الباب الثانى

الفصل الاول
وراثة المقاومة للامراض فى النبات

- الاهداف:
- ١-معرفة كيفبة اصابة النبات بالطفيل
- ٢-الموانع التى تمنع أو تقلل من الاصابة بالطفيل
- ٣-طبيعة النباتات للمقاومة
- ٤-طرز المقاومة
- ٥-- الجوانب التى يتعين معرفتها عن وراثة المقاومة
- للامراض
- ٦ - معرفة عدد الجينات التى تتحكم فى وراثة
- المقاومة(جين اوجينين او أكثر)
- ٧-خصائص وراثة المقاومة للامراض
- ٨- دراسة المقاومة البسيطة والكمية

- مقدمة
- تعتبر الخسائر التى تسببها الامراض للحاصلات الزراعية فى مقدمة المشاكل التى يحسب لها الانسان كل حساب فمن الامراض التى تسبب قدر كبير من الخسائر هى أصداء وتفحمات محاصيل الحبوب التى تهدد الانسان فى غذاءه وكذلك أمراض الذبول وغيرها من الامراض ،ولايمكن إنقاذ الحاصلات الزراعية إلا بإيجاد
- أصناف مقاومة . وتعنى المقاومة للمرض فى شقين أحدهما فى النبات من أول إنبات البذرة حتى نضج المحصول والاخر فى الطفيل نفسه وكيف يمكنه أيحدث العدوى للنبات حيث يخترق الطفيل أنسجة العائل من خلال البشرة، الثغور،العديسات او عن طريق الجروح .فإذا لم يتمكن المسبب من اختراق أنسجة العائل يعتبر النبات منيعا أما اذا أمكنه من الاختراق ولكن النبات قاوم الطفيل أصبح النبات مقاوم .حيث تختلف طرز المقاومة والتى يتعين معرفة جوانب مهمة بخصوص وراثة هذه المقاومة منها التفاعلات الاليلية والغير أليلية ،الوراثة السيتوبلازمية ودرجة التوريث للصفة ودرجة النفاذية والجينات المحورة كل هذه المعلومات يجب معرفتها عند التربية للمقاومة للامراض

- تعتبر الخسائر التى تسببها الامراض للحاصلات الزراعية فى مقدمة المشاكل التى يحسب لها الانسان كل حساب مما يؤدى الى ضياع جانب كبير من المحصول بل قد يصل الامر الى القضاء على النباتات فى بعض الاحيان.
- وبالرغم من معرفة عدد كبير من المبيدات الفطرية والحشرية للقضاء على الافات الحشرية فمازالت طريقة التربية للاصناف المقاومه هى اضمن واحسن وسيلة للمقاومة من الناحية الاقتصادية.
- ومن الأمراض التي تسبب قدر كبير من الخسائر اصداء محاصيل الحبوب التى تهدد الانسان فى غذائه والتى تنتشر فى كل ارجاء الدنيا
- والتفحمات snouts التى تحدث فى محاصيل الحبوب فى بعض البلدان
- وفطريات التربة التى تسبب امراض الذبول ومنها ذبول القطن وذبول الكتان
- والديدان الثعبانية والتى تصيب الجذور وأجزاء اخرى من النبات
- وميئات الأمراض الأخرى التي تحدثها الفطريات والفيروسات ولا يمكن إنقاذ الحاصلات الزراعية من هذه الافات الا بايجاد اصناف مقاومة لها ،
- فهناك اصناف مقاومة للصدأ واخرى مقاومة للتفحمات وثالثة مقاومة للذبول وفطريات التربة وهكذا.

- وتعنى مقاومة للمرض فى شقين احداهما فى النبات من اول انبات البذرة حتى نضج المحصول
- والاخر فى الطفيل نفسه وكيف يمكنه ان يحدث العدوى للنبات ولا شك ان هناك سلسلة من العمليات الكميائية تحدث داخل النبات
- كما ان هناك سلسلة ايضا" من العمليات الكميائية والفيسولوجية تحدث فى الطفيل لكى يتمكن من غزو العائل والنمو داخلة.

