

كلية الزراعة

قسم المعاصب الحقيقة

د. زياد عبد الجبار عبد العبيدي



Dr. Ziyad Abd al-Jabbar Abd Al-Ubeidi
مُحَاضرات تربية النبات

Plant Breeding

المحاضرة الثالثة عشر

Dr. Zeyad

أسس التربية لمقاومة للأوبئة Pest Resistance

أن إيجاد اصناف مقاومة للأوبئة تساهم مساهمة فعالة بتقليل كلفة الانتاج بالإضافة إلى أن الصنف المقاوم يوفر الحماية الكافية من الأوبئة التي تصيبه أما الاصناف الأخرى فأيتها تحتاج إلى رشها بالمبيدات الفطرية للحد من انتشار المرض وقد يصادف أحياناً عدم توفر الظروف الملائمة للرش أو عدم توفر الاله الخاصة بالرش مما يمنع رش المبيد في الوقت المناسب وبالطبع تأخر الرش فيه نوع من الخطورة حيث ان المرض قد يتطور وينشر بسرعة.

تتضمن التربية لمقاومة الأوبئة ، استنباط اصناف تحمل الاصابات المرضية والحسوية ، سواء طريق الانتخاب أو عن طريق التضريب الرجعي عند عدم توفر صفة الحاصل والمقاومة في الوقت نفسه في افراد الصنف . ان التربية لمقاومة او تحمل الأوبئة تشمل بالدرجة الاساس الامراض او الحشرات الفتاكه epidemic التي قد تقضي على المحصول فيما يمكن تقليل الاصابة الحشرية او المرض لغير الامراض الفتاكه بالتعاقب المحصولي crop sequence . تتحكم ازواجا من الجينات بالمقاومة فقد يكون زوجاً واحداً وهو ابسط الحالات وادقها في الاستنباط وقد تكون زوجين او ثلاثة ، اذ يتعد الموضع اكثر .

يمكن استنباط اصناف منيعة immune وهي التي لا تصاب ابداً ، أو مقاومة resistant وهي التي تظهر عليها اصابات لكنها محدودة لا تنتشر على النبات لانه يقاومها ، أو تكون النباتات متحملة tolerant وهي التي تظهر عليها اصابة لكنها (النباتات) يمكن ان تنمو وتعوض عن الضرر المفقود ، وهناك الحساسة susceptible التي تصاب وتموت .

الاسس الوراثية لمقاومة للأمراض والحشرات

أن المقاومة ضد الامراض هي صفة وراثية ويجب البحث عن الجينات الخاصة بها في الاصناف او الانواع القريبة من النوع المزروع ، وتنقل المقاومة اما من اصناف مزروعة او برية وبعد

معرفة الجينات المقاومة يمكن تنقل الى الاصناف المزروعة (التجارية عادةً) بطريقة التهجين وهنا لابد للمربي ان يأخذ بنظر الاعتبار وجود الصفات الوراثية التالية :

- 1- مجموعة الصفات الوراثية الخاصة بالصنف ويسمى العائل Host
- 2- مجموعة الصفات الوراثية الخاصة بالمرض أو الحشرة (الطفيلي)
- 3- وراثة التداخل بين العائل والطفيل

التربية لمقاومة الحشرات

لابد من جمع بعض المعلومات عن طبيعة المسبب أو الحشرة وعدد ازواج الجينات الحاكمة لصفة والحالة التي يكون فيها النبات للمحصول في التحمل او الاصابة فمثلاً بالنسبة لمقاومة الحشرات توجد حالات :

-1 **Non-preference** وهي عدم تفضيل الحشرة لذلك النبات عندما تقتات عليه ففضل نباتات اخرى غير ان هذا الصنف الذي لا تفضله الحشرة قد تقتات عليه عندما لا توجد نباتات غيره في الحقل فيكون هو العائل Host الوحيد فتلحق به الضرر لكنه يكون محدوداً لعدم افضليته للحشرة.

-2 **Antibiosis** : عدم افضليه او استساغة النبات من قبل الحشرة لوجود مركبات كيميائية تمنع نمو الحشرة ، وبذا فهو مقاوم لها .

-3 **Tolerance** : ان هذه الحالة هي اقل تحمل للنبات للحشرة بالمقارنة مع الحالتين السابقتين ، اذ قد يكون النبات سريع النمو او عالي التفرع او توجد عليه شعيرات فلا يسمح بالاقتطاع عليه كثيراً.

-4 **Immune or resistant** : تكون هذه الحالة نادرة تقريباً بالنسبة للحشرة ، الا ان ذلك لا يمنع ان توجد نباتات لا يمكن للحشرة ان تتغذى عليها او ان تنمو برقاتها عليها لوجوداليات مختلفة مثل مواد سامة للحشرة او ضارة او وجود اغلفة صلبة لساق النبات وغير ذلك ، وهذه الصفة ان وجدت هي افضل الحالات المعروفة ضد الحشرات .

اما بالنسبة لمقاومة الامراض فهناك غير حالة التحسس ، نباتات يمكن اعتماد اصنافها

للزراعة على انها متحملة او منيعة وكما يلي :

-1 : **Immune** وهي افضل حالات المناعة ضد المرض ، وهذه تكون نتيجة وجود جينات

رئيسية محدودة العدد تؤدي الى وجود آليات للتحمل قد تكون تشريحية او كيميائية او مظهرية

او وظيفية لا تسمح للمسبب المرضي بالانتشار على النبات .

-2 : **Tolerant** المتحمل اي الاقل مقاومة من الاول وقد تكون الجينات ذات فعل مضيق او

تمكيلي باعداد متباعدة ، بينما في الحالة الاولى جينات ذات فعل متغلب او متنحي فتكون

النباتات متجانسة ضد المرض.

-3 : **Moderately tolerant** أي متوسطة التحمل وهي اقل من سابقتها ، وعادة تكون اعداد

الجينات أكثر من الحالتين السابقتين ، ويلجأ اليها المربى عند عدم توفر الحالتين السابقتين .

ملاحظة : عند عدم توفر المناعة او التحمل يمكن ان يلجأ المربى الى خلط عدة خطوط من

المعدلة التحمل وذلك لتوسيع القاعدة الوراثية ضد المرض ، فتكون الاصناف من نوع متعددة

الخطوط Multi-line هي المعّول عليها لأجل ضمان الحصول على صنف جيد التحمل للمرض .

الطرق الشائعة في مقاومة الامراض النباتية أو الآفات الزراعية المختلفة

أ- منع انتشار المرض أو الحشرة في منطقة ما .

ب- المكافحة المباشرة .

ج- المكافحة (المقاومة) البايلوجية .

ويمكن منع انتشار الأفة (المرض أو الحشرة) بعدة طرق هي كما يلي :

1- **المنع Exclusion** : عبارة عن منع المسبب المرضي pathogen من دخول منطقة وتطوره

بها ولم يكن موجود فيها سابقاً وهذه العملية لاتتم الا بالتفتيش الدقيق على كافة المواد الزراعية
الداخلة للقطر لمنع دخول المرض الجديد ويتم هذا المنع بواسطة الدوائر الزراعية المتخصصة
(الحجر الزراعي Quarantine).

2- **الاستئصال Eradication** : هي أزالة وتحطيم المسبب المرضي اي القضاء عليه تماما في

منطقة معينة وهذه تتم بعدة طرق منها ازالة النباتات المرضية من المجموعة النباتية المزروعة
واعتبارها نباتات غريبة ولا بد من معرفة اعراض المرض وفي طور معين قبل ان ينتشر الى
بقية النباتات، كما ان ازالة الادغال التي تعتبر عائل نباتي آخر للمسبب المرضي حيث يمكن ان
يقضي عليها المسبب المرضي جزءاً من حياته .

3- **استعمال الطرق الزراعية الجيدة** : ان الطرق الزراعية الجيدة تساعدها حد كبير من التقليل
من الاضرار الناتجة عن الامراض والاحشرات ومن الامثلة على ذلك الزراعة بالموعد الملائم
للزراعة والاهتمام بعمليات خدمة التربة والمحصول .

4- **الدورات الزراعية Crop Rotations** : تعتبر الدورات الزراعية من طرق مقاومة
الامراض وخاصة الامراض المتواجدة بالتربة Soil-borne وذلك بتغيير العائل النباتي
موسمياً او سنوياً .

5- **استخدام بذور نظيفة ومواد نباتية سلية** : لغرض الزراعة حيث وجد بأن استخدام اجزاء نباتية او
بذور من نباتات مصابة تساعدها حد كبير على نشر الاصابة .

6- **الوقاية Protection** : ويقصد بها ايجاد الحاجز بين العائل والمسبب المرضي لمنع الاصابة مثل
استعمال المبيدات الكيميائية او تغيير الظروف البيئية التي يعيش فيها الفطر او الحشرة بحيث
تصبح غير ملائمة للمسبب المرضي او الحشرة .

التطبع أو التداخل الوراثي البيئي G x E Interaction or Adaptation

التطبع بنوعين الضيق narrow adaptation والواسع wide adaptation مهمان لدى استنباط الاصناف . اذا كان المحصول لأجل الزراعة في بيئات متباعدة فلابد من امتلاكه التطبع الواسع ، و اذا كان لبيئات متماثلة فالأفضل والأكثر انتاجية هو التطبع الضيق . نجد مثلاً في عدة دول من العالم انه كلما ابتعدت مدينة عن الاخرى بمسافة 100 – 200 كم أوصوا لها بصنف آخر ، وهذا هو التطبع الضيق لأنه الاكثر تحملًا لتلك البيئة والاعلى انتاجية .

يعد موضوع التداخل الوراثي \times البيئي G x E من بين المواقِع العالية الامامية في برامج تربية النبات ، ويُكَاد يُكون هو الاصعب لاسيما عند التربية لعوامل الشد abiotic stresses مثل شد الحرارة العالية أو الواطئة أو شد الملوحة أو شد الجفاف وأمثالها اذ ان مثل هذه الصفات في التحمل تحكمها مئات أوآلاف الازواج من الجينات ، وبذا يصعب الانتخاب لها مثل باقي الصفات الاقل عدداً في ازواج الجينات .

بيئة الاستنباط وبيئة الهدف

انه من المعلوم ان الاصناف الشائعة في العالم قد استبسطت في بيئات معينة في تلك الدول لأجل زراعتها في بيئة الهدف target environment فإذا كان المحصول واسع التطبع مثل الحنطة والشعير فيمكن ان تتلاءم زراعته في عدة بيئات في العالم ولكن عندما يكون المحصول أقل تطبعاً مثل فول الصويا فأن البيئة سوف تدخل عاملاً محظياً لفشل أو نجاح صنف المحصول . ان زراعة المحصول في بيئة اخرى غير المخصصة له قد تؤدي الى ظهور صفات جديدة في النبات لم تكن موجودة في البيئة الاصلية وذلك بسبب ما يسمى فوق الوراثة Epigenetics اذ قد تكون هناك جينات ساكنة silent genes فتظهر في البيئة الثانية او قد تظهر جينات جديدة novel genes لم تكن موجودة اصلاً في الصنف نتيجة تحفيز عوامل البيئة الجديدة لظهورها ، وكلاهما قد يرتبط بما يسمى (بيئة الجين gene ecology) التي جعلته ينشأ او يظهر تحت تلك العوامل .

أن ظاهرة فوق الوراثة تعود إلى وجود عدة أسباب منها ميثلة دنا methylation DNA وهي ارتباط جزيئه مثيل CH_3 مع DNA النبات ، كما أنها قد تظهر نتيجة ريبزة أو استلة أو فسفرة هستونات DNA بأرتباطها مع الرايبوز أو الاستيل أو الفسفور فيعتبر التعبير الجيني وينتقل إلى الاجيال اللاحقة ، وذلك من دون تغيير طبيعة DNA نبات الصنف .

الثبات المظاهري Homestasis = stability

الثبات المظاهري للصنف هو نتيجة فعل التداخل الوراثي البيئي $G \times E$ وبذا فإن الصنف الجديد لا بد من أن يزرع لعدة مواسم في عدة بيئات ، ثم تحل البيانات بحسب طبيعة التصميم المستخدم لتحليل التداخل ، فإن كان التداخل بين الوراثي والبيئي معنوياً فذلك يعني أن الأصناف قد سلكت سلوكاً مختلفاً في تطبعها للبيئة ويمكن أن نختار الأفضل وهو المتطبع ، وإن كان $G \times E$ غير معنوي فذلك يعني تماثل الأصناف في الاستجابة لعوامل البيئة المدروسة ، وقد تكون عوامل البيئة هي كثافات نباتية أو كميات سماد أو كميات ري ... الخ . أن الصنف الذي يملك جينات جيدة مرتبطة بما يسمى ثابت مقدرة النظام SCC الذي يجعل نباتات الصنف تنمو بصورة جيدة تحت تلك العوامل المدروسة وتعطي حاصلاً شبه ثابت من مستوى لأخر ، يقال عن نباتات الصنف إنها ثابتة stable وان كانت ذات SCC ضعيفة فإنها تكون متغيرة السلوك من بيئه لأخرى أو من مستوى لأخر .

هناك الصنف القابل للتطبع adaptable وهو الجيد لبيئة محددة ويستجيب لمدخلات النمو من ري وتسميد وكثافة نباتية وغيرها، وهناك الصنف المتطبع adapted الذي يتماثل في الاداء تحت البيئات المختلفة لكنه واطيء الحاصل ولا يستجيب لمدخلات النمو ، وبذا يكون الصنف القابل للتطبع لبيئة محددة هو الهدف المطلوب لمربي النبات

لقد وجد من عدة ابحاث أن معدل حاصل بعض المحاصيل قد ازداد بتأثير عوامل البيئة بحدود 1200% - 1500% بينما تتغير الأصناف ما بين 50% - 100% في معظم الحالات .

أن أفضل الأصناف في الثبات **Stability** يمكن معرفته بأعتماد أية معادلة مناسبة ، أذ يوجد ملائقي عن 15 معادلة رياضية تقيس قيمة الثبات للصنف منها المعادلة البسيطة

$$Stability \% = 1 - \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100$$

حيث تستخرج قيمة σ (الانحراف) للصفة وقسمتها على معدل الصفة \bar{X} وطرحها من واحد وتحويلها الى نسبة مؤدية نحصل على نسبة الثبات بهذه المعادلة ، أن القيمة الدنيا للثبات في هذه المعادلة هي 85% والصنف الذي يعطي قيمة أقل من 85% يعد غير ثابت .

ولأجل معرفة أفضل صنف في الثبات والحاصل تستخدم معادلة المحصلة الوراثية

$$GR = (stability \%) = \frac{\bar{x}_c}{\bar{x}_{ci}} \text{ وكمالي } genotypic \ resultant$$

حيث ان : \bar{x}_c معدل الصفة للصنف و \bar{x}_{ci} معدل الصفة للأصناف كلها

وأعلى رقم يحصل عليه الصنف يدل أنه الأفضل في الثبات وفي أداء الصفة المدروسة .

المحاضرة الرابعة عشر

Dr. Zeyad

أنتاج وتوزيع البذور

لا يتحقق الغرض من أنتاج السلالات والاصناف الجديدة إلا بعد الحصول على كمية كافية من بذورها لكي يمكن انتاجها تجاريًا ومن ثم توزيعها على المزارعين والدوائر والمؤسسات الزراعية ذات العلاقة أو شركات أنتاج البذور ، ولتحقيق هذا الهدف لا بد من توفر كادر علمي متخصص وامكانيات مادية وبأخص محطات التجارب ، يأخذ انتاج البذور مراحل متعددة حيث يقوم المربى بأستنباط الاصناف الجديدة وحصوله على بذور أو تقاوي النواة ثم يتبع ذلك انتاج البذور الخاصة بالصنف الجديد عن طريق المؤسسات الزراعية المختصة او الشركات الزراعية أو ذوي الخبرة من المزارعين .

يمكن ان تعرف البذور من ناحية تربية النبات بأنها كل ما مستعمل في تكاثر المحاصيل كالسيقان والابصال والرايزومات والعقل والأوراق بالإضافة إلى البذور الاعتيادية .

رتب البذور المحسنة

يكلف استنباط الاصناف مبالغ طائلة وبذا فلا بد من الحفاظ على الطبيعة الوراثية النقية للصنف من خلو بذوره من بذور الادغال ومن الاصابات المرضية والخشريه . يمر الصنف بعدة مراحل لاستنباطه وتصديقه ، وبعد ان ينتهي برنامج التربية يقوم المربى بزراعة الصنف مع صنف آخر محلي أو اصناف شائعة في تجارب مشاهدات لتخريج اليها لجنة اعتماد الاصناف المختصة ، وغالباً ما تكون التجارب في عدة مواقع . اذا قبلت اللجنة الصنف كمرحلة أولية فإنه يسجل registration مادة وراثية جديدة ، فاذا أعاد المربى التجارب بالصورة التي أرادتها اللجنة واقتصرت بالمواصفات الحقلية والنوعية يصدر قرار بأعتماد الصنف adoption أو تصديق certification وبعدها يتم اكتاره ويطلق release الى المزارعين .

مواصفات الاصناف المنتجة D.U.S

على الرغم من ضرورة وجود صفات انتاجية ونوعية متميزة للهجين أو الصنف الجديد المستبط ، فأنه لابد من وجود ثلات صفات هامة معها هي التمايز Distinctness والتماثل المظاهري Uniformity والثباتية Stability أي ثبات الصنف لدى زراعته في عدة بيئات ، وعليه فأنه يتوجب على المربى تحديد هذه الصفات للصنف الجديد كي تتحقق منها اللجنة المختصة بالتسجيل والاعتماد

مراحل انتاج البذور

1- بذور مربى النبات Breeder Seeds

تنتج هذه البذور بواسطة مربى النبات والقائم على استنباط الصنف الجديد وليس بالضرورة ان تكون بذور فقد يتم تربية اجزاء نباتية تتکاثر خضررياً ، تسمى هذه البذور ببذور النواة أو تقاوي النواة وتميز بدرجة عالية من النقاوة الوراثية وعادة تكون كمياتها قليلة لذا يجب المحافظة عليها والاهتمام بها جيداً

2- بذور الاساس Fonudation Seeds

هي البذور الناتجة من اجراء تكثير بذور مربى النبات ويجب المحافظة على هذه البذور لأنها مصدر جميع رتب البذور أما مباشرة أو من خلال البذور المسجلة . هذا ولا بد من المحافظة على نقاوة الصنف والتشابه الوراثي وعملية انتاج هذه البذور يتم تحت اشراف دقيق وفي محطات التجارب وحقول نظيفة وخالية من بذور الادغال وغير مزروعة بنفس المحصول لتجنب الخلط الوراثي ، حيث ان مثل هذا الخلط سيؤدي الى التدهور للصنف المستبط بسرعة ويفقده صفاته التي اسنبط لأجلها .

3- البذور المسجلة Registered Seeds

تنتج هذه البذور أو التقاوي من بذور الاساس ويجب ان تحفظ بمستوى جيد من ناحية النقاوة للصنف لغرض انتاج بذور معتمدة ، ومن الممكن استعمال هذه البذور للإنتاج مباشرة بعد تكاثرها ، هذه البذور غير شائعة اليوم على المستوى التجاري عالمياً.

4- البذور المعتمدة (المصدقة) Certified Seeds

وهي ناتجة من البذور المسجلة أو بذور الاساس احياناً أو من البذور المعتمدة الاخرى . ويجب ان تحفظ هذه البذور بدرجة مقاومة من النقاوة الوراثية لكي تقبل من قبل هيئة اعتماد البذور . أو يمكن القول بانها البذور التي تم التصريح بتداولها من قبل جهة الاعتماد المختصة كبذور صالحة للستخدام طبقاً لمعايير ثابتة من حيث الانبات ، وخلوها من الامراض والحشرات وبذور الادغال .

رتب البذور الشائعة هي النواة والاساس والمصدقة . غالباً في دول العالم توجد الوان معينة على الكيس للإشارة الى رتبة البذور من دون الحاجة لقراءة العلامة المكتوبة على الكيس ، وهذه نقطة مهمة لدى البيع والشراء بكميات كبيرة ولدى الشحن والخزن في الناقلات والبواخر .

رتب البذور في خضرية التكاثر

أن البذور المحسنة في خضرية التكاثر تمثل الجذور أو الساقان وفي نباتات أخرى الاوراق . نأخذ مثلاً لذلك البطاطا والتي تختلف درناتها في الرتب ليس في تركيبها الوراثي وإنما بمقدار اصابتها او تلوثها بالفايروس الذي يعد المشكلة الاساس في أكثر رتب هذا المحصول وفي انتاجيته . تقع

رتب البطاطا بالآتي :

Super Elite = SE - 1 : وهي أعلى رتبة في هذا المحصول ، ودرناتها صغيرة جداً

(بحجم الحمصة) ويتم انتاجها بزراعة مرستيم عين درنه خالية من الفايروس لذلك الصنف ، اذ

لابد من فحصها سيرولوجيأً بواسطة kit خاص بأختبار الاصابة الفايروسية . يزرع المرستيم

على وسط غذائي في أنابيب زجاجية تحت ظروف خاصة مسيطر عليها وت تكون نبيات من نمو المرستيم ، وت تكون الدرنة محمولة على النبات وليس داخل الوسط . plantlets

Elite Seed = ES -2 : يتم الحصول عليها من زراعة SE في تربة وبيئة خالي من الفايروس ، ولابد من حمايتها من الذبابة البيضاء الناقل الرئيس للفايروس . تكون الزراعة داخل البيوت البلاستيكية ، ويكون قطر الدرنة بحدود 3 – 4 سم . أن الرتبة الاولى SE ذات اسعار مرتفعة جداً تتحكم بها الشركات المنتجة .

Class A -3 يتم الحصول عليها من زراعة ES في تربة نظيفة في الحقل. يكون حجم الدرنات لهذه الرتبة بحجم بيضة الدجاج . هذه الرتبة هي الشائعة في التداول بين الشركات والمزارعين وبزراعتها يتم الحصول على الرتبة B المستخدمة للأستهلاك ، يقوم بعض المزارعين خطأً بزراعه درنات البطاطا B لدى ارتفاع اسعار الرتبة A ، ويكون حاصلها أقل بكثير من حاصل الرتبة A . يبلغ أفضل معدل حاصل للبطاطا في العالم بحدود 170 طن/هكتار ، واحياناً بحدود 10 – 15 طن/ هكتار فقط . أن أفضل محافظتين لأكثر رتب البطاطا في العراق هما نينوى و الانبار (في الصحراء) وذلك لخلوها من الذبابة البيضاء .

السجلات في تربية النبات

من الصعب جداً تطبيق برنامج تربية له قيمة علمية من دون وضع سجل خاص به يتضمن كافة المعلومات المتعلقة بالأباء والاجيال والتلقيمات والصفات الوراثية والجينات الحاكمة وغيرها ، ان البنور المختلفة من السلالات والاصناف الموجودة في البنوك الوراثية Gene Banks قد دونت عليها الموصفات الوراثية والتي يصدرها المربى الذي قام بأستباط بنور الصنف ، تخزن البنور الخاصة ببرنامج التربية في مخازن مبردة بدرجة -4°C وتبقى حية لعشرين السنين ، ويمكن تحديد اكتوار البعض منها عند الحاجة .

أنواع السجلات

توجد عدة انواع من سجلات مربى النبات التي قد يحتاجها في برامجه المختلفة لجمع وتنسيق تلك البيانات وبالتالي تحليلها ومناقشتها ، فيما يلي أهم السجلات لمربى النبات المعروفة

1- سجل النسب Accession Record

أنه سجل متكرر لجميع المواد النباتية التي استعملت من قبل مربى النبات وأختبرت بما في ذلك النخب والسلالات والهجن والمواد الوراثية المistorدة ، تدون فيه اسماء الاباء والصفات التي انحدرت منها البذور بحسب اجيال استبطاطها واعداد الجينات الحاكمة للصفات في كل مادة وراثية ، وهو اغنى سجل بالمادة الوراثية ، يخصص لكل محصول سجل خاص به ويعطى له رقمًا ويبدأ بالرقم (1) في أول سنة يبدأ فيها العمل وعندما يرقم صنف أو سلالة له آخر رقمين من رقم العام الذي زرع فيه لأول مرة في ذلك الحقل ، فلو زرعنا مثلاً سلالة مستوردة من دولة ما في أحد حقولنا التجريبية لغرض الاختبار في عام 2015 لاعطيت تلك السلالة الرقم 15 ويوضع هذا الرقم يسار الرقم الذي يكتمل فيما بعد ، حيث يضاف رقم الخط الذي أنتخب منه الصنف أو السلالة في الحقل ، فلو كانت تلك السلالة تحمل تسلسل (12) في الحقل لكان رقمها النهائي (1512). أما لو كان تسلسلها (3) فيكون رقمها النهائي (1503) وهكذا .

2- سجل المشروع Project Book

يجب ان يكون هناك سجل خاص لكل مشروع بحث في تربية النبات حيث يعطى رقم خاص واسم خاص لكل مشروع وتدون فيه معلومات المشروع من حيث المواد الداخلة فيه والعوامل المدروسة وهدف البرنامج والنتائج المتحصل عليها ، وما يتربت عليه من عمل في المواسم اللاحقة.

3- سجل خطة الزراعة Planthng Plan

من الضروري تهيئة خطة الزراعة قبل البدء بها وقبل تحضير الارض لذلك الغرض ، وهو سجل مخطط الزراعة للبرنامج الذي يشير الى طبيعة توزيع المواد الوراثية في الحقل عبر المكررات . يتم اعداد مثل هذا السجل كل موسم وتدون فيه مسافات الزراعة والاسمة والري و ... الخ لكل تجربة في البرنامج .

4- سجل اللقاح Crossing Record

يختص بأسماء الاباء الداخلة في كل تضريب في البرنامج لكل موسم.

5- سجل الحقل Field Record

يحتاج مربي النبات الى سجا عام من غير السجلات التي تم ذكرها يدون فيه كافة البيانات الحقلية اليومية التي يدونها المربى ، ولذا فإنه يحمل هذا السجل معه كلما خرج الى الحقل ، كذلك تدون كافة الملاحظات التي يراها حتى يتمكن من تفسيرها عند اكتمال عمل البرنامج .

المحاضرة الخامسة عشر

Dr. Zeyad

التقانات الحيوية وتربيه النبات

مفهوم التقانات الاحيائية : وتعني الاستخدام التقني الموجه للكائنات الحية على المستويين الخلوي والجزيئي لأنماط وتطوير مواد مفيدة للأنسان .

ويقصد أياً بالتقانات الحيوية Biotechnology مجموع التطبيقات العلمية الحديثة التي تعتمد على استخدام بعض الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms والخلايا الحيوانية والنباتية ومنتجاتها ، مثل الانزيمات والهرمونات وغيرها لاستغادة منها في تركيب منتجات جديدة، أو تحسين الإنتاج .

ويصنف علم التقانة الحيوية بشكل رئيس الى مايلي : زراعة الانسجة ، علم الاحياء الجزيئي (الهندسة الوراثية والمؤشرات الجزيئية) والتطبيقات المختبرية لتحسين المحاصيل .

أولاً : زراعة الانسجة **Tissue Culture**

يقصد بزراعة الانسجة استخدام جزء من النبات قد يكون البذرة أو جزءاً من الجذر أو جزء من الساق أو جزءاً من الاوراق أو المتك أو حبوب اللقاح على بيئة غذائية عادةً ما تحتوي على العناصر الكبرى والصغرى ومصدر للسكريات ، واغلب ما يستخدم السكروز بيئة غذائية وأحياناً تضاف بعض من منضادات النمو مثل الاوكسينات لتشجيع تكوين الجذور ونموها والسايتوكوينينات لتشجيع نمو الساق والهرمونات التي توجه النبات لتكوين كالوس Callus وهو عبارة عن مجموعة من خلايا منتظمة أو غير منتظمة ، وتعني بكلمة منتظمة أي انها خلايا متشابهة لا يمكن تمييز خلايا خاصة بالجذر أو الساق أو الاوراق ، وزراعة تلك الخلايا المفككة على بيئة غذائية يمكن الحصول على افراد تشبه النبات الام الاصلي في تركيبها الوراثي بكميات كبيرة في اوقات قصيرة ، وتنتم هذه الطريقة في ظروف تعقيميه حيث إن البيئات المستخدمة تكون موطنًا خصباً للكائنات الدقيقة .

أصبحت تقانة زراعة الانسجة النباتية Plant tissue culture من الطرائق الحديثة والمهمة لمربى النبات . وقد خرجت هذه التقانة من دائرة الابحاث الى دائرة التطبيق العملي ، ومن الحيز الضيق الى إلى الأفق الأوسع وهو المجال التجاري .

تستخدم هذه التقنية اساساً في الإكثار السريع وذلك للحصول على أكبر عدد ممكن من النباتات في أقل حيز وفي أقل وقت من السنة . كما استخدمت هذه التقانة لإنتاج النباتات الخالية من الأمراض وخاصة الفيروسية منها من خلال زراعة القمة المرستيمية واستخدام الحرارة أو الكيميائيات لهذا الغرض .

وقد قام علماء تربية النبات بأسنطباط سلالات عالية الانتاج ومقاومة للأمراض واخرى تحمل الملوحة والحرارة العالية والجفاف باستخدام تقانة زراعة الكالس .

وتعد مزارع الانسجة والخلايا والبروتوبلاست المرحلة الاولى والضرورية لتطبيق تقنية نقل الجينات المرغوبة إلى المحاصيل الاقتصادية المهمة ، أو مايعرف باسم الهندسة الوراثية .

ثانياً : أهداف زراعة الانسجة كوسيلة سريعة للتکاثر

- 1- استخدام زراعة الانسجة كوسيلة سريعة للتکاثر
- 2- الحصول على سلالات خالية من الامراض وخاصة الفايروسية منها .
- 3- تربية النباتات المرغوبة فيها والحصول على طفرات أو هجن جديدة وجيدة الصفات
- 4- إنتاج المستحضرات العطرية والطبية والمواد الطبيعية بطريقة اقتصادية .
- 5- استخدام الهندسة الوراثية بصورة أكثر سهولة بإدخال أو نقل صفات جيدة مرغوبة كمادة النواة خلية الام .
- 6- التغلب على مشكلة عدم التوافق الذاتي .
- 7- حفظ التراكيب الوراثية ، يعد عظيماً بالنسبة لعلماء التربية حيث يمكن حفظ انواع معينة في انابيب تحفظ في ثلاجات لإيقاف نموها حتى يُحتاج إليها في عمليات التربية والتهجين المختلفة ، وذلك بدلاً من زراعتها بالحقل مباشرةً والمحافظة عليها في الحقل مما يتطلب كثيراً من الوقت والجهد فضلاً عن امكانية فقدانها في أي لحظة بسبب الظروف البيئية والحيوية في الحقل ولا يقتصر أهمية علم زراعة الانسجة النباتية على هذا فقط بل تمتد إلى أنها تعدّ الوسيلة الفريدة التي لم تكن في متناول العلماء من قبل لدراسة فسيولوجيا النباتات والتطوير البيولوجي للكائن النباتي الحي من صور بسيطة إلى صور متراكبة معقدة البناء ولكنها متوافقة الوظائف .

أوجه الاستفادة من مزارع الانسجة في تربية النبات

أصبحت مزارع الانسجة بأنواعها المختلفة من الادوات المهمة التي يستفيد منها مربى النبات في تحقيق أهداف برامج التربية . ويعد كل من علم زراعة الانسجة والهندسة الوراثية من أحدث العلوم التي يعتمد عليها علم تربية النبات . وسنذكر هنا بعض الجوانب التطبيقية لعلم زراعة الانسجة .

مجالات زراعة الانسجة

1- زراعة الخلايا Cell culture

اول خطوة في عمل مزارع الخلايا هي عزل الخلايا المفردة ، وتم عزل الخلايا المفردة اما بالوسيلة الميكانيكية واما انزيمياً من الاعضاء النباتية واما ان تأخذ من نسيج كالس نامي . يلي هذه الخطوة زراعة الخلايا المفردة على البيئة المناسبة ، وتعد طريقة برجمان من أكثر الطرق شيوعاً في زراعة الخلايا المفردة ، ويراعى في هذه الطريقة ان يكون تركيز الخلايا المفردة في البيئة السائلة ضعف التركيز النهائي المطلوب عند الزراعة ، وتتوقف طبيعة النمو في مزارع الخلايا على تركيز الهرمونات في بيئه النمو حيث انه قد يكون النمو مميزاً اي يتكون نموات خضرية او جذرية او كليهما او قد يكون النمو غير متميزاً اي تتكون كتلة من الخلايا تسمى كالس Callus . وينتاج الكالس من اي نسيج نباتي يتميز برضوخ الجزء النباتي الذي تؤخذ منه الخلايا في بيئه تحتوي على تركيز مرتفع من الاوكسين وتركيز منخفض من السايتوكانيين حيث يتكون الكالس عند ذلك ويمكن ان يستمر بالنمو اما بصورة كتل متعددة الخلايا في البيئات الصلبة او على شكل تجمعات صغيرة من الخلايا في البيئات السائلة ومع استعمال تركيز مرتفع من السايتوكانيين ومنخفض من الاوكسين فإنه يمكن أن تتكون الجذور والسيقان والاوراق .

2- زراعة المتوك Anther culture

تفيد مزارع المتوك من انتاج نباتات احادية Haploid من حبوب اللقاح ، اما من خلايا تكوين أجنة او من خلال تكوين الكالس . ويفيد ذلك

أ- تستخدم النباتات الاحادية لمجموعة الكروموسومية (n₁) في الحصول على نباتات ثنائية المجموعة الكروموسومية (n₂) أصلية (سلالة) من المحاصيل خلطية التلقيح وذلك بمعاملتها بالكولشيسين ، وذلك يوفر من 6 – 8 أجيال للتربية الذاتية .

ب- تفيد النباتات الاحادية في الحصول على مختلف حالات التعدد الكروموسومي غير التام كما تفيد مزارع المتوك بالتعرف على الطفرات المنتخبة بسهولة ، وانتاج اصناف محسنة لبعض المحاصيل في وقت قياسي مثل الحنطة والرز والشعير . وانتاج اصناف من نبات الهليون جميع نباتاتها مذكرة .

3- زرارة البروتوبلاست Protoplast culture

تعرف مزارع البروتوبلاست على انها زراعة الخلايا دون جدرها الخلوية تفيد مزارع البروتوبلازم في عملية دمج البروتوبلازم Protoplasm Fusion عند الرغبة في اجراء تهجينات نوعية بعيدة ، وكذلك عملية ادخال اجزاء غريبة من DNA او بكتيريا او فيروسات معينة في الهندسة الوراثية حيث يتم عزل البروتوبلازم عن الجدار الخلوي ، ويزرع في بيئه مناسبة ، ويتم

هذا بانزيم السيليلوز الذي يحضر من مزارع الفطر . تعد الاوراق الحديثة التكوين أفضل مصادر الخلايا لمزارع البروتوبلازم حيث يعمق النسيج النباتي المستعمل سطحياً ثم تسخن بشرة الورقة أو يقطع الجزء النباتي الى اجزاء صغيرة ، ويوضع في محلول الانزيمات ، ويفضل ان تكون المعاملة بالانزيمات الهاضمة تحت التفريغ لاسراع عملية تخلل الانزيمات بين الخلايا وتستمر المعاملة بالانزيمات نصف ساعة الى ساعة . ثم تزرع في البيئة الملائمة ، ويفضل ان تكون سائلة وتظهر الجدر السيليلوزية حول البروتوبلاست بعد 2 - 14 يوم وقد نجحت هذه الطريقة في العائلة البازنجانية والبطاطا.

دمج البروتوبلاست Protoplast Fusion

تشمل برامج تربية النبات محاولة جمع العديد من الصفات المرغوبة التي يمكن نقلها باستخدام الطرائق التقليدية المستخدمة في تربية النبات . الا ان ظهور أسلوب جديد لنقل هذه الصفات ودمجها بعيداً عن دورة الحياة الجنسية ، والخاصة في النباتات الراقية ، له أهمية كبيرة في علم تربية النبات . هذه الطريقة غير تقليدية تأتي عن طريق دمج بروتوبلاست الخلايا (خلايا منزوعة الجدار الخلوي) داخل المختبر ، ويكون الخليط الناتج عن الدمج والمحتوى على أنوية غير متشابهة ، مما يعرف بالهجين الجسدي Somatic hybrid .

ثانياً : علم الأحياء الجزيئي Molecular Biology

1- الهندسة الوراثية في النبات Plant Genetic Engineering

تعرف الهندسة الوراثية بأنها التلاعب بالمحتوى الوراثي للكائن معين من أجل تغيير صفاته الوراثية . ويشمل التعريف العام كل الطرق التي من شأنها تغيير البنى الوراثية للكائن الحي سواء كان ذلك على مستوى النبات ككل مثل طرق التربية التقليدية كالإدخال أو التهجين أو استخدام الطفرات أو على المستوى الخلوي كالاندماج البروتوبلاستي أو التطفيير خارج الجسم الحي أو على المستوى الجزيئي مثل الطرق المختلفة لклونة الجينات وانتاج الا Recombinant DNA المركب DNA . كل هذه الطرق تعتبر هندسة وراثية ولكن بما ان ظهور مصطلح الهندسة الوراثية كان متزاماً مع تطور التقانات الحديثة في هذا المجال والتي محورها كلونة الجين Gene cloning (التأسبيب أو التنسيل) (لذلك يستخدم هذا المصطلح للإشارة الى هذه التقانات الحديثة فقط .

يعد حقل الهندسة الوراثية واحداً من أحدث الحقول العلمية أذ كانت بدايته الحقيقة مع بداية عقد السبعينيات من القرن الماضي أذ جرت العديد من المحاولات لتكوين تراكيب وراثية جديدة عن طريق اضافة أو حذف معلومات وراثية من المحتوى الوراثي للكائنات المختلفة بغية إنتاج أحياء

ذات مواصفات جديدة تختلف عن مواصفاتها الطبيعية وتكون كفؤة ومفيدة في إنتاج العديد من المواد الطبية والصناعية المهمة إضافة إلى تحسين السلالات وجعلها أكثر مقاومة للأمراض والظروف المناخية القاسية .

أن الفكرة العلمية لتقانات الهندسة الوراثية قد تم تطبيقها من قرون عديدة في عمليات التربية التحسين في النباتات والحيوانات إذ تم اختيار الآباء بالصفات المرغوبة ثم البحث في الأفراد الناتجة بالصفات المطلوبة . فالمقاومة ضد مرض معين أو إنتاج الحليب واللحم أو حجم البذور كلها صفات وراثية تم انتخابها باستخدام طرق التربية التقليدية وبينما تم إثبات نجاح تلك الطرق في استنباط أصناف جديدة إلا أن هناك بعض السلبيات كونها بطيئة وغير كفؤة أحياناً للأسباب التالية خلال التكاثر الجنسي الطبيعي تندمج الصفات الوراثية للأبوين في عملية عشوائية ويطلب الحصول على التوافق المطلوب للصفات المظهرية البحث فيآلاف الأفراد الناتجة من التزاوج . Progeny

- 1- قد يعتمد ظهور بعض الصفات المرغوبة على حدوث التغيرات العشوائية في تتبع الـ DNA (الطفرات العشوائية) ولكن نسبة حدوثها قليلة جداً (واحد بـ المليون لكل نسخة من الجين) وهذا يتطلب البحث في ملايين الأفراد الناتجة عن الصفة المرغوبة .
- 2- يقف حاجز النوع عائقاً صعباً إن لم يكن مستحيلاً لإجراء التجارب بين الأنواع المختلفة من الاحياء .

مؤشرات الـ DNA المفهوم والتطبيقات

المؤشر الوراثي Genetic Marker هو صفة مميزة تستند على وجود موقع معين (locus) على الكروموسوم أو الجينوم ، وأن معرفة هذا الموقع يساعد على دراسة توارث صفة معينة أو جين معين فالجينات القريبية جداً من المؤشر تتوارث معه .

وحتى يكون المؤشر الوراثي فعالاً ودقيقاً في التمييز بين الأصناف يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية :

- 1- سهل التطبيق وغير مكلف .
- 2- سهل التمييز بين الأصناف المختلفة .
- 3- قابل للتطبيق في أي مرحلة من المراحل العمرية للنبات .
- 4- قادر على الكشف عن التغيرات غير الثابتة Epigenetic variation .
- 5- قادر على التنبؤ بنسبة النباتات النغایرة للصنف Plant – off – type .

وعلى الرغم من صعوبة توفر جميع هذه الشروط في مؤشر بحد ذاته فإن الكثير من الباحثين قاموا ومنذ عدة سنوات بإيجاد العديد من المؤشرات التي تختلف عن بعضها في دقتها وحساسيتها ودرجة تعقيدها وسهولة استخدامها فضلاً عن المرحلة العمرية التي تطبق فيها .

ومن أنواع المؤشرات :

اولاً – المؤشرات المظهرية Morphological Markers

أن استخدام المؤشرات المظهرية هي الطريقة الأسهل والأقل تعقيداً للتمييز بين الأفراد وتعد اول واقدم طريقة لدراسة التنوع الوراثي ولا يمكن الاستغناء عنها إذ تعتمد على ايجاد التباينات بين الأفراد بالاستناد الى الصفات المظهرية مثل لون الازهار وطبيعة النمو الخضري أو كمية الحاصل ، الباحثون اشاروا الى صعوبة تمييز الاصناف او الانواع عن طريق صفاتها المظهرية وبدون وجود ثمار كون صفات النمو الخضري تتأثر بالبيئة المحيطة وعمليات الخدمة ، إن تأثر هذا النوع من المؤشرات بالظروف البيئية يكون كبيراً إذ يختلف المظهر الخارجي لنفس النبات بأختلاف ظروف النمو الخارجية ، كما ان أعداد تلك المؤشرات قليلة أي انها تمثل عدداً قليلاً من الواقع loci في الجين Genome فضلاً عن ان بعض الصفات المظهرية يتحكم بها اكثر من جين .

ثانياً – المؤشرات الخلوية Cytological Markers

أما الدراسات الخلوية فتتم من خلال دراسة عدد الكروموسومات واحجامها وأشكالها ومقارنة الأفراد على هذا الاساس إذ ان من المعروف ان العدد الكروموسومي لكل نوع نباتي يكون ثابتاً ولكن وجد ان من الصعوبة الاعتماد على العدد الكروموسومي في تشخيص النباتات المغيرة للصنف وذلك لأفتقار هذه الطريقة للدقة المطلوبة في الكشف عن التغيرات والطفرات التي تحدث على مستوى المادة الوراثية即 DNA للنبات .

ثالثاً – المؤشرات الجزيئية Molecular Markers

أ – المؤشرات الانزيمية Isozyme and Allozyme Markers

يمكن تعريف الـ Isozyme بأنه الشكل الآخر لإنزيم معين يشبه ذلك الإنزيم بالوظيفة لكنه يختلف عنه في تسلسل الأحماض الأمينية فيه وبذلك يمكن فصلها عن بعض باستخدام المиграة الكهربائية .

أما الـ Allozyme فيعرف بأنه الأشكال الانزيمية الناتجة من الأليلات المتعددة للموقع Locus الواحد . ويتميز افراد النوع الواحد بثبات عدد تلك الانزيمات الخاصة به لذلك باستخدام التحليل (المigration الكهربائية) يمكن تمييزها عن بعض ويمكن ترحيل هذه الانزيمات المتظاهرة على هلام الـ Polyacrylamide أو النشا.

ب - مؤشرات الا DNA Markers DNA

ان التطور السريع الذي حصل في علم الاحياء الجزيئية Molecular Biology والنجاحات المستمرة التي حققتها الهندسة الوراثية Genetic Engineering وخاصة في عقد الثمانينات والتسعينات من القرن المنصرم قد وفرت الادوات المناسبة للتحليل الجزيئي للمادة الوراثية DNA التي تحكم في صفات الكائنات الحية .

وتعرف مؤشرات الا DNA بانها تتابعات من الا DNA يمكن الاستدلال بها على موقع معين على الكروموسوم او الجينوم تستخدم لدراسة العلاقات الوراثية بين الافراد وإيجاد البصمة الوراثية لكونها تعكس الاختلافات في المعلومات الوراثية المخزونة فيهم ، وهذه الاختلافات اما تكون ناتجة عن الحذف Deletion او الأدخال Insertion او اعادة الترتيب Rearrangement للنيوكليوتيدات في جينوم الافراد المدرسة لأي سبب كان كالطفرات الوراثية لذلك اعتمدت في دراسات التصنيف الجزيئي Molecular taxonomy والدراسات التطورية وفي بناء الخرائط الوراثية كما اصبحت من الادوات المهمة لدراسة التنوع الوراثي Genetic Diversity اذ تعد الاختيار الذي لا بديل له في تطوير الخطط الملائمة لحفظ الانواع ، وبما ان هذه المؤشرات تعكس الاختلافات مباشرة على مستوى القواعد المكونة الا DNA ونظرًا لأن جينوم الكائنات الحية الراقية يحتوي على الملايين من هذه القواعد لذلك فان اعداد هذه المؤشرات كبيرة جداً ، وبالتالي فان لها القدرة على الكشف عن مئات المواقع Loci ولعدة أليلات للموقع الواحد .

تمتاز هذه المؤشرات مقارنة بالمؤشرات الاخرى بانها تظهر التغيرات الذي يحدث على مستوى الا DNA مباشرةً وكما هو معروف فان الا DNA هو المادة الوراثية المستقرة التي لا تتأثر بالبيئة لذا امتازت هذه المؤشرات بالاستقرارية Stability بعكس المؤشرات الوراثية المعتمدة على الصفات المظهرية التي تتأثر بشكل كبير بالظروف البيئية . وكذلك امتازت هذه المؤشرات بكونها تعتمد على مادة الا DNA الموجودة في جميع خلايا الكائن وبشكل متساوٍ لذا فان تحليل أي جزء من ذلك الكائن وفي أي مرحلة عمرية سوف يعكس بالنتيجة حالة الكائن الوراثية وعلى نحو دقيق مما منح هذا النوع من المؤشرات الشمولية وجعلها تتتفوق على المؤشرات المعتمدة تحليل المحتوى البروتيني لذلك الكائن او حتى على ماتمثله هذه البروتينات من متطلبات إنزيمية . ومن المميزات الاخرى لمؤشرات الا DNA هي قدرتها على كشف اعداد كبيرة من التباينات مما جعلها قادرة على ايجاد أي اختلاف مهما كان طفيفاً وبين اقرب الافراد فضلاً عن قدرتها على تتبع التغيرات الوراثية عبر الاجيال كونها تستند الى قوانين مندل في التوارث كما تبرز أهمية مؤشرات الا DNA من خلال تطبيقاتها الواسعة وفي شتى المجالات ومن أهمها ايجاد البصمة الوراثية DNA والتمييز والتشخيص المبكر لاصناف السلالات وتحديد القرابة بينهما DNA Fingerprinting

والتمييز المبكر للجنس في النباتات ومساعدة مربى النبات في تسهيل مهمة التصريب والتهجين أو تطوير اصناف جديدة من خلال تحديد مستوى التغيرات وكذلك فحص النقاوة للبذور وحفظ حقوق مربى النبات لتمييز الاصناف المقاومة للأمراض والكشف المبكر عن الاصابات المرضية .

المؤشرات الجزيئية Molecular Markers

هناك العديد من الصفات المهمة زراعياً كحاصل الحبوب ونوعيتها ، وبعض اشكال مقاومة الأمراض ، ومقاومة الإجهادات اللاحيائية ، يتحكم بها العديد من الجينات ، وتعرف على انها الصفات الكمية (الجينات المتعددة ، أو العوامل المتعددة ، أو الصفات المتعددة) . وتسمى تلك المناطق في الجينوم النباتي التي تحتوي الجينات المرتبطة بصفة كمية معينة بموضع الصفات الكمية Quantitative trait loci (QTLs) . وما يجب فهمه أنه من المستحيل التعرف على موقع الصفات الكمية بالاعتماد على التقييم الشكلي التقليدي . وقد ساعد التوصيف الجزيئي للصفات الكمية بالاعتماد على مؤشرات الحامض النووي الريبي منقوص الاوكسجين DNA (DNA markers) منذ عام 1980 بإعطاء الفرصة العظيمة للإنتخاب غير المباشر لنتائج الصفات المهمة .

تشير المؤشرات الجزيئية أساسا إلى الاختلافات الوراثية التي يمكن تعينها باستخدام تقانة التر Higgins الكهربائي الهلامي ، والتصبيغ الكيميائي (اثيديوم بروماديد أو الفضة) أو الكشف عنها بالمؤشرات المشعة ، أو المسبار Probes الملونة .

وتكون المؤشرات مفيدة إذا أظهرت تباينات بين أفراد النوع الواحد ، أو الأفراد التابعة لأنواع مختلفة . ويطلق عليها اسم المؤشرات المتباينة Polymorphic markers وتشير المؤشرات التي لا تميز بين الطرز الوراثية بالمؤشرات المتماثلة Monomorphic markers .

ويمكن توصيف المؤشرات المتباينة على أنها سائدة Dominant أو خليطة Codominant . ويعتمد هذا الوصف على أساس التمييز مابين الطرز الوراثية المتماثلة Homozygotes والغير تماثلة Heterozygotes .

الصفات المرغوبة بالمؤشرات الجزيئية

- 1- ان تكون متباينة Polymorphic وخصوصاً في دراسات التباعد (التنوع) الوراثي
- 2- أن تكون موزعة بالتساوي ، ويتتابع على الجينوم .
- 3- ان تكون رخيصة الثمن ، وسريعة الكشف .
- 4- أن تكون قابلة لإعادة الإنتاج .

الكتب العربية

الكتاب	اسم الكتاب	ت	اسم المؤلفين
تراث وتحسين النبات	تراث وتحسين النبات	1	د. مدحت الساهوكى د. حميد جلوب علي د. محمد غفار احمد
أسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية	أسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية	2	د. حميد جلوب علي
أساسيات تربية النبات	أساسيات تربية النبات	3	د. حمدي جاسم حمادي د. حميد ظاهر جسام
مبادئ الانتخاب والتحسين الوراثي النباتي	مبادئ الانتخاب والتحسين الوراثي النباتي	4	د. غسان عياش د. محمد سلمان مها جابر ندى الحافي
الوراثة الكمية	الوراثة الكمية	5	د. محمود صبور مها لطفي حديد عدنان قنبر
وراثة وتأقلم العشائر الطبيعية	وراثة وتأقلم العشائر الطبيعية	6	د. عادل محمد المصري
محاضرات تربية النبات	محاضرات تربية النبات	7	د. مدحت مجید الساهوكى
أساسيات تربية النبات	أساسيات تربية النبات	8	د. عبد المنعم حسن
		9	

- 1- Gissa, D. W., H. Zelleke, M. T. Labuschange, T. Hussien and H. singh. 2007. Heterosis and combining ability for grain yield and its components in selection maize inbred line. *S. Afr. J. plant soil.* 24 (3): 133- 137.
- 2- Glover, M. A; D. B. willmot, L. L. Darrah, B. E. Hibbard and X. Zhu. 2005. Diallel analysis of agronomic using chines and U. S. maize Egypt. *J. Agron.* 19. 1-2: 65-79.
- 3- Tabassum, M. L.; M. Saleem; M. Akbar; M. Y. Ashraf and N. Mahmood. 2007. Combining ability studies in maize under normal and water stress conditions. *J. Agr. Res.* 45 (4): 261-269.
- 4- Williams, T. R. and A. R. Hallauer. 2000. Genetic diversity among maize hybrids. *Maydica* 45: 163-171.
- 5- Williams, W. P.; P. M. Buckley, and F. M. Davis. 1989. Combining ability for resistance in corn to fall armyworm and south. *Western corn borer* 29: 913-915.
- 6- Yenice, N. and O. L. Arslan. 1997. Heterosis reported for a synthetic variety obtained from selfed sunflower lines. *Turkish. Agri. And forestry.* 21 (3): 307-370.
- 7- Yilmaz, H. A. and S. H. Emiroku. 1995. Broomrape resistaance yield, yield components and some chemical characteristics in breeding hybrid sunflower. *Turkish J. Agri and force.* 19 (6): 397-406.
- 8- Zsubori, Z. Z. Gynes; Hegyi; O. Llest. I. Pok.; F. Racz and C. Szoke. 2002. Inheritance of plant and eir light in maize maydica. 28: 1-5.