكوسة المنتشر فى المنطقة وليكن الصنف كاسرتا Caserta ويقدر المحصول الناتج من تهجين كل سلالة مع الصنف الـ Caserta كما هو موضح فيما يلى :

رقم السلالة	الصنف الاختبارى Tester	المحصول بالطن
×1	Caserta	2
×2		3
×3		2
×4		4
×5		6
×6		8
×20		5

6- يقوم مربى النبات بانتخاب السلالة رقم 5 وكذلك السلالة رقم 6 نظرا لأن قدرتهم العامة على التآلف تعتبر كبيرة.

خطوات إنتاج الهجن

أولا: النباتات خلطية التلقيح:

قرع الكوسة

1- يقوم بزيارة مزارع الكوسة المنزرعة بصنف معين ثم يقوم باختيار عدة نباتات ممتازة فى صفاتها.

2- يقوم باستخراج البذور من ثمار هذه النباتات المنتخبة كل على حده ، ثم يقوم بزراعتها وإجراء التلقيح الذاتى لعدة أجيال ولتكن 6 – 8 أجيال.

3- يقوم مربى النبات بانتخاب عدة سلالات Inbred Lines ولنفرض أنه قام باختيار عدد 20 سلالة.

4- يتلو ذلك اختبار القدرة العامة على التآلف General Combining Ability لهذه السلالات ، ويقصد بالقدرة العامة على التآلف بأنها متوسط سلوك السلالات حينما تلقح مع سلالات أخرى أو مع صنف اختبارى Tester.

لنفرض أنه عند تهجين السلالة رقم 5 مع الـ 20 سلالة الأخرى كان متوسط المحصول هو 5200 كجم، بينما عند تلقيح السلالة رقم 6 مع الـ 20 سلالة الاخرى كان متوسط المحصول هو 5400 كجم.

-هذا وفى حالة ترك الـ 20 سلالة لتلقح بعضها كان متوسط المحصول الناتج 5000 كجم.

هذا وفى حالة تلقيح السلالتين 5 × 6 فإننا نتوقع المحصول الآتى :

5000 + (5000 - 5200) + (5000 – 5400)

5000 + (200) + (400) = 5600 كجم.

ولكن عند عمل هذا التهجين وزراعة الهجن كان محصول الهجين هو 6000 كجم.

..... والقدرة الخاصة على التآلف = 6000 – 5600 = 400 كجم.

8- تزرع السلالات 5 ، 6 معا وذلك فنتاج قرع الكوسة الهجين أو الجيل الأول لقرع الكوسة First Generation Hybrid وبالاختصار F_1.

6- تختبر السلالات ذات المقدرة الكبيرة على التآلف العام بالنسبة لمقدرتها الخاصة على التآلف Specific Combining Ability وكذلك بتهجين السلالات مع بعضها كأن يقوم بعمل التلقيحات الآتية:

20 × 19	18 × 17	.....	4 × 3	3 × 2	2 × 1
20 × 18	19 × 17		5 × 3	4 × 2	3 × 1
	.		6 × 3	5 × 2	4 × 1
	.		7 × 3	6 × 2	5 × 1
	.		.	.	.
	.		.	.	.
	.		.	.	.
	20 × 17		20 × 3	20 × 2	20 × 1

وتعتبر القدرة الخاصة على التآلف بأنها مدى انحراف تهجينات معينة عن متوسط ما هو متوقع والمثال الآتى يوضح ذلك :

خطوات إنتاج الهجن

ثانيا : النباتات ذاتية التلقيح:

1- تنتخب الآباء التى تحمل الصفات المرغوبة.

2- يجرى التهجين بين هذه الآباء وتقدر القدرة العامة على التآلف.

3- يجرى التهجين بين الآباء ذات القدرة الكبيرة على التآلف العام.

4- يعطى الهجين اسما ويوزع على الزراع.

خطوات إنتاج الهجن

ثالثا : النباتات التى تتكاثر خضريا:

- يجرى انتخاب السلالات الخضرية الممتازة Clones.
- وكما نعلم السلالة الخضرية هى تلك النباتات الناتجة من نبات واحد خضرى التكاثر وبالتالى فتركيبها الوراثى يعتبر موحدا طالما لم يحدث لها أى طفرة وبالتالى فإن الانتخاب داخلها لا يجدى إلا إذا حدثت طفرة.
- ولا يشترط أن تكون السلالة الخضرية متجانسة فى تركيبها الوراثى غالبا تكون غير متجانسة فى تركيبها الوراثى وحاليا يمكن إكثار أى نبات خضريا بأخذ جزء منه أو ورقة أو برعم وذلك بطريقة زراعة الأنسجة.

أمثلة لمحاصيل الخضر التى استعملت فى إنتاج الهجن

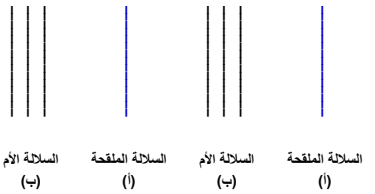
إنتاج هجين قرع الكوسة

قام لورانس **Lawrence** بإنتاج أحد هجن قرع الكوسة واستعمل فى ذلك احد السلالات **Straightneck** مع صنف آخر ايرلى بروليفيك **Early Proflific Straightneck**. واجرى مقارنو بين الهجين الناتج والآباء التى استعملت فى إنتاجه كما هو موضح فى الجدول التالى :

اسم الصنف أو الهجين	عدد الثمار	الوزن الكلى
Straightneck No 10	27	17
Early prolific Straightneck	25	15
الهجين F_1	29	58

الهجين الناتج قد امتاز بتبكيره فى النضج بمدة 10 أيام عن الآباء.

ويمكن إنتاج الهجين فى قرع الكوسة كما سبق عند الكلام عن مناقشة إنتاج الهجن فى النباتات خلطية التلقيح ، ولكن يلاحظ فى تنفيذ الخطوة رقم 8 ان يراعى الآتى:



زراعة أحد السلالات الملقحة (أ) بالتبادل مع سلالة أخرى (ب) تؤخذ منها البذرة على أن يزرع خط من السلالة الملقحة لكل 2 – 3 خط من السلالة التى ستؤخذ منها البذرة (الهجين) مع مراعاة إزالة الأزهار المذكرة من السلالة الأخيرة وكذلك الأزهار المؤنثة التى لقحت وذلك لاحتمال تلقيحها من مصدر غير معروف.

إنتاج هجين الخيار

قام هاشتنز **Hutchins** عام 1938 بدراسة قوة الهجين فى الخيار ، واستعمل عدة أصناف لإنتاج الهجن ثم قدر محصول النبات الواحد وكذلك عدد الثمار ووزنها وقارن الهجن بالآباء المستعملة فى إنتاجها كما هو موضح فى الجدول التالى:

اسم الصنف أو الجين	محصول النبات بالرطل	عدد الثمار بالنبات	وزن الثمرة
Straight8	6.3	10.8	0.58
Mincu	5.5	13.3	0.44
متوسط الآباء	5.9	12.1	0.51
متوسط الهجين الأول	8.9	15.2	0.59
Long fellow	6.6	9	0.75
Mincu	5.5	13.3	0.44
متوسط الآباء	6	11.2	0.60
متوسط الهجين الأول	10	15	0.68
Colorado	7.5	11.7	0.64
Mincu	5.5	13.3	0.44
متوسط الآباء	6.5	12.5	0.53
متوسط الهجين الأول	10	18	0.56

- ويتضح من الجدول السابق أن الهجن تختلف عن بعضها فى كمية المحصول إذ أن هناك هجن تتفوق فى محصولها على هجن أخرى. هذا ويلاحظ أن قوة الهجين كانت نتيجة لزيادة عدد الثمار مع ثقل وزنها ، وقد أدى ذلك إلى زيادة المحصول عن متوسط الآباء المستعملة فى إنتاج الهجن.
- هذا وقد أوضح الباحث أنه عندما لقح أحد الأصناف المبكرة بصنف متأخر النضج كان الجيل الأول أكثر تبكيرا فى النضج من الآباء المستعملة فى إنتاجه. لذا أوصى هذا الباحث بإنتاج الهجن فى الخيار.
- وطريقة الحصول على هجن الخيار تشبه ما قيل عند إنتاج هجن قرع الكوسة مع فرق جوهرى وفى إمكان استعمال أحد السلالات التى بها الظاهرة الأنثوية الـ Gynoecious كأم وبالتالى لن يكون هناك داع لإزالة الأزهار المذكرة حيث أن النباتات التى بها هذه الظاهرة كلها مؤنثة.

وتتلخص فائدة الحصول على هجن الخيار فى الآتى:

أ- زيادة المقاومة.

ب- زيادة المحصول.

جـ- زيادة التبكير فى النضج.

وفى عام 1950 أوضح أودلاند Odland وكذلك نول Noll طريقة إنتاج بذور الكرنب المهجنة وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى:

1- أن يقوم مربى النبات بزيارة عدة مزارع منزرعة بالكرنب وانتخاب عدة نباتات ذات صفات تجارية مرغوبة.

2- تربى الآباء المنتخبة تربية ذاتية لعدة أجيال مع استعمال التلقيح البرعمى لإنتاج البذور المرباه ذاتيا.

3- ستؤدى التربية الذاتية إلى عزل سلالات متجانسة من حيث عوامل التوافق الذاتى فنفرض أن هناك سلالة (أ) تحمل عوامل عدم التوافق الذاتى ، فعند زراعة بذورها المرباه ذاتيا فإنها تنعزل إلى التراكيب الآتية S_5S_5 S_5S_6 S_6S_6 S_6S_6.

4- يقوم مربى النبات بعزل السلالات المتجانسة على حده أى يقوم بعزل السلالة S_5S_5والسلالة S_6S_6كل على حده.

إنتاج هجن البطيخ

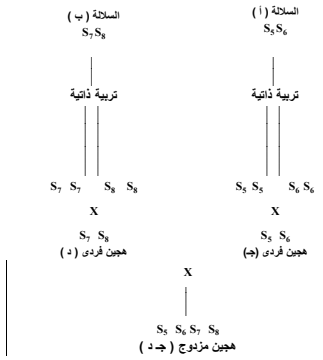
تم إنتاج هجن البطيخ كما هو الحال فى قرع الكوسة. وتظهر فائدة الهجن بوضوح عند إنتاج البطيخ عديم البذور.

إنتاج هجن الكرنب

لتقليل نفقات إنتاج بذور الهجين تستعمل ظاهرة عدم التوافق الذاتى ، واستعمال مثل هذه الظاهرة فى حالة هجين الكرنب سوف يوفر جهودا كثيرة منها:

أ- ضمان الحصول على بذور هجين نظرا لعدم حدوث تلقيح ذاتى فى السلالتين المستعملتين فى إنتاج الهجن الفردى، وبالتالى يمكن جمع البذور الموجودة على إحدى السلالتين واعتبارهما بذور مهجنة.
ب- عدم إجراء عملية الخصى.
جـ- عدم إجراء تلقيح يدوى.

رسم توضيحى لإنتاج هجين زوجى (جـ د)



5- تجرى نفس الخطوات على السلالة (ب) ولنفرض أن تركيبها S_7S_8 فإن التربية الذاتية سيكون من شأنها إيجاد التراكيب الآتية: S_7S_7 S_7S_8 S_8S_8 S_7S_7 فيقوم مربى النبات بعزل السلالات المتجانسة S_7S_7 وكذلك S_8S_8.

6- يقوم مربى النبات بزراعة السلالات المتجانسة والتى تركيبها S_5S_5 S_8S_8 S_7S_7 S_6S_6 كـل علـى حده فى حقل منعزل وذلك بقصد إكثار هذه السلالات.

7- تزرع أحد الحقول بخطوط متبادلة من السلالتين S_5S_5 , S_6S_6فتقوم الحشرات بعملية التلقيح وتجمع البذور الناتجة والتى تركيبها الوراثى S_6S_5وهذه البذور تسمى بالهجين الفردى (جـ).

8- يزرع حقل آخر بخطوط متبادلة من السلالتين S_7S_7 , S_8S_8فتقوم الحشرات بإجراء التلقيح وتجمع البذور الناتجة والتى تركيبها الوراثى S_7S_8 وهذه البذور تسمى بالهجين الفردى (د).

هذا ويستحسن أن تجرى الزراعة فى أرض منعزلة بعيدة عن زراعات الكرنب الأخرى.

إنتاج هجين البصل

تتلخص طريقة إنتاج الهجين فى البصل فى زراعة أحد السلالات عقيمة الذكر مع سلالة أخرى خصبة الذكر ثم حصاد البذور المتكونة على السلالة عقيمة الذكر وزراعتها وذلك لإنتاج الهجين.

هذا وتوجد حاليا عدة أصناف من البصل بها ظاهرة عقم الذكر مثل ايرلى يلو جلوب Early Yellow Golbe ، سويت سبانش Sweet Spanish ، ايتالين رد Italian Red 13-53 ، رد كريول Red Creole ، يلو برمودا Yellow Bermuda ، كريستال وكس Crystal Wax وجيزة 6.

هذا ويقتصر الباحثون فى اليابان على إنتاج الهجين الفردى بدلا من إنتاج الهجين المزدوج ، وفى حالة الرغبة فى إنتاج هجين مزدوج بالتهجين بين الهجين الفردى جـ والهجين الفردى د لإنتاج هجين زوجى (جـ د).

4- تزرع السلالة (أ) أو السلالة (ب) معا فى حقل منعزل وذلك بقصد المحافظة على السلالة عقيمة الذكر حيث أن البذور المتكونة على السلالة (أ) تعطى نباتات عقيمة الذكر بينما المتكونة على السلالة (ب) تكون نتيجة للتلقيح الذاتى وزراعتها تعطى السلالة (ب).

5- تزرع السلالة (جـ) فى حقل منعزل وذلك لإكثارها.

6-تزرع السلالة (أ) والسلالة (جـ) معا فى قطعة معزولة فتقوم الحشرات بنقل حبوب اللقاح من السلالة (جـ) إلى السلالة (أ) عقيمة الذكر والبذور المتكونة على السلالة (أ) تكون بذور البصل الهجن.

7-توزع بذور البصل الهجين على الزراع لزراعتها فتعطى البصل الهجين.

هذا ولقد لخص وريد خطوات إنتاج بذور البصل الهجين كما يلى :

1- إنتاج سلالة عقيمة (أ) ذات تركيب وراثى Sms ms.

2-إنتاج سلالة خصبة الذكر (ب) تشبه السلالة (أ) من جميع الوجوه عدا أنها خصبة الذكر وتركيبها الوراثى Nms ms.

3-الحصول على سلالة ثالثة (جـ) وتسمى بالقرين المفضل Good Combiner حيث تعطى محصولا غزيرا إذا لقحت بـ(أ) وهى سلالة خصبة الذكر وربما تكون أحد الأصناف التجارية المنتخبة.

Lecture 6

إنتاج هجين الطماطم

- قام باورز Powers كذلك عام 1945 بإنتاج هجين الطماطم ، وكان يهدف من ذلك إلى محاولة شرح قوة الهجين. هذا وقد أعطى هذا الباحث عدة قيم للآباء والهجين محاولا بذلك إيضاح السيادة التامة والسيادة الجزينية وعدم وجود سيادة ومقارنة ذلك بالهجين.

- هذا وقد أوضح باردك Burdick عام 1954 أن أوضح الظواهر لقوة الهجين فى الطماطم تكون فى زيادة التبكير فى النضج.

- وقدر Power قوة الهجين فى الطماطم فى صورة عدد الثمار ووزن الثمرة وكذلك المحصول الكلى بالجرام. ويتضح من الجدول التالى أن قوة الهجين فى الطماطم تكون فى زيادة عدد الثمار الناضجة وبالتالى أدت إلى زيادة المحصول.

- ويعتبر إنتاج الهجين فى الطماطم مكلفا نظرا لضرورة إجراء الخصى ونقل حبوب اللقاح باليد من الأب للأم. هذا وقد تغلب الباحثون على الخصى بإنتاج سلالات عقيمة الذكر. ولا زالت مشكلة نقل حبوب اللقاح من الأب للأم قائمة الأمر الذى يزيد من تكاليف إنتاج الهجين.

- وقد قام أوبا Oba وآخرون عام 1945 بحساب الوقت اللازم لتلقيح أزهار الطماطم تحت ظروف مختلفة فى الصوبة الزجاجية والحقل والنتائج التى تحصل عليها موضحة فى الجدول التالى :

قوة الهجين فى الطماطم مقارنة بالآباء المستعملة فى إنتاجها

الهجين أو رمز السلالة	عدد الثمار الناضجة	وزن الثمرة بالجرام	المحصول بالجرام
أ الهجين F1(أ× ب) ب	118 183 (قوة الهجين) 109	12 16 (سيادة جزئية) 17	1364 2876 (قوة الهجين) 1868
جـ الهجين F1(جـ × د) د	4 21 (سيادة) 20	119 89 (سيادة جزئية) 55	513 1827 (قوة الهجين) 1066
هـ الهجين F1(هـ × و) و	4 45 (سيادة جزئية) 109 عن الأب الأصفر	138 55 (سيادة جزئية عن الأب الأصفر) 17	607 2428 (قوة الهجين) 1868

ولإنتاج الهجين فى الطماطم تخصى أزهار أحد الأصناف أو السلالات النقية [قد تستعمل أصناف أو سلالات عقيمة الذكر لتلافى تكاليف الخصى] ثم تلقح يدويا بحبوب لقاح من صنف آخر.

وربما يكون من المفيد أن نذكر هنا أن الهندسة الوراثية تحاول حاليا ادخال عامل وراثى مميت للتخلص من حبوب اللقاح كما هو موضح فى المثال التالى :

احتمال استخدام الهندسية الوراثية للحصول على طماطم عقيمة الذكر

مقارنة بين الوقت اللازم للخصى والتلقيح داخل الصوبة الزجاجية وفى الحقل

الطريقة (مكان التجربة)	عدد الأزهار الملقحة	نسبة العقد	عدد الثمار اللازمة لإنتاج 28 جم بذرة	الوقت اللازم لتلقيح	
				100 زهرة (دقيقة)	إنتاج 28 جم بذرة (ساعة)
الصوبة الزجاجية	314	75.1	120	68	1.8
الحقل	398	71.1	153	68	2.4

وقد قام عدة باحثون وشركات للبذور بحساب عدد الساعات اللازمة لإنتاج 28 جرام بذور (أوقية أمريكية) ووجد أنها تختلف حسب عدة عوامل فهى تتراوح من 3 – 10 ساعات أما تكاليف إنتاج 28 جرام بذرة فكانت تتراوح من 15–50 دولار أى (حوالى 75 – 250 جنيه مصرى).

والعامل والوراثى المميت لحبوب اللقاح والمرشح لهذه البحوث [l m s2] جرى أخذه من البكتريا *Agrobacterium Turnefaciens* وهذا العامل الوراثى سيتولى عملية تحويل مركب أندول اسيتاميد Indole Acetic Mide [IAM] إلى هرمون أندول اسيتك اسد Indole Acetic Acid [IAA] بتركيز مرتفع مؤديا إلى تدمير حبوب اللقاح.

- أوضحت مكورمك McCormic 1990 احتمال استخدام بعض العوامل الوراثية المميتة Lethal Genes وذلك للتخلص من حبوب اللقاح وبالتالى اعتبارها بمثابة نباتات عقيمة الذكر.
- يمكن استغلالها بعد ذلك فى إنتاج هجين الطماطم وفى سبيل ذلك يمكن استخدام الهندسة الوراثية لوضع العامل المميت داخل النبات ليس ذلك فحسب بل يمكن وضعه تحت إمرة المربى وجعله أو عدم جعله يدمر حبوب اللقاح.
- ومثل هذا العامل المميت يجب أن يكون متخصصا ويؤدى تأثيره المميت على حبوب اللقاح وحدها دون أى عضو آخر فى النبات مثل LAT52 أو LAT59
- ولقد أمكن التعرف على هذه العوامل باستخدام عامل متتبع تم إدخالها فى خلايا نبات الطماطم وترك النبات ليزهر وعن طريق العامل المتتبع تم تتبع العامل فى أعضاء النبات كالأوراق والجذور والأزهار والسوق.
- والعامل المتتبع الذى استعمل هو GUS وهى اختصار Beta Glucuroinidase ثم عرضت بعد ذلك أجزاء النبات لمركب إذا ما تحول إلى اللون الأزرق الداكن فإن ذلك يكون دليلا على أن العامل المنشط يعمل على حبوب اللقاح.

طريقة حساب المحصول المنتظر فى الجيل الثانى

لحساب المحصول المنتظر فى الجيل الثانى يتحتم على مربى النبات معرفة الآتى :

أ- محصول الجيل الأول.

ب- عدد السلالات اللازمة لإنتاج الهجين.

جـ- متوسط محصول السلالات أو الآباء فهى 2 فى حالة النباتات ذاتية التلقيح وأربعة فى حالة الهجين المزدوجة ثم تطبق المعادلة الآتية :

$$ج^2 = ج^1 - ع/1\ (ج^1 - س^1)$$

ج2= المحصول المنتظر فى الجيل الثانى.
ج1 = محصول الجيل الأول.
ع = عدد السلالات أو الآباء الداخلة فى إنتاج الهجين.
س= متوسط محصول السلالات أو الآباء.

استعمال الجيل الثانى فى إنتاج الهجن Second Generation Hybrid [F_2]

وقد تم فعلا إنتاج بذور الجيل الثانى فى بعض محاصيل الخضر مثل الطماطم ، ويمكن تلخيص فوائد إنتاج الجيل الثانى فيما يلى :

1. يكون سعر البذور أرخص نوعا من بذور الجيل الأول وبالطبع يكون السعر مرتفعا عن الصنف العادى.
2. يحتفظ الجيل الثانى نظريا بنصف قوة هجين الجيل الأول لأن الانعزال يحدث فى الجيل الثانى بنسبة $AA_1\ Aa_2\ aa_1$.

أو بمعنى آخر ومن الوجهة النظرية فإن الجيل الثانى يحتفظ بـ 50% من قوة الهجين فى الجيل الأول.

هذا وقد قام لارسون Larson بإجراء تجربة عملية على محصول الطماطم وانتج الجيل الأول وكذلك الجيل الثانى ويوضح الجدول التالى مقارنة بين محصول هجن الجيل الأول وهجن الجيل الثانى ومتوسط محصول الآباء المستعملة لإنتاج هجن الطماطم.

رمز الهجين	متوسط محصول الاباء بالطن	متوسط هجن الجيل الأول F_1 بالطن	متوسط محصول الجيل الثانى F_2 بالطن
أ	15.1	26.4	
ب	11.2	14.7	
جـ	14.7	22.6	
د	11.7	15.3	

ويتضح من الجدول السابق تفوق هجن محصول الجيل الأول على الاباء بمعدل 50% كما ان الجيل الثانى تفوق أيضا على الآباء الداخلة فى إنتاجه.

فإذا فرضنا أن محصول الجيل الأول $ج_1$ هو 100 كجم وأن عدد السلالات ع هو 2 ، وأن متوسط محصول هذه السلالات هو 50 كجم فيكون المحصول المنتظر فى الجيل الثانى كما يلى

$$ج_2 = 100 - 2/1 (100 - 50)$$

$$= 100 - 25$$

المحصول المنتظر فى الجيل الثانى = 75 كجم.

عيوب استعمال الجيل الثانى فى إنتاج الهجن

1. نباتات الجيل الثانى تكون مختلفة عن بعضها وبالتالى احتمال أن يكون محصولها مختلف من حيث الجودة والوقت الذى تنضج فيه وربما يؤدى إلى زيادة تكاليف الحصاد.
2. أن الآباء التى تعطى هجنا قوية من المحتمل أن تعطى انعزلات كبيرة فى الجيل الثانى.
3. من الصعوبة التأكد من تفوق الجيل الثانى على الجيل الأول خصوصا وأن احتمال تفوقه يكون نصف الجيل الأول وذلك من الناحية النظرية.

والآن سنحاول التنبؤ بمحصول الجيل الثانى فى حالة الهجين (أ) وبعمل ذلك تطبق المعادلة السابق إيضاحها.

محصول الجيل الثانى المنتظر = محصول الجيل الأول (1) – 2/1 [محصول الجيل الأول 1 – متوسط محصول الآباء]

$$= 26.4 - 2/1 (26.4 - 15.1)$$

$$= 26.4 - 2/1 (11.3)$$

$$= 26.4 - 5.6$$

المحصول المنتظر فى الجيل الثانى = 20.8

المحصول الذى تحصل عليه الباحث = 20.7

ويدل ذلك على مدى كفاءة استعمال المعادلة فى التنبؤ بالمحصول المنتظر فى الجيل الثانى.

5- أن يقوم مربى النبات باستعمال محاصيل الخضر التى تعطى عددا كبيرا من البذور فى التلقيحة الواحدة ، كما يقوم باستعمال محاصيل الخضر التى يحتاج الفدان منها إلى كمية قليلة من البذور ومن أمثلة محاصيل الخضر التى تتوفر فيها هذه الشروط الطماطم والباذنجان وخضر العائلة القرعية مثل البطيخ والشمام والخيار وقرع الكوسة ... الخ.

6- أن يقوم مربى النبات بإنتاج الجيل الثانى بدلا من الجيل الأول فى الأسواق التى تتقبل وجود فروق طفيفة مظهرية (الشكل – اللون – الحجم ... الخ) ، وفى حالة ارتفاع ثمن بذور الجيل الأول.

7-الإكثار الخضرى لبعض الهجن باستخدام طريقة زراعة الأنسجة.

العوامل التى تقلل من تكاليف إنتاج الهجن

توجد عدة عوامل من شأنها التقليل من نفقات إنتاج الهجن ويتحتم على مربى النبات تطبيق هذه العوامل عند إنتاج الهجن وهذه العوامل نوجزها فيما يلى :

1. استعمال نباتات وحيدة المسكن مثل قرع الكوسة أو الخيار ، أو نباتات ثنائية المسكن مثل الهليون أوالسبانخ أو كما فى بعض أصناف الخيار.
2. استعمال ظاهرة عقم الذكر وهذه الظاهرة توجد فى عدة محاصيل من الخضر مثل الطماطم والقاوون والجزر والفلفل والبنجر والباذنجان والبصل أو يمكن إحداثها صناعيا.
3. استغلال صفة عدم التوافق الذاتى التى توجد فى محاصيل الخضر مثل الكرنب.
4. استغلال الظاهرة الأنثوية Gyonecious كما فى الخيار.

تربية النبات ومستقبل التقنية الحيوية (الهندسة الوراثية)
Future Role of Biotechnology [Genetic Engineering] in Plant Breeding

العوامل التى أدت إلى انتشار استعمال الهجن

1. الحصول على أصناف على درجة كبيرة من التجانس مع احتفاظها بقوة نمو يصعب الحصول عليها بطرق أخرى من طرق التربية ، ومن أمثلة ذلك هجن الكرنب وكرنب بروكسل وكرنب أبو ركبة والقنبيط والفجل واللفت والخيار.
2. الحصول على أصناف ذات محصول مرتفع عن الأصناف المنتشرة بالزراعة المحلية.
3. الحصول على أصناف مبكرة فى النضج مثل الطماطم أو قرع الكوسة.
4. إنتاج أصناف تمتاز بارتفاع جودتها.
5. هناك بعض الصفات مثل صفة عدم تكوين البذور لا يمكن الحصول عليها إلا عن طريق إنتاج الهجن ، ومن أمثلة ذلك البطيخ الثلاثى عديم البذور .

أولا: التقنية الحيوية وإمكانية استخدامها كوسيلة فى تربية النبات

ليست هذه المرة الأولى التى تنبأ فيها البعض بأن التقنية الحيوية سوف تحل محل تربية النبات التقليدية وبالتالى ستمهد الطريق للحصول على الأصناف بطريقة مبتكرة وأسرع وكفاءة.

الكولشسين

✓ففى الماضى حينما استخدم الكولشسين ليضاعف من أعداد الكروموزومات فى الخلية دون انقسامها زاد الأمل فى إمكانية تحسين النباتات عن طريق التضاعف.

✓حاليا يستخدم الكولشسين كوسيلة للحصول على نباتات مضاعفة فى عدد كروموزماتها ولم تحل محل تربية النبات.

وقد أوضح Bilss عام 1992 أن استخدام التقنية الحيوية فى النبات يتعلق بثلاثة أمور :

1- قضايا تقنية خاصة بالطرق ذاتها والنبات المستخدم وهى محل بحث مكثف فى الوقت الحالى.

2- قضايا اجتماعية من ناحية المبدأ ومدى تقبل الجمهور للنتائج وطرق اختبار الأمان الحيوى تأثيرها على نشره وخطورة ذلك على الإنسان والحيوان والبيئة ، ولقد نالت هذه القضايا اهتماما كبيرا.

3- استخدام التقنية الحيوية فى تربية النبات بطريقة متكاملة ولم تنل الاهتمام المطلوب.

ثانيا : تربية النبات بطريقة متكاملة

والمقصود بها أن تربية النبات تعرف بنتائجها وهو الحصول على صنف محسن لمحصول ما ونشره فى الزراعة وبدون الحصول عليه فلا محل للجزم بوجود تربية النبات.

والأمور التى تساعد على نجاح تربية النبات يمكن تلخيصها فى النقاط التالية:

أ- التعرف على أو خلق التباين أو الاختلافات الوراثية.

ب- انتخاب فعال للحصول على أفراد محسنة أو سلالة خضرية أو سلالة نقية ذاتية أو خلطية أو هجن.

جـ -اختبار فعال للنباتات المنتخبة للحصول على الصنف المحسن ونشره بين الزراع لذلك فعند تقييم دور التقنية الحيوية (الهندسة الوراثية) ومدى أهميتها لتربية النبات فإن النقاط السابقة يجب أن تؤخذ فى الاعتبار.

✓وحينما تم اكتشاف بعض المواد الكيماوية أو استخدام الأشعة الذرية لزيادة نسبة الحصول على الطفرات ظن البعض أن التربية بالطفرات ستحل محل تربة النبات

هذا وهناك تقنيات عديدة مثل التهجين وزراعة الأجنة وإنتاج النباتات احادية العدد للكروموزومات وتحويلها إلى ثنائية العدد لإنتاج سلالة نقية والعلاقة الوراثية بن العائل ومسبب المرض وقوة الهجين بعضها تقنيات حيوية أدت إلى تحسين الأصناف ولم تحل محل تربية النبات. وسوف نعرض بإيجاز لبعض تلك التقنيات بطريقة موجزة ومبسطة.

ومن الأمثلة الناجحة للإسراع فى الحصول على الاختلافات الوراثية باستخدام التقنية الحيوية (الهندسة الوراثية) ما يلى :

أ- إمكان الحصول على طماطم وبطاطس مقاومة لبعض الفيروسات (وتدر الطماطم دخلا فى أمريكا يقدر بـ 4 بليون دولار).

ب- الحصول على محاصيل مقاومة للحشرات بزيادة السم Bt فى القطن والتفاح والبطاطس وفول الصويا. ولقد دخل صنف القطن فى الزراعة الأمريكية عام 1995 وسيوفر حوالى 40% من المبيدات الكلية المستخدمة على نطاق أمريكا والتى تكلف 400 مليون.

جـ حدوث العقم الذاتى فى العائلة الصليبية.

هذا ونود أن نشير إلى أن عملية الاسراع فى خلق التباين أو الاختلافات الوراثية تتم بطريقتين :

اختلافات وراثية طبيعية

استحداث اختلافات وراثية جديدة

- التحويل الوراثى Transgenic.
- السلالة الجسمية (خضرية) Somaclonal.
- الهجن الجسمية Cybrid.
- انتخاب خلية واحدة وتخليق نبات منها Regeneration.
- المواد المتنقلة Transposonأو الجينات الناقلة.

وسوف نعرض موجز لبعض التقنيات الحيوية المستخدمة فى تحسين صفات النضج فى الطماطم ومحاصيل أخرى تتحمل الملوحة وتقاوم الفيروس والبكتريا فما يلى :

تحسين نضج الطماطم بطريقة الهندسة الوراثية:

-الآليات Nr من الكلمة الانجليزية Never Ripe أى لا تنضج أبدا.

-Rin مشتقة من الكلمة الانجليزية Ripening inhabitor ومانع النضج NOR وهو مشتق من الكلمة الانجليزية Nonripening وهو لا يجعل الطماطم تنضج.

-وحديثا تم التعرف على alc ويؤدى هذا الآليل Alcobalإلى تاجيل نضج ثمار الطماطم فى المرحلة ما بين طور النضج الأخضر وطور النضج الكامل وهذا التأجيل فى النضج تتراوح مدته قرابة 4 يوم (3.6يوم).

وذلك لان هذا العامل الوراثى يقلل من نشاط انزيم PG كما يقلل من مستوى PG mRNA بمقدار 5 – 10 %.

د- زيادة كمية الحمض الأمينى (مثيونين Methionine) فى الحبوب والبقوليات.

هـ إمكان الحصول على محاصيل مقاومة للمبيدات.

و- تحسين نوعية التيلة فى القطن.

ز- تحسين نوعية الزيت وإنتاج زيت كانولا Canola.

من ذلك نرى ان التحكم فى نضج ثمار الطماطم يمكن أن يتم طرق الطرق التقليدية لتربية النبات والتى سبق الإشارة إليها او عن طريق التقنة الحيوية (الهندسة الوراثية).

ولابد أن نشير هنا إلى أن التفاعل بن البيئة والنبات المحسن لأى منهما يلعب دورا كبيرا فى الشكل الظاهرى للنبات.

ويستدعى ذلك مزيدا من الأبحاث كما أن طريقة الهندسة الوراثية التى تصلح لأحد الأصناف يجب تجربتها فى باقى أصناف الطماطم

وهذا يستدعى كفاءة فى انتخاب النباتات التى تمثل الصفات المرغوبة وبالتالى فلا غنى عن استعمال تربية النبات.

✓ولقد استخدمت الهندسة الوراثية فى إدخال الجينات فى الطماطم لتحولها إلى صنف محسن يتحمل التخزين بطريقة لا تحدث فى الطبيعة.

-ولقد أنتجت شركة كالجين صنف فليفرسيفر Flavr savr بإدخال العامل الوراثى PG الذى تم عزله من الطماطم بطريقة Antisense.

-وكما نعلم فإن العامل PG يؤدى إلى طراوة ثمار الطماطم أن هذا الانزيم يحلل البكتين فى ثمار الطماطم وتم إدخاله بطريقة Antisense (بطريقة مقلوبة) لمنع طراوة الثمار وبالتالى يطيل فترة التخزين.

-وحتى الآن قامت شركة كالجين بإجراء 9 تجارب حقلية أثبتت عدم سمية البروتين المكون فى ثمار الطماطم وعدم تلوث البيئة ولذلك تم إدخال الصنف فى الزراعة فى منتصف التسعينات.

ومن الأمثلة الحديثة ارتباط صفة المقاومة للنيماتود فى الطماطم مع مادة Apsi أى Allozyme.

- من هنا فإن الاعتماد فى الانتخاب على وجود هذا الآليل بدلا من الانتظار لإجراء الانتخاب باستعمال العدوى بالنيماتود للتعرف على النباتات المقاومة فإن ذلك يؤدى على توفير فى الوقت والنفقات.
- كما يمكن من اجراء الانتخاب للبادرات دون تكبد مصاعب الحصول على العدوى للنيماتود والمحافظة عليه.

عمل خرطة نووية Molecular Map واستخدامها فى الانتخاب

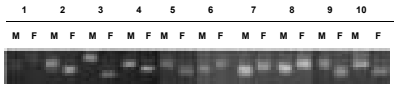
زيادة كفاءة الانتخاب

من المعروف أنه من أهداف الانتخاب فى النباتات هو تجميع عدة اليلات مرغوبة موجودة فى عدة مواقع على الكروزموم لاستخدامها فيما بعد كسلالة نقية ذاتية Pure line وسلالة نقية خلطية Inbred line أو الاستفادة منها فى إنتاج الصنف أو إدخالها فى أفراد الصنف المفتوح التلقيح Open Pollinated.

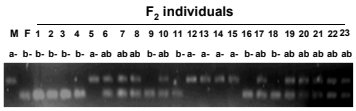
وعموما فإن الأجيال الانعزالية Transgressive تمثل بيئة صالحة لإجراء الانتخاب والحصول على افراد جديدة معا وتجميع عواملها الوراثية تتحدث كاجيال فائقة الانعزال والتى يتوقف الانتخاب فيها على مدى مقدرة مربى النبات تمييز الأفراد التى تحمل الصفات المرغوبة والتى تعتمد بالتالى على مدى تعبير الشكل الظاهرى عن التركيب الوراثى.

لذلك فغالبا ما يتم اختبار الأجيال أو الأفراد بطريقة تربية النبات التقليدية ويتطلب ذلك وقتا طويلا كما هو الحال فى اختبار النسل أو النسب.

Example of application of SSR marker



F_2 individuals



High concentration (4%) gel electrophoresis

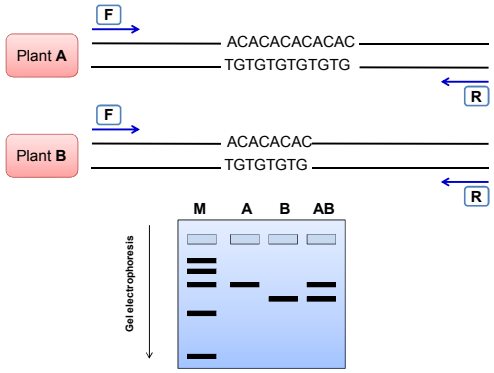
Non-turnip type (Mother "M")

Turnip type (Father "F")

153

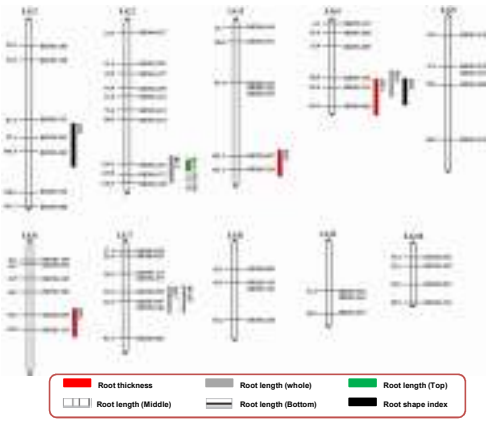
RESULTS (QTL)

SSR (Simple Sequence Repeat)



154

Linkage groups of *Brassica rapa* determined in a F_2 population



155

ومن الأمثلة الأخرى صفة المواد الصلبة الكلية فى ثمار الطماطم التى تعتمد على درجة توريث ضيعفة وبالتالى كان من الصعب تحسينها بطرق تربية النبات التقليدية. وباستخدام خريطة RFLP أمكن التعرف على قطع قليلة من الكروموزوم تم عزلها وبالتالى مكن ذلك من الانتخاب لصفة المواد الصلبة الكلية فى ثمار الطماطم بطريقة غير مباشرة عن طريق الانتخاب للعلامات المميزة المرغوبة وارتباطها بتلك الصفة.

ويتم حاليا الانتخاب للمقاومة لخنافس البقول المكسيكية فى الفاصوليا وذلك عن طريق تقدير البروتين ارسلين Arcelin فى البذور كبديل لصعوبة إجراء الانتخاب فى النباتات البالغة بتعريضها لفتك الخنافس نظرا لضعف درجة توريث الصفة.

- وحاليا أمكن تحديث تلك الطريقة خاصة بعد إمكان زيادة كمية صغيرة من DNA باستخدام تفاعل السلسلة الحلقى للبولميرات Polymerase Chain Reaction (PCR) للحصوول على كمية كبيرة من البولمرات بطريقة عشوائية لكمية صغيرة من DNA ويرمز لهذه الطريقة RAPD وتسمى Random Amplification Polymerase DNA
- وبالتالى مكن ذلك من الحصول على النظائر المشعة أو Probe نووى وتستخدم حالياً فى انتخاب الصفات التى تعتمد على عوامل وراثية بسيطة ونأمل أن يتم تطويرها مستقبلاً حتى يمكن استخدامها فى الإنتخاب للصفات الكمية.

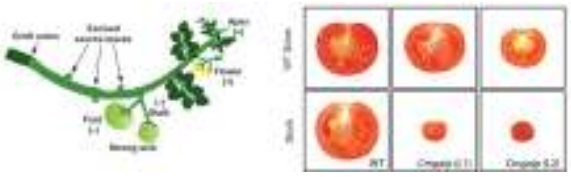
Lecture 7

إعادة التركيب الوراثى عن طريق الانقسام المباشر – التركيبات الجسمية Somatic Recombination

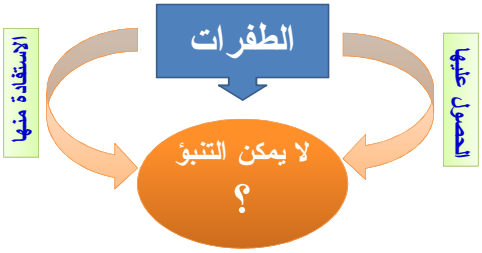
من المعروف أنه لتحسين أى محصول فإن مربى النبات يلجا عادة الي الحصول على واستعمال:

- التباين أو الاختلافات الموجودة فى الطبيعة.
- الطفرات الناشئة عن استخدام الكيماويات او الأشعة الذرية.
- الناتجة من زراعة الخلية أو الأنسجة فى بيئة مغذية.

- لهذا أصبح البديل لاستخدام الطفرات هو التعرف على واستخدام عوامل وراثية من أصناف أو أنواع نباتية أخرى وعمل نسخ من هذه العوامل الوراثية ونقلها على الأصناف المراد تحويلها أى تحسينها.



ويؤخذ على الطفرات بصفة عامة بأن الفوائد الناتجة عنها لا يمكن التنبؤ بها كما أن عملية الحصول عليها والتعرف على مدى إمكانية الاستفادة منها تعتبر من الأمور التى تخضع للفرص.



❑التهجين الجسمى Somatic hybridization عن طريق لحم البروتوبلاست Protoplast Fusion يساعد على إلغاء الحواجز ويزيد من فرص نقل العوامل الوراثية بين النباتات والأنواع كما هو الحال فى التكاثر الجنسى غير أن كليهما يتعرض لبعض المشاكل:

تزاوج الكروموزومات فى الانقسام الاختزالى والحصول على تركيبات وراثية مرغوبة Recombinant يفشل فى بعض الأحيان.

❑ وعموما فعندما يكون التلقيح الجنسى ممكنا بين النباتات والأنواع فإن ذلك يتيح بعض الفرص لنقل العوامل الوراثية المرغوبة وبالتالى تحسين النباتات.

❑ ولقد حققت الوراثة وطرق تربة النباتات التقليدية نجاحا ملحوظا حتى يومنا هذا.

فلقد أوضح سات Saat عام 1992 أن النسبة المئوية لزيادة المحصول فى الفترة ما بين 1930 حتى 1980 تقدر بحوالى 500% فى الطماطم الخاصة بالحفظ وحوالى 230% للطماطم الخاصة بالاستهلاك و 100% لفول الصويا و86% للبصل و297% للبطاطس و333% للذرة و136% للقمح و109% للأرز و67% بنجر السكر و117% للموالح.

❑من هنا كان البديل هو استخدام تقنية زراعة الخلية لتسمح بالحصول على التركيبة الوراثية المرغوبة.

فعلى سبيل المثال :

المقاومة للنيماتود والتى ترجع للعامل الوراثى mi موجودة على ذراع الكروموزومات فى النوع *L. peruvianum* وعند نقله عن طريق تهجين الأنواع نقل مع هذا الذراع عوامل أخرى غير نقل قطعة أصغر من ذراع الكروموزم التى بها المقاومة للنيماتود وبالتالى ربما يقلل ذلك من نقل باقى العوامل الوراثية الأخرى غير المرغوبة.

❑من هنا يتطلع بعض العلماء إلى احتمال وجود آمال فى استخدام التركيبات الجسمية للحصول على تركيبات وراثية مرغوبة أثناء الانقسام المباشر للخلية والتى تحدث أثناء زراعة الخلية أو الأنسجة عند تنميتها على بيئة مغذية خاصة

❑وتبدو أهمية هذه الطريقة إذا ما علمنا أن التهجين الممكن بين الأنواع غالبا ما يعطى أجنة غير قادرة على إعطاء نبات إلا بعد إجراء إنقاذ للجنين وتنميته على بيئة خاصة مما جعل الاستفادة منها محدودة.

❑هذا ويرجع ذلك إلى فشل كروموزومات الأب المعطى Donor فى التزاوج مع كروموزومات الأب المستقبل Recipient وإعطاء التركيبات الوراثية المرغوبة اللازمة لتحسين الأصناف بطريقة تجارية

❑وتتلخص تقنية الحصول عليها فى استخدام أكسين عادة 2.4D وذلك لعمل تنشيط ثم إزالة هذا الأكسين من البيئة المغذية الخاصة لإيقاف تكوين الأجنة وقد يستخدم السيتوكاينين لهذا الغرض.

ويتوقف كل ذلك على نوع النسيج المستخدم إذ وجد أن هناك أنسجة تستجيب مثل:

✓الفلقات أو الأنسجة داخل الكيس الجنينى مثل النيوسيلة والأندوسبرم أو الأغلفة Integument أو السنرجيد Synergids أو الأنسجة التى لها علاقة بالأزهار.

✓غير أن هناك انسجة أخرى كالأوراق والسوق والجذور لبعض الأنواع النباتية قد أعطت أجنة جسمية.

الأجنة الجسمية Somatic embryogenesis

وهى أجنة تنشأ من خلايا وليست ناتجة بطرقة مباشرة عن اتحاد أو التحام وراثى وتحدث كظاهرة طبيعية فى الكثير من الأنواع النباتية من بين أنسجة طبيعية ، ولقد أصبحت وسيلة هامة فى مجال التقنية الحيوية.

ولقد اهتم العلماء بإنتاج الأجنة الجسمية لسهولة تخليق النباتات منها من خلية واحدة جاميطة أو جرثومة نظرا لصغر الحيز المطلوب لإنتاجها وتنبأ جانيك Janick عام 1993 باستخدامها فى المجالات التالية :

1. اكثار السلالات الخضرية Clones وتستخدم حاليا على نطاق واسع فى نخيل الزيت.
2. الإكثار المصغر فى المختبرات Micro propagation.
3. إنتاج البذور الصناعية Synthetic seeds وفيها يتم فصل الجنين ويوضع فى غلاف جيلاتين قابل للذوبان فى الماء ويسوق الجنين على هيئة كبسولة كما فى الجزر والكرفس والبطاطا ولازال استخدامها محدودا خاصة فى حالة البذور التى تعتمد فى تغذيتها على الأندوسبرم وتبشر بمستقبل لإكثار أشجار الغابات.
4. انتخاب الخلية وتستخدم فى حالة الانتخاب لنباتات تتحمل الملوحة والأمراض كما فى الموالح.

❑كما ان حدوث الأجنة قد تم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق تكوين الكالوس وقد يستعمل حمض الإبسيسك Abscisic للحصول عليها.

وتدور البحوث فى الوقت الحالى لمعرفة الأساس الجزيئى للعوامل الوراثية التى تسرع من تكوين الأجنة.

وهناك تقدم ملحوظ فى هذا المجال مبنى على أساس الاختلافات فى RNA عندما تحول الكالوس إلى أجنة.

10. المحافظة على الأصول الوراثية Germplasm خاصة فى الحالات التى تفسد فيها البذور بسرعة مثل الكاكاو والمانجو والمطاط ويتم حفظ الأجنة فى النتروجين السائل.
11. إنتاج بعض الدهون والزيوت الخاصة بالطعم كما فى الجزر والكرفس.
12. تحسين المحصول.

5. تحويل النباتات وراثيا Transformationواستخدمت فى القمح.
6. إنتاج الهجن الجسمية Somatic hybridوفيها يعزل البروتوبلاست ويلحم Fuse مع بروتوبلاست آخر واستخدمت فى الموالح والعائلة الصليبية.
7. إنقاذ الجنين Embryo rescueوتستخدم فى حالة التهجين الواسع بين الأنواع ووجود عدم توافق بينهما واحتمال موت الجنين.
8. الحصول على سلالات متجانسة وراثيا نتيجة لإمكان الحصول على جنن جسمى من الميكروسبور ممكنا ذلك من إنتاج نبات أحادى العدد للكروموزومات ومضاعفة عدده بالكولشسين وتستخدم فى إنتاج سلالات نقية لإنتاج الهجين فى الذرة والأرز.
9. التخلص من الأمراض خاصة الفيروسية عن طرق الأجنة الناتجة من أنسجة النيوسيلة.

❑أما بالنسبة للمشاتل التى ترغب فى الإكثار التجارى لبعض المحاصيل فهى لا ترغب فى مثل هذه الاختلافات او التباين بل تفضل التجانس فى الناتج الذى يتكاثر خضريا عن طريق زراعة الأنسجة ولذلك فهى تستبعد النباتات الناشئة عن الكالوس أو الأفرع الناتجة عن البراعم الجانبية.

❑وحتى يتأكد الباحث من وجود الاختلافات التى تورث فإنه يلجأ إلى اختبار النباتات الناتجة وذلك عن طريق التكاثر الجنسى باختبار النسل لعدة أجيال أى أنه يلجأ إلى الطرق التقليدية فى تربية النبات كاختبار النسل أو النسب.

الاستفادة من الاختلافات الوراثية الناتجة من زراعة الخلية والأنسجة
Somatic Variations

ونسبة حدوث هذا التباين تتراوح فى العادة بين 1-3% وذلك حسبما أوضحه سكيرفين Skirvin عام 1993 ذلك يتوقف على نوع النبات والبيئة وعمرها.

ولقد استخدمت هذه الاختلافات فى الحصول على أصناف فى عدد من محاصيل الفاكهة والخضر نذكر منها الموز والشليك والكرفس المقاومة للذبول

طريقة قصيرة الأجل

. ففى طريقة الخطوة الواحدة قصيرة الأجل:

1. يتم تعريض الكالوس حديث التكوين مرة أو عدة مرات إلى جرعة تحت المميتة لتركيز كلوريد الصوديوم ثم نقلها بعد ذلك إلى بيئة لتخليق النباتات كما يتم تعريض الأجنة والبتلات أو الفلقات إلى بيئة مالحة تخليقية.
2. الخلايا حديثة التكون يتم تعريضها مرة واحدة إلى جرعة مالحة تحت المميتة فى وجود خلايا مغذية ثم تعريضها تدريجيا للملوحة لأقلمتها.

واستعمل فى هذا الغرض خلايا من البطاطس تم أقلمتها على محلول ملحى بتركيز 200 مليمول mMواعتبارها بمثابة الخلايا المغذية ومحلول ملحى أخر بتركيز 400 مليمول لانتخاب الخلايا الجديدة التى تتحمل الملوحة. هذا ولقد تم انتخاب الكالوس ووضعه فى بيئة لتخليق النباتات.

مدى نجاح التقنية الحيوية لزراعة الخلية والأنسجة فى إحداث وانتخاب طفرات تتحمل الملوحة

❑من التقنيات التى استخدمت فى هذا الغرض زراعة الخلية والأنسجة لإحداث طفرات وانتخابها كنباتات جديدة تتحمل أو تقاوم الملوحة فى حوالى 30 نوع تنتمى إلى 24 جنس و 12 عائلة نباتية.

ويستخدم الباحث فى عملية انتخاب نباتات تتحمل الملوحة

- طريقة قصيرة الأجل
- طريقة طويلة الأجل

وأود أن أشير إلى أن طريقة الانتخاب لتحمل الملوحة فى المعمل قد صادفها نجاح محدود يعزوه Tal إلى عدة أسباب:

-ضعف العلاقة الترابطية بين مقاومة الخلايا البينية المالحة والنباتات الكاملة الناتجة عنها.
-تعدد العوامل الوراثية المسئولة وعدم المقدرة على تمييز الطفرات المقاومة.
-فقد مقدرة الخلايا اثناء الانتخاب على إنتاج نبات كامل مقاوم.
-الحاجة إلى فهم ميكانيكية وفسيولوجية ووراثة تحمل الملوحة.

هذا وبالرغم من انقضاء حوالى 30 عاما على محاولات الانتخاب لنباتات تتحمل أو تقاوم الملوحة فإنه لا يوجد حتى الآن محصول واحد أمكن إنتاجه بهذه الطريقة ليعتبر كحل اقتصادى لمشاكل الملوحة فى الوقت الذى أمكن فيه نقل العامل الوراثى المسئول عن الملوحة فى جنس *S. pennelii* بطريقة التربية العادية وأمكن إنتاج طماطم مقاومة للملوحة.

طريقة طويلة الأجل

أما الطريقة طويلة الأجل فى الانتخاب فتتلخص فى:

انتخاب خلايا من بيئة مالحة مركزة عادة تؤدى إلى موت 50-95% من الخلايا وتتم على عدة مراحل أو أجيال.

❑كما ان الانتخاب للملوحة قد يتم بطريقة غير مباشرة كما تم فى حالة انتخاب خلايا الجزر التى تتحمل تركيزا عاليا من البرولين حيث وجد أنها تتحمل الملوحة أيضا.

الشروط الواجب توافرها لنجاح تقنية الهندسة الوراثية:

أولا: استعداد النسيج النباتى المراد تحويله لاستقبال الـ DNAالأجنبى المراد نقله إليه ويتم تكامله معه.

ثانيا: توفر وسيلة لنقل الـ DNA وتسمى ناقل Vector مع وجود علامة مميزة Selectable marker تساعد فى التعرف على النباتات المحولة Transformation.

ثالثا: إمكانية تخليق نبات كامل من النسيج الذى تم تحويله.

تقنية عزل العامل الوراثى

قد يكون من المفيد هنا الإشارة بإيجاز للطرق القياسية المختلفة والمستخدمة لعزل العامل الوراثى Gene لعد التعرف على الصفة Trait التى يتحكم فيها:

1. استخدام نظام تعاقب القواعد النتروجينية للبروتين وذلك لخلق مجس DNA Probeيتوافق معها.
2. استخدام نظم تعاقب عامل أو عوامل وراثية من مصادر أخرى لعمل مجس Probe
3. استخدام وعمل طريقة لعزل RNAفى أوقات مختلفة.
4. استخدام طفرة تخلو من RNAأو بها Deviantومقارنتها بأخرى برية.
5. استخدام عامل وراثى من غير مصدر نباتى مثل غلاف الفيروس البروتينى أو البروتين السام Btلسهولة عزله كحامل رسالة mRNAإما بكمية كبيرة أو محدودة.
6. أو عزل العامل الوراثى المرغوب على هيئة طفرة حدثت كنتيجة لإدخال مثل Ti plasmid.