- فلو تمكن الانسان من وقف اى من هذه العمليا ت لامكنه الحد من نجاح اصابة وعدم احداث الضرر فى النبات
- فلو تمكن النبات من وضع حد لانتشار المرض بطريقة ميكانيكية نتيجة لتركيب وراثى فيه أو لو حد ث تغير فى التحول الغذائى للنبات بصور فلا تمكن الطفيل من التطفل فأن النبات عند اذن يكتسب صفة المقاومة
- لذالك نجد ان المقاومة والإصابة فى النبات وكذلك القدرة على احداث الاصابة او الفشل فى احداثها من جانب الطفيل على النبات كل ذالك يتوقف اساسيا" على تسلسل العمليات الحيوية فى كل منهما على النحو الذى يحقق حدوث الاصابة وتطورها
- وبذلك نجد أن ايجاد المقاومة يتوقف على دراسة كاملة للتحول الغذائى فى كل من العائل والطفيل وكيف يتداخل كل من هاتين الحلقتين ليمكن احداث او منع حدوث المرض .

- ويساعد على إيجاد حلول لهذه المشاكل التنوع الكبير الذى يوجد فى كل نبات فهذه الاصناف العديدة من المحاصيل الاقتصادية كالقمح والشعير والأرز والطماطم والتفاح وغيرها تشجع المربى للمقاومه على البحث عن التركيب الوراثى المقاوم للمرض
- ويرجع ذالك عادة الى صفات مورفولوجية فى الصنف او الى بعض العمليات الفيسيولوجية التى تتلائم مع البيئة التى يعيش فيها الصنف
- . ولكن قد تسبب المقاومة من اختلافات وثيقة لا يمكن بسهوله اكتشافها بمجرد استعراض صفات العينات المظهرية بل تحتاج الى اختبارت بحقن هذه الاصناف صناعيا" بالمرض لمعرفة ما يبديه النبات من المقاومة له أو استسلام إليه ،
- وقد توصل المربون للمقاومة لمرض الصدأ الاسود فى القمح والندوة المبكرة للبطاطس لان اى سلالة من هذين الفطريين كان يمكن ايجاد اصناف مقاومة لها من القمح او البطاطس ولكن المشكلة ذات حدين .
- فعندما يتمكن المربى من ايجاد الصنف المقاوم فان الفطر هو الاخر يمكنه ان يكون سلالات جديده بتغر يحدث فى تركيبه الوراثى يمكنه من غزو الصنف المقاوم مرة اخرى بشكل اخر لذالك لمشكلة تربية الاصناف المقاومة عملية مستمرة لا تتوقف ابدا.

دخول الطفيل في أنسجة العائل
Penetration

- يدخل الطفيل العائل بإحدى وسائل ثلاثة :
- ١- باختراق البشرة بطريقة مباشرة
- ٢- من الفتحات الطبيعية بالنبات كالثغور والعدسات
- ٣- عن طريق الجروح

- ولكل نوع من الطفيليات طريقته الخاصة في الدخول إلى أنسجة العائل حيث تتداخل جراثيم فطر الصدأ في العائل الثاني لها berbirus vulgaris وكذلك البياض الزغبى في النجيليات من خلال الأدمة
- كما تدخل جراثيم التفحم بطريقة مباشرة من خلال جدر المبايض والأنسجة الابتدائية في بعض الأنواع أو من سطوح الأوراق بينما تدخل الجراثيم البوريدية عند إنباتها في القمح والجراثيم السابحة zoosboros وفى البياض الزغبى في العنب Plasmoparaviticola من ثغور الورقة
- أما في حالة هيئات العدوى في فطر phytoph infestans فإما أن تدخل عن طريق الثغور أو مباشرة باختراق البشرة
- .أما الفطريات التي تدخل عن طريق الجروح فمنها Btrytiscinarea .وفيوزاريوم البطاطس لحدوث عفن البطاطس الجاف فيرس موزايك الدخان

دخول الفطر عن طريق المداخل الطبيعية للنبات :

- في صدا الساق تنبت الجرثومة اليوريديه على سطح البشرة ثم تنمو ممتدة عليها حتى تصل إلى ثغر مفتوح حيث يتضخم طرف الهيفا وتكون ضاغطا approsorium وتنمو هيفا من الضاغط هي التي تدخل الثغر المفتوح ثم تكون انتفاخا في فراغ الثغر يتكون من هذا الانتفاخ هيفا العدوى وتخترق هذة الهيفا جدر الخلايا بواسطة ممصات في داخل الخلايا المصابة تتكون من أوتاد التي تخترق الخلايا
- وقد لا تتكون الضواغط أحيانا كما في حالة تبقع الأوراق في البنجر حيث تدخل الأنبوبة الجرثومية الثغر دون تكون الضواغط
- وتتوقف درجة المقاومة في هذة الحالة على عمل الخلايا الحارثة في الثغر في تنظيم فتح وقفل الثغور كما تتوقف على الظروف البيئية في الغرفة الهوائية
- ..وتحدث العدوى عن طريق العديسات بأنواع من البكتيريا التي تسبب العفن اللين في الجزر وجرب البطاطس وتؤدى الإصابة بالمرض الأخير إلى تكوين طبقة من الفلين لتحديد المنطقة المصابة
- وذلك بتكوين مرستيم يكون طبقة من الخلايا الغالقة للعديسة فيما بعد في الأصناف المقاومة
- ولا تتكون مثل هذة الطبقة في الأصناف المصابة
- كما وجد في الأصناف المقاومة ليست مقاومة لكل السلالات مما يدل على أن هناك درجة من التخصص فليس تكوين هذة الطبقة عملية ميكانيكية بحتة كما يحدث عند حدوث الجروح في النبات مثلا ..

مقاومة الانتشار داخل العائل ..

- بعد دخول الطفيل في العائل تمتد الإصابة في باقي أنسجة العائل دون ما ظهور لأعراضها
- ولكن يحدث في بعض الحالات إفراز مواد سامة أو أنزيمات تؤدى إلى قتل خلايا العائل
- فمن المعروف في بعض أنواع البكتيريا تفرز أنزيمات تذيب البكتين وتؤدى إلى تحلل الجدار الخلوي في خلايا العائل كما في حالة بكتيريا الفعن اللين في الجذر
- كما أن فطر Botrytis المسبب لعفن الأبصال يؤدى إلى قتل الخلايا التي يغزوها الطفيل أو إتلافها بعد وقت قصير من دخول العائل
- وعلى العكس من ذلك تمتد الإصابة بالبياض الزغبى في العائل القابل للإصابة دون أن يظهر ضرر مباشر للأنسجة
- كما أن كثيرا من الفيروسات يتحملها العائل المصاب دون أن يظهر عليه أي أعراض للمرض
- وقد يحدث أحيانا ان يحدد العائل المكان الذى امتدت اليه الاصابة وبذلك يمنع انتشارها وهذا التحديد لطبقة عازلة من الفلين منتشرة فى كثير من امراض ابطاطس التى تصيب الدرنلت
- كما ان للطبقة الاسكلرنشيمية المحيطة بالحزم الوعائية والنطاق الاسكلرنشيمى الموجود حةل النطاق الخارجى للساق تحت البشرة عملا كبيرا فى انتشار او تحديد الاصابة فى صدأ الساق في القمح حيث تؤدى الى صلابة البشرة التى تمنع من نجاح انفصال الجراثيم اليوريدية من البثرات .

- ويسبب دخول الفطر موت الخلايا التى وصل اليها وبموتها يقف انتشار المرض لان الفطر يموت ايضا فى هذة الخلايا ويتكون بذلك بقعا صفراء تدل على هذة المقاومة وتعرف باسم necrotic area
- وقد وجد ان مجموعة من الامراض الفطرية تكون هذة البقع التى تدل علىمقاومة الاصناف التى حدثت فيها للمرض منها الاصداء والباض الزغبى وغيرها من الامراض
- ويؤدى موت الخلايا الى موت هيفات الفطر فيها او منع وصول الغذاء اللازم للطفيل مما يؤدى الى موتة
-

طبيعة المقاومة للمرض:

- يعتبر النبات منيعا immune للمرض إذا لم يتمكن الفطر او المسبب من الدخول الى انسجة العائل
- بينما يعتبر النبات مقاوما" resistant اذا تمكن الطفيل من الدخول ولكن النبات قاوم الفطر بعد ذلك بان حدد انتشارة ويتدرج هذا التحديد من درجات عالية من المقاومة الى ان نصل الى الاصابة الكاملة
- وتتوقف – المقاومة على عدد من العوامل الخارجية والداخلية تعمل بجانب بعضهما لتقليل درجات الاصابة فمن هذة الدرجات فى المقاومة :
- تحديد انتشار الإصابة وعزل الفطر في المكان الذي دخل فيه
- أو بتقليل تأثيره الضار للنبات الذي ينشا عن إفراز الطفيل لمواد سامة و ضارة بالعائل
- أو يمنع الطفيل من النجاح في التكاثر وإنتاج الجراثيم وبذلك يمنع تكرار حدوث إصابات أخرى من الإصابة الأولى

تابع

- إن الخطوة الاولى فى أى تفاعل متوافق بين العائل والكائن الممرض، أو بكلمه أخرى ، فى أى إصابة هى تمييز العائل بواسطة الكائن الممرض و أحيانا العكس يعنى تمييز الكائن الممرض بواسطه العائل وبالتالى فإن غياب عوامل التمييز فى العائل يمكن أن تجعله مقاوم لكائن ممرض معين.
- إن أى صفات متوارثه للنبات تشارك فى اتجاه تمركز وعزل الكائن الممرض فى منطقة الدخول
- و بإتجاه تخفيض التأثير الضار للمواد السامة المنتجه بواسطة الكائن الممرض
- أو باتجاه تثبيط تكاثر الكائن الممرض وبذلك تثبيط زيادة إنتشار الكائن الممرض، كل ذلك يشارك فى إتجاه مقاومة النبات للمرض.
- زيادة على ذلك فإن أى صفه او صفات متوارثة تمكن صنف معين لتكميل تكشفه ونضجه تحت ظروف لاتناسب تكشف الكائن الممرض، هى ايضا تشارك فى المقاومة (الهروب من المرض).

تابع

- إن المساهمه للجينات المرتبطة بالمقاومة فى العائل يبدو أنها تتألف بشكل اساسى من تزويد الطاقة الوراثية فى النبات لتكشف واحد أو اكثر من الصفات المورفولوجية أو الفسيولوجية متضمنة (وسائل الدفاع التركيبية والبيوكيميائية). باستثناء أمراض النبات الفيروسية والفيرودية التى فيها جينات العائل ممكن تصورها أن تصبح فى مواجهة (وجها لوجه) مع جينات الحامض النووى الفيروسى،
- إن جينات النباتات المصابة بأنواع اخرى من الكائنات الممرضة يبدو أنها اطلاقا لا تصبح فى اتصال مع جينات الكائن الممرض.
- وبشكل عام فإنه فى كل علاقات العائل مع الكائن الممرض متضمنه الفيروسات والفيرويدات فإن تفاعل بين جينات العائل وجينات الكائن الممرض ، يعتقد أنها تدخل عن طريق غير مباشر خلال الجزيئات الكيماوية والعمليات الفسيولوجية المتحكم فيها بواسطة جينات خاصة.

طرز المقاومة لمسبب المرض

- ١-المقاومة القصوى Extreme Resistance
- يستخدم مصطلح المقاومة القصوى (أو المناعة Immunity) – عادة – في وصف بعض حالات المقاومة للفيروسات ، حيث يكون النبات مقاوما لجميع سلالات الفيروس ٠٠ حتى ولو أجريت العدوى بطريقة التطعيم ٠ ويبدو أن المقاومة القصوى هي حالة قصوى لفرط الحساسية
- لا تؤدى العدوى بطريقة التطعيم للنباتات ذات المقاومة القصوى – أحيانا بعض النقط المتحللة ٠ كما يمكن عزل أثار من الفيروس منها – خاصة من الجذور ٠

٢-المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار Durable Resistance

- عرف Johnson (1983) المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار (المقاومة المتينة durable resistance) بأنها المقاومة التي تستمر فعالة في حماية الصنف الحامل لها من المسبب المرضى أ و الآفة مع استمرار زراعة ذلك الصنف في بيئة مناسبة لهذا المسبب المرضى أ و تلك الآفة . و لم يحدد Johnson فترة معينة يمكن بعدها اعتبار المقاومة (متينة) ، بل ترك ذلك لكل حالة مرضية على حدة .
- و جدير بالذكر أن المقاومة ذات القدرة العالية علي الاستمرار ليست مرادفا للمقاومة الأفقية و هي قد تكون بسيطة ، أو يتحكم فيها عدد قليل ، أو عدد كبير من الجينات .
- و من أمثلة المقاومة ذات القدرة العالية علي الاستمرار Durable Resistance ما يلي :
- ١-مقاومة بعض أصناف الكرنب لمرض الاصفرار (الذبول الفيوزارى) الذي يسببه الفطر
- Fusarium oxysporum f .sp.conglutinans وهى مقاومة راسية أدخلت في الزراعة في بداية هذا القرن

٣-تحمل الإصابة Tolerance

- يمكن الاستفادة من النباتات القادرة على تحمل الإصابة في الزراعة عند عدم توفر المقاومة في الأصناف التجارية و لكن ذلك الأمر لا يخلو من المخاطر خاصة في حالات الأمراض الفيروسية
- ذلك لأن الأصناف القادرة على تحمل الإصابة تصاب بالمسبب المرضى الذي سرعان ما ينتشر بأعداد هائلة في مساحات كبيرة خاصة عندما يكون تكاثر المحصول خضريا وبذا ... تصبح هذة النباتات مصدرا للإصابة لكل من الأصناف الأخرى من المحصول التي تكون أ قل تحملا للاصا به و للمحاصيل الأخرى التي تصاب بنفس المسبب المرضى
- كما قد تتأثر هذه الأصناف ذاتها – القادرة على تحمل الإصابة - في حالات الإصابة الشديدة بالمسبب المرضى .
- و مما لاشك فيه أن وجود أعداد كبيرة من النباتات المصابة يعطى فرصة أكبر لظهور طفرات جديدة من المسبب المرضى قد تكون أكثر ضراوة من السلالات المنتشرة بالفعل .

تابع

- و من المخاطر الأخرى التي تترتب على زراعة الأصناف القادرة على تحمل الإصابة تعرض النباتات لأمراض خطيرة أحيانا لدى إصابتها بفيرس آخر معين
- .ففي الطماطم مثلا ..لا تحدث الإصابة بأي من فيرسى تبرقش الدخان أو اكس البطاطس أعراضا شديدة أو نقصا كبيرا في المحصول و لكن تواجد الفيروسين معا يصيب الطماطم بمرض التخطيط المزدوج double streak و هو مرض خطير يقضى علي محصول الطماطم
- .و تزيد مخاطر هذا المرض عندما تكون أصناف الطماطم المزروعة قادرة علي تحمل الإصابة بفيرس تبرقش الدخان .
- إن المقاومة و القدرة علي تحمل الإصابة خاصيتان مختلفتان تورثان مستقلتين و علي المربى أن يستفيد من كلتيهما إن وجدتا معا في نفس المحصول و بينما تعمل المقاومة علي إبقاء الطفيل خارج النبات .. فان القدرة علي تحمل الإصابة تعمل علي الحد من تأثير الطفيل علي النبات بعد إصابتة له .

٤-فرط الحساسية Hypersensitivity

- تؤدى فرط الحساسية –من جانب العائل – إلى موت جميع الخلايا التي أصابها الطفيل و كذلك جميع الخلايا المجاورة لها بسرعة شديدة الأمر الذي يؤدى إلى عزل الطفيل و يمنع انتشارة في بقية أجزاء النبات . تؤدى هذه الحالة إلى جعل النباتات تامة المقاومة تحت ظروف الحقل ولذا ...فإنها تسمى أحيانا –باسم مناعة الحقل Field Immunity .
- هذا إلا أن مدى جدوى فرط الحساسية في مقاومة الطفيل يتوقف على نوع الطفيل و طبيعة الإصابة و طريقة حدوثها
- ؛ ففي حالات الإصابات الجهازية التي تجرى بتطعيم نباتات مصابة علي أخرى سليمة .. نجد أن الطعم يشكل مصدرا متجددا للطفيل الذي يؤدى في نهاية الأمر –إلى موت النباتات المطعوم عليها إن كانت ذات حساسية مفرطة لهذا الطفيل .
- و تظهر هذه الحالة – بوضوح – في الإصابات الفيروسية ، حيث يظهر التحلل –بداية – في أنسجة القمم النامية ، ثم ينتقل منها إلى بقية أجزاء النبات إلى أن يقضى عليها
- ولذا .. يفضل اختبار التطعيم للكشف عن حالات فرط الحساسية في حالات الأمراض الفيروسية .

تابع

- تورث فرط الحساسية –عادة – كصفة بسيطة . و من أمثلتها حالات المقاومة لفيروسات البطاطس A، Xb , Yc , X التي تتحكم فيها الجينات السائدة Na, Nb, Nc, Nx علي التوالي
- ، علما بأن فيرس البطاطس XB هو سلالة من فيرس البطاطس X و فيرس البطاطس Yc هو سلالة قليلة الأهمية من الفيرس الهام PVY الذي يتوفر منه أربع مجموعات من السلالات تأخذ الأرقام ١و٢و٣و٤
- ،فالنباتات التي لا تحمل أيا من الجينين السائدين تكون قابلة للإصابة بجميع السلالات ،
- بينما تكون النباتات الحاملة لكلا الجينين السائدين قابلة للإصابة
- بمجموعة السلالات رقم ٤ فقط ، و ذات حساسية مفرطة لمجموعات السلالات الثلاث الأخرى ... و هكذا كما هو مبين بالجدول

الصنف	التركيب الوراثى	مجموعة السلالات (أ) ١ ٢ ٣ ٤
Arran Banner	nxnb .	s s s s
Epicure	Nxnb	R s R s
Arran Victory	nxNb	R R s s
Ceaigs Defiace: R مفرط في الحساسية(مناعة حقلية) s قابل للاصابة .	NxNb	R R R s

٥-المقاومة السيتوبلازمية Cytoplasmic Resistance

- تتحكم في المقاومة لبعض مسببات الأمراض عوامل سيتوبلازمية أى أنها تورث عن طريق السيتوبلازم و من أمثلة ذلك ما يلى:
- ١-الاصابة بفيروسX البطاطس فى الجنس Capsicum:
- تحدث العدوى بفيرس X البطاطس اصابة جهازية بالتبرقش في النوع C.annuum بينما تكون الأعراض على صورة بقع موضعية متحللة C.pendulum و تكون أعراض الاصابة في الجيل الأول للهجين بينهما على صورة تبرقش جهازى عند استخدام C.Aannuum كأم في التهجين بينما تكون على صورة بقع موضعية عند استخدام C.pendulum كأم .
- ب- تعتبر الاصابة بالفطر Cochliobolus heterostrophus المسبب لمرض لفحة الأوراق الجنوبية فى الذرة من أشهر حالات الوراثة السيتوبلازمية .ظهرالمرض بصورة وبائية علي جميع هجن الذرة التى تحتوى على سيتوبلازم تكساس أو الT cytoplasm خلال عامى ١٩٧٢و ١٩٧٣ ثم تبين أن هذا السيتوبلازم يحمل صفة القابلية للاصابةبالمرض ،علما بأن جميع هذه الهجن كانت تحتوى على مصدر واحد للسيتوبلازم الذى تتوفر فية صفة العقم الذكرى السيتوبلازمى.
- و لا يمكن التعرف على حالات الوراثة السيتوبلازمية الا بعد اجراء التلقيحات العكسية و دراستها . و نظرا لأنهذه التلقيحات لم تجر في عديد من الدراسات .. فانة من المعتقد أن تأثير السيتوبلازم على وراثة المقاومة للأمراض لم يأخذ حقه من الدراسة .
-

الجوانب التى يتعين معرفتها عن وراثة المقاومة:-

- سنلقى نظرة سريعة عن أهم الجوانب التي يتعين دراستها بخصوص وراثة المقاومة للأمراض.و من الجوانب المهمة في هذا الموضوع ما يلي:-
- ١-عدد الجينات المتحكمة في المقاومة ؛سواء أكانت المقاومة بسيطة أم كمية.
- ٢-التفاعلات الأليلية(أي ما إذا كانت المقاومة سائدة أم متنحية).
- ٣-التفاعلات غير الاليليه (Epistasis).
- ٤-الوراثة السيتوبلازمية Cytoplasmic Inheritance.
- ٥-درجة توريث صفة المقاومةHeritability.

تابع

- ٦-درجة النفاذية Penetrance.
- ٧--تأثير الجينات المحورة Modifying Genes
- ٨--العوامل المؤثرة على وراثة صفة المقاومة، مثل: عمر النبات ، و مختلف العوامل البيئية ، و سلالة المسبب المرضى و تركيز اللقاح .....الخ.
- ٩-الارتباط بين المقاومة ، و الصفات النباتية الأخرى سواء أكانت تلك الصفات مرغوبة أم غير مرغوبة ٩-الارتباط بين المقاومة ، و الصفات النباتية الأخرى سواء أكانت تلك الصفات مرغوبة أم غير مرغوبة
- ١٠--تأثير جين أو جينات المقاومة لمسبب المرض على مسببات الأمراض الأخرى
- ١١-تأثير جين أو جينات المقاومة على السلالات المختلفة للمسبب المرضى :

- عدد الجينات التى تتحكم فى مقاومة الامراض

عدد الجينات التى تتحكم فى مقاومة الامراض

أولا : حالات مقاومة يتحكم في وراثتها جين واحد

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
الخيار	الجرب	**Chladosoporium cucumerinum**	سائدة
الخس	البياض الدقيقى	**Erysiphi cichoracearum**	سائدة
البسلة	الذبول الفيوزارى	**Fusarium oxysporum f.pisi**	سائدة

ثانيا:حالات مقاومة يتحكم في وراثتها زوجان من الجينات

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
البصل	البياض الزغبى	**Peronospora destructor**	الجينان سائدان
الفاصوليا	فيروس موازيك الفاصوليا العادى	**Common Bean Mosaic Virus**	الجينان متنحيان

ثالثا:حالات مقاومة يتحكم في وراثتها ثلاثة أزواج من الجينات

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
البصل	الاسوداد	**Colletrichum circinans**	تؤثر فيها السيادة و التفوق
الخيار	التبرقش مرحلة الأوراق الفلقية	**Cucumber Mosaic virus**	الجينات مكملة لبعضها
الفاصوليا	فيروس موازيك الفاصوليا العادى	**Common Bean Mosaic Virus**	الجينات**I,a,s**

رابعا:حالات مقاومة يتحكم في وراثتها أكثر من ثلاثة أزواج من الجينات

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
الصليبيا ت	تدرن الجذور	**Plasmodiophora brassicae**	
الفاصوليا	عفن الجذر الفيوزارى	**Fusarium oxysporum f.solanis**	الجينات مكملة لبعضها
الكرنب	الاصفرار	**Fusarium oxysporum f. conglutinans**	طراز B
الطماطم	تلطخ الأوراق	**Fulvia fulva**	جينات رئيسية

خامسا: حالات تتنوع فيها وراثة المقاومة بين مختلف المصادر

- تعد المقاومة لفيروس موازيك الفاصوليا العادى Common Bean Virus في الفاصوليا من الحالات القليلة التي تختلف فيها وراثة المقاومة ما بين زوج واحد ،و زوجين، و ثلاثة أزواج من الجينات كما يلي :
- ١-يتحكم في المقاومة البسيطة جين واحد متنح يأخذ الرمز a.
- ٢-تتوفر مقاومة أخرى ضد بعض سلالات الفيروس ، و يتحكم فيها جينان متنحيان يأخذان الرمزين s,a كما في الأصناف : Michelite، Sanilacو سلالات Great Northern.
- ٣-تتوفر مقاومة ثالثة توجد في معظم أصناف الفاصوليا الخضراء ويتحكم فيها جين سائد I
- مثبط لتأثير الجينين A,S الخاصين بالقابلية للاصابة، و بذا ...يصبح الصنف مقاوما . و تعد المقاومة فعالة ضد جميع سلالات الفيرس.
- و جدير بالذكر أن المقاومة فى الحالتين الأولى و الثانية تكون متنحية ،بينما تظهر المقاومة في الحالة الثالثة سائدة لأن الجين السائد I يظهر تأثيرة حتى وان لم يحمل النبات جينات المقاومة المتنحية a.s

خصائص وراثة المقاومة للأمراض

- تتميز وراثة المقاومة لبعض الأمراض بخصائص معينة ،و يفيد الالمام بها في اجراء برامج التربية للمقاومة على الوجة الأكمل ومن تلك الخصائص ما يلي:
- ١-ارتباط المقاومة بصفة نباتية ظاهرة
- تعتبر المقاومة للفطر Colletrichum circinans المسبب لمرض الاسوداد أوالتهبب Smudge فى البصل منابرز الأمثلة على ارتباط المقاومة بصفة مورفولوجية واضحة ،كما تعد مثالا للمقاومة التي يتحكم فيها ثلاثة جينات مستقلة يحدث بينها تفاعلات غير آليلية ، و للمقامة التي ترجع الى وجود مركبات كيميائية معينة بالنبات قبل حدوث الاصابة ففي هذا المرض ..
- ترتبط المقاومة للفطر بلون الحراشيف الخارجية للأبصال ، حيث تكون المقاومة عالية فى الأبصال الحمراء و الصفراء ، ومتوسطة فى الأبصال الوردية و الكريمية اللون ، بينما تكون الأبصال البيضاء قابلة للاصابة . و يتحكم في وراثة كلا الصفتين ثلاثة أزواج من الجينات كما يلي:

التركيب الوراثى	لون الأبصال	المقاومة
R-C-ii	حمراء	عالية
rr-C-ii	صفراء	عالية
R-C-Ii	وردية	متوسطة
rr-C-Ii	كريمية	متوسطة
R-C-II	بيضاء	لا توجد
rr-C-II	بيضاء	لا توجد
R-cc-I-	بيضاء	لا توجد
R-cc-ii	بيضاء	لا توجد
rr cc Ii	بيضاء	لا توجد
rr cc ii	بيضاء	لا توجد

- و قد أوضح CLARKE في عام ١٩٤٤ ضرورة وجود العامل الوراثى السائد (C) لظهور أى تلوين بالأبصال اللون . و تكون الأبصال حمراء اللون عن وجود الجنين C,R بها ، و تصبح الأبصال صفراء اللون عندما يوجد الآليل المتنحى r بحالة أصيلة مع الجين السائد C.
- كذلك يوجد جين ثالث (I) ذو سيادة غير تامة ، و يؤثر على لون الأبصال كما يلى :
- ١-تكون الأبصال بيضاء اللون عند وجودة بحالة سائدة أصيلة ،أيا كانت الجينات الأخرى الموجودة معة.
- ٢-عند وجودة بحالة متنحية أصيلة....يتحدد اللون بالجنين C,R كما سبق بيانة.
- ٣-أما عند وجودة بحالة خليطة ..فان اللون يكون ورديا في وجود الجين C,R بحالة سائدة ،و كريميا عند وجود الