المبادئ الاساسية لتربية النباتات لغرض مقاومة الآفات
The fundamentals of plant breeding for pest resistance

المحاضرة الثالثة

المبادئ الأساسية للتربية لمقاومة الأمراض والحشرات

يذكر Poehlman (1987) وكلا من Poehlman and Sleper (1995) أن هناك العديد من المبادئ الأساسية للتربية لمقاومة الأمراض والحشرات منها ما يتعلق بالنبات العائل ومنها ما يتعلق بالمسبب المرضى، يمكن تلخيصها فيما يلى :-

أ- مبادىء تتعلق بالنبات العائل:

يجب على المربى تحديد مصدر جينات المقاومة resistance genes المسئولة عن مقاومة المرض أو الحشرة السائدة فى المنطقة وهل هذه الجينات متوفرة فى منطقة زراعة الصنف أم يلجأ الى استيراد أصناف من الخارج . وبمجرد العثور على هذه الجينات يقوم المربى بنقلها الى الاصناف التجارية بطرق التهجين العادية أو باستخدام تقنية البيوتكنولوجى.

وهنا تبرز أهمية استخدام تقنية العلامات المميزة الجزيئية أو الهندسة الوراثية فى التعرف على جينات المقاومة ليتم نقلها الى الاصناف المنزرعة خصوصا فى الحالات التى لا يمكن فيها استخدام طرق التهجين التقليدية. ومن المعروف أن صفة المقاومة للامراض أو الحشرات فى أغلب الاحيان تكون صفة سائدة dominant ويتحكم فيها زوج أو زوجين من الجينات الرئيسية one or two major genes وقد يتحكم فى صفة المقاومة العديد من العوامل الوراثية polygenes . ويتوقف ذلك على تخصص الطفيل specialization of the pathogen وكذلك طبيعة المقاومة nature of resistance . كما تبرز أهمية إجراء اختبار للنسل progeny test حتى يتم التأكد من أن النباتات المقاومة للمرض تحمل

الدفاعات التركيبية والحيوية التى تمكنها من صد هجوم الطفيل وانها لم تهرب من الاصابة escaped infection.

ب- مبادىء تتعلق بالطفيل :

من أهم خطوات برنامج انتاج صنف جديد مقاوم للأمراض والحشرات هى تعريض النباتات للمسببات المرضية سواء كان ذلك بصورة طبيعية أو بإحداث العدوى الصناعية . وفى هذا الصدد يذكر Poehlman and Sleper 1995 أن العدوى الصناعية يجب ان تكون متشابهة بقدر الامكان مع العدوى الطبيعية ويجب ان تعامل جميع الاصناف بطريقة منتظمة حتى يمكن التمييز بدقة بين النباتات المقاومة والنباتات القابلة للاصابة. كما تتميز المسببات المرضية بقدرتها العالية على تكوين سلالات فسيولوجية physiological races جديدة ربما تكون اكثر ضراوة من السلالات الموجودة. ويقصد بالسلالات الفسيولوجية مجموعة من الكائنات الممرضة التى تتشابه فى صفاتها المورفولوجية ولكنها تختلف عن بعضها فى مقدرتها على أحداث الاصابة المرضية pathogenicity .

أهم الصعوبات التى تعترض برنامج التربية لمقاومة الأمراض والحشرات :

رغم كل المزايا التى تحققها التربية لمقاومة أمراض إلا أن هناك بعض الصعوبات التى تواجه هذا البرنامج ويجب الإلمام بها حتى يمكن تحديد الطرق المختلفة اللازمة للتغلب عليها، ولقد حدد Nelson (1977) هذه القيود على النحو التالى :

1- عدم القدرة على نقل بعض الجينات المسئولة عن المقاومة من الأب المعطى donor الى الأصناف التجارية Commercial varieties .

2- وجود الارتباط بين جينات المقاومة وبعض الجينات المسئولة عن صفات غير مرغوبة .

3- ظهور العديد من السلالات الفسيولوجية للمسببات المرضية ذات درجات الضراوة المختلفة وكذلك الآفات الحشرية.

4- وجود ظاهرة العقم الذاتى فى النبات العائل والتى تثبط عملية نقل جينات المقاومة .

5- قد يكون من الصعب إيجاد توازن بين التربية لصفة المحصول العالى والتربية لمقاومة الأمراض فقد تكون هناك أصناف ذات قدرة انتاجية عالية ولكنها حساسة للأصابة المرضية .

6- التغير السريع فى الأصناف لكى تلبى احتياجات كلا من المنتج والمستهلك .

7- طول فترة حياة النبات Length of the life cycle of plant species .

8- عدد الجينات المطلوب نقلها لتحقيق مستوى مقبول من المقاومة.

9- صعوبة انتاج صنف جديد مقاوم لجميع المسببات المرضية السائدة .

بعد أن آخذنا فكرة عن ما هية التربية لمقاومة الأمراض والحشرات لنبدأ فى التعرف على كيفية حدوث المرض .

ميكانيكية تطور حدوث المرض

Mechanism of Disease Development

أن هناك علاقة بين العائل والطفيل والتى يطلق عليها Host- parasite- relationship ويتوقف نجاح برنامج التربية لمقاومة الأمراض على مدى فهم طبيعة هذه العلاقة . وهذه العلاقة تمر بأربعة مراحل هى :

كما سبق القول

Contact 1- الملامسة

وصول المسبب المرضى الى العائل الذى ينمو عليه وتشمل هذه المرحلة المهاجمة invasion ويتوقف ذلك على العديد من العوامل البيئية .

وتسمى هذه العملية

Penetration 2- الاختراق

دخول الطفيل الى أنسجة النبات العائل ويحدث هذا الظروف ملائمة لنمو جراثيم المسبب المرضى فى وتحدث عملية الاختراق من خلال ثلاث طرق هى

ويقصد به فقط عندما تكون مرحلة الملامسة .

أ- طبقة البشرة والمغطاة بالكيوتيكل لكل من الورقة والساق .

ب- الفتحات الطبيعية مثل الثغور والعديسات .

جـ الجروح الطبيعية أو الحادثة Natural of inflicted wounds

ويتوقف نجاح عملية الاختراق على قدرة الطفيل على عملية الاختراق وقدرة العائل على مقاومة عملية الاختراق وكلا الصفتين يتحكم فيهما عوامل وراثية ولكنهما يتأثران بشدة بالظروف البيئية .

3- -الاستقرار Establishment

ويقصد به استقرار المسبب المرضى داخل انسجة النبات العائل حيث يصل الطفيل الى الأنسجة الداخلية للعائل ويبدأ فى تكوين علاقة مباشرة مع العائل .

4- تقدم الإصابة Development

وفى هذه المرحلة يحدث المرض وتظهر الأعراض المرضية المميزة لهذا المرض نتيجة تكاثر المسبب المرضى بسرعة شديدة وهنا يحدث الضرر الشديد للنبات العائل وتتدهور صفاته مما ينعكس على المحصول النهائى وينتج عن ذلك خسائر فادحة فى المحصول المنزرع .

وكما سبق القول فإن العلاقة بين النبات العائل والطفيل تتوقف على العوامل البيئية خصوصا درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، وفى السنوات التى تكون فيها الظروف البيئية غير مناسبة فيكون حدوث المرض قليل ويعرف ذلك باسم "Sporadic " ، وعلى العكس فعندما تكون الظروف البيئية مناسب لنمو المسبب المرضى فان المرض يتضاعف بمعدل سريع وينتشر فى المنطقة كلها ويسبب خسائر شديدة للمحصول المنزرع ويطلق على هذه الحالة اساسا الوبائية epidemic أو epiphytotic .

ويلاحظ أن النبات المقاوم تكون لديه مجموعة من الخصائص النباتية والصفات التركيبية والفسيولوجية التى تمكنه من ايقاف نمو الطفيل فى المراحل الثلاثة الأولى، اما إذا دخل الطفيل الى المرحلة الرابعة فلا يجدى معه سوى استخدام المقاومة الكيماوية أو اى وسيلة أخرى فعالة .

طبيعة المقاومة للأمراض
Nature of Disease Resistance

يـــذكر Chaudhari (1986) أن المقصـــود بطبيعـــة المقاومـــة للأمـراض هـو مجموعـة مـن الوسـائل والـدفاعات التركيبيـة والفسـيولوجية الموجودة بالنبات العائل والتى تمكنه من صد هجوم الطفيل وتشمل هذه الوسائل ما يلى :

1- الهروب من المرض : Disease Escape

ويقصـد بـذلك قـدرة النباتـات الحساسـة للإصـابة علـى تجنـب مهاجمـة المسبب المرضـى ، ويرجـع ذلك الـى بعض الصـفات الوراثيـة والظروف البيئية مثل :

أ - سرعة النمو .

ب - التبكير فى النضج .

جـ- ميعاد الزراعة .

د- طريقة الزراعة .

2- تحمل الإصابة Disease Indurance

يقصد بتحمل الإصابة Disease indurance or tolerance قدرة النباتات على تحمل هجوم الطفيل دون ظهور كثير من الضرر أو الأعراض المرضية. ويمكن لمثل هذه النباتات أن تنمو رغم وجود المسبب المرضى وقد يرجع ذلك الى تحسين بعض العمليات الزراعية، ومثال ذلك بعض أصناف القمح التى تكون اكثر تحملاً للإصابة عند تسميدها بالبوتاسيوم والفوسفور .

وهنا يذكر Wood وأخرون (1983) أن المقصود بتحمل المرض هو وجود مقاومة لما ينتجه الطفيل وليست مقاومة للطفيل فى حد ذاته :

Tolerance is resistance to the disease, i.e., gives resistance to products of the pathogen but not resistance to the pathogen itself

ويمكن أن تحدث حالات التحمل أيضا للنيماتودا والفيروسات وغيرها من المسببات المرضية .

3- المقاومة Disease Resistance

المقصود بمقاومة المرض هو قدرة النبات على الحد من نمو وانتشار الطفيل ، وهذه المقاومة متغيرة جداً وتتراوح من صفر الى 100% فقد تكون النباتات عالية المقاومة أو متوسطة المقاومة أو حساسة للإصابة . ويجدر بنا هنا أن نميز بين مفهوم المقاومة السابق وبين المناعة Immunity فالمقصود بالمناعة هو المقاومة المطلقة وفيها لا يستطيع الطفيل مهاجمة النبات أو إحداث اى أضرار له ، وفى هذه الحالة يكون النبات منيع أو غير منيع فهى حالة مطلقة وليست نسبية أى لا يمكن وصفها بدرجات وأى درجة اقل من المناعة تعتبر مقاومة .

طرز المقاومة الوراثية

Types of Genetic Resistance

أن المقاومة الوراثية يمكن أن تكون صفة بسيطة أو صفة كمية ، فإذا كانت صفة المقاومة يتحكم فيها جين وراثى واحد أو عدد قليل من الجينات ويمكن تقسيم النباتات الى درجات محددة من حيث المقاومة والقابلية للإصابة فتوصف المقاومة فى هذه الحالة بأنها مقاومة بسيطة Qualitative Resistance، أما المقاومة التى تظهر تباين مستمر continuous variation ويتحكم فيها العديد من الجينات فتسمى مقاومة كمية Quantitative resistance ويطلق على المقاومة من النوع الأول مقاومة نوعية أو رأسية Vertical Resistanceأو Specific Resistance، بينما يطلق على المقاومة الثانية أسم المقاومة غير النوعية أو العامة أو الحقلية أو المقاومة الأفقية Horizontal resistance . ويمكن عمل مقارنة بين نوعى المقاومة كما يلى (عن Fehr 1987، وكلا من Poehlman and Sleper 1995) :

المقاومة النوعية:

تتميز هذه المقاومة بالخصائص التالية :

+ يلاحظ أن هذه المقاومة يتحكم فيها جين رئيسى Major gene أو عدد قليل من الجينات الرئيسية .
+ تكون المقاومة فعالة ضد سلالات معينة من الطفيل أو الآفة .
+ يمكن تمييز آليلات الجين الرئيسى ونقلها بسهولة من تركيب وراثى لآخر .
+ تتحمل النباتات المقاومة تغير الظروف البيئية ولكنها تتأثر بشدة بظهور سلالات جديدة من المسبب المرضى .

+ يعاب عليها عدم مقاومتها للسلالات الجديدة من الطفيل ، فعندما يكون هناك نبات يحمل جين مسئول عن المقاومة ويتعرض للعدوى من قبل عدة سلالات مرضية فمن المحتمل أن يكون هذا النبات حساس لسلالة أو أكثر من سلالات المرض ، ومثل هذه السلالات المرضية تكون موجودة بتكرار قليل ولا تسبب ضرر شديد للنبات ولكن بتكرار زراعة هذا النبات من الممكن أن يؤدى ذلك الى زيادة تكرار السلالات المرضية الموجودة الى الحد الذى يمكنها من اصابة النبات .

+ وجد أن الحساسية الفائقة Hypersensitivity تلعب دورا هاما فى احداث هذه المقاومة(Simmond and Smartt 1999).
+ يطلق عليها مجموعة أسماء مثل :
  - المقاومة البسيطة
  - المقاومة النوعية (المتخصصة)
  - وقد يطلق عليها المقاومة الرأسية ولكن يجب ملاحظة أن المقاومة الرأسية قد تكون كمية ايضا .

المقاومة العامة أو الكمية :

تتميز هذه المقاومة بالصفات التالية :

+ يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثيرات صغيرة Minor effects.
+ تختلف فعالية هذه المقاومة ولكنها تكون ضد جميع سلالات المسبب المرضى ولكنها تتأثر بتغير الظروف البيئية ، وتستمر المقاومة فعالة فى النبات فترة أطول اذا ما زرع الصنف فى منطقة استنباطه (Singh 1984).

+ هناك صعوبة فى نقل هذه المقاومة من نبات لآخر وتقل درجة احتمال نقل الجينات المرغوبة من النبات المقاوم الى النبات الحساس للإصابة عندما يتحكم فى المقاومة عدد كبير من العوامل الوراثية .
+ قد يطلق عليها مجموعة اصطلاحات مثل : المقاومة غير المتخصصة (غير النوعية Race non specific) – المقاومة الحقلية (Field resistance) – المقاومة المتجانسة (Uniform)– المقاومة الأفقية Horizontal Resistance (ويجب اخذ ذلك بحذر لأنه احيانا قد يتحكم فى المقاومة الأفقية جين أو جينات رئيسية Major genes) .

أسباب صعوبة التربية للمقاومة العامة عن التربية للمقاومة النوعية:

لقد لخص Mayo (1987) الأسباب المختلفة التى تجعل التربية للمقاومة العامة اكثر صعوبة من التربية للمقاومة النوعية فيما يلى:

1- هناك صعوبة فى اختيار الصفة التى يتحكم فيها عدد كبير من العوامل الوراثية polygenic trait بالمقارنة بالصفة التى يتحكم فيها جين وراثى واحد Major gene .

2- المقاومة العامة يسهل اكتشافها فى الحقل ولكن يصعب ذلك تحت ظروف الصوبة .

3- طريقة التهجين الرجعى والتى تكون مناسبة لنقل جينات المقاومة النوعية لا تكون مناسبة مع المقاومة العامة وحيث يكون هناك

4- من الصعب التمييز بين المقاومة الحقلية وحالة تحمل المرض Disease tolerance .

ميكانيكية مقاومة المرض

أولاً : مقاومة ترجع الى اختراق واستقرار الطفيل

Resistance to estab[redacted]

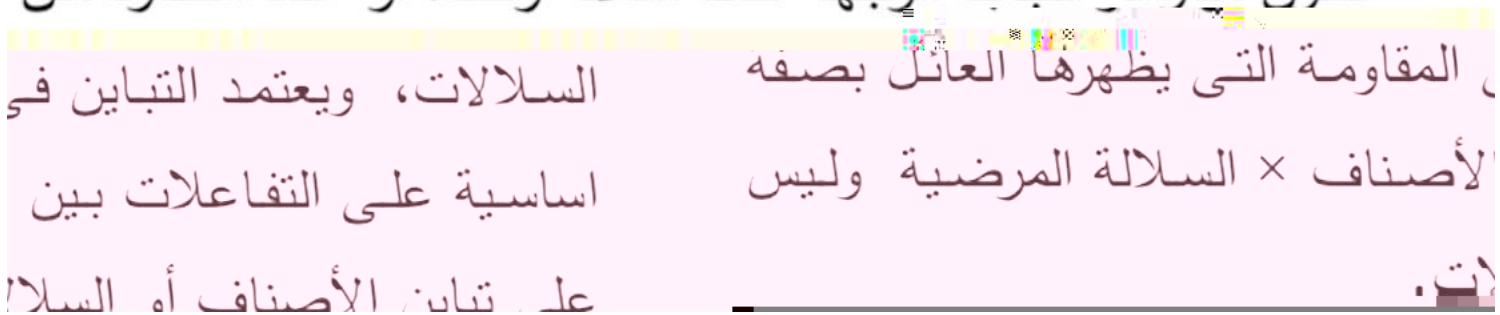
وفيها يمنع النبات دخول واستقرار بعض سلالات الطفيل ولكنه يفشل مع البعض الآخر .

4- المقاومة ذات الجين الرئيسى Major Gene Resistance

ونجد فيها أن مقاومة السلالات المرضية تكون محكومة بجينات رئيسية فى النبات العائل .

5- المقاومة الرأسية Vertical Resistance

تكون مقاومةِ النباتِ موجهة ضد سلالة واحدة أو عدد محدود من



ثانياَ: مقاومة النبات لنمو وتكاثر الطفيل بعد استقراره داخل النبات :

Resistance to an established pathogen

وهنا يتوقف الضرر الناتج عن الإصابة على مدى قدرة الطفيل على الانتشار والتكاثر بعد أن يكون قد استقر داخل انسجة النبات العائل ، ويمكن وصف مقاومة النبات لتقدم المرض بعدة اصطلاحات كما يلى :

1- المقاومة الحقلية Field Resistance

وهنا نجد أن عدوى النبات فى المعمل من الممكن أن تسبب له ضرر شديد ولكن فى الحقل فإن النبات ينمو بطريقة طبيعية حتى فى وجود المسبب المرضى .

2- المقاومة العامة General Resistance

وفيها يكون النبات قادراً على مقاومة جميع السلالات المرضية ويمتنع تقدم المرض وانتشاره .

3- مقاومة منتظمة Uniform Resistance

حيث تكون مقاومة العائل متشابهة لكل السلالات المرضية اكثر من كونها قوية لبعض السلالات وضعيفة للبعض الآخر .

4- مقاومة غير نوعية Race- non specific

حيث لا تكون مقاومة النبات مقصورة على سلالات معينة من المسبب المرضى .

5- مقاومة يتحكم فيها جينات ذات تأثيرات صغيرة Minor gene resistance

ونجد فيها أن المقاومة يتحكم فيها عدد من الجينات كل جين له تأثير صغير ولكن تأثيراتها متجمعة .

6- المقاومة الأفقية Horizontal Resistance

ويكون التباين فى المقاومة راجعا بصفة اساسية الى الفروق بين الأصناف والسلالات المرضية بدلا من التفاعل بين الصنف × السلالة .

وقد قام Simmonds and Smartt (1999) بوضع تصور لهذين النوعين من المقاومة أطلق عليهما هذان المفهومان :

أ- **مقاومة ترجع الى تثبيط العدوى :**

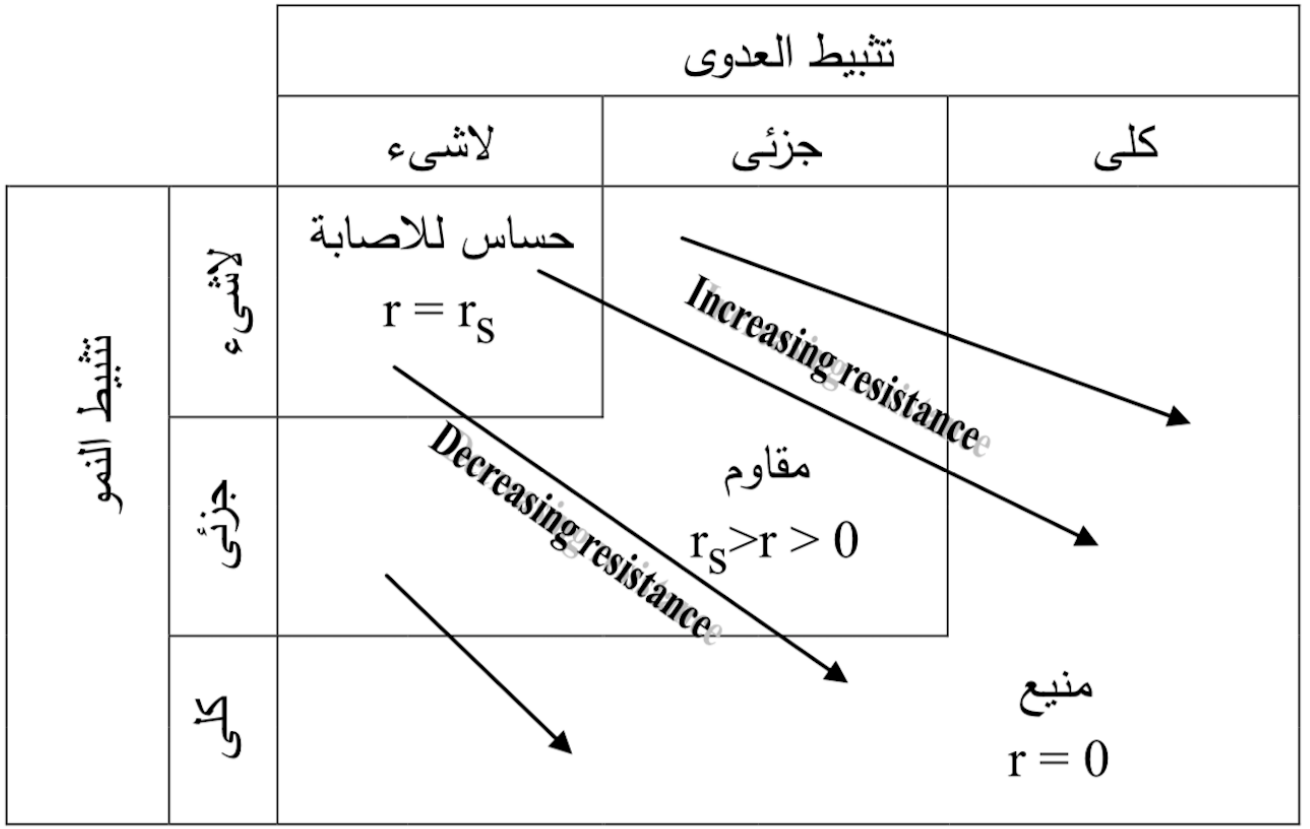
Resistance due to inhibition of infection

وهى ترجع الى تفاعلات الحساسية الفائقة Hypersensitive وتكوين الفيتوالاكسينات Phytoalexins وسيأتى ذكرهما فيما بعد.

ب- **مقاومة ترجع الى تثبيط نمو الطفيل :**

Resistance due to growth inhibition

حيث يتم تثبيط ووقف نمو المسبب المرضى داخل انسجة العائل ولا يتم تكوين الجراثيم الخاصة به .ويمكن توضيح ذلك من خلال الرسم الموضح بشكل (2) .



شكل (2) يوضح المقاومة من خلال مرحلتى تثبيط العدوى وتثبيط نمو الطفيل داخل انسجة النبات العائل ويلاحظ ان r يقصد بها معدل

تكاثر الطفيل (Simmonds and Smartt ، 1999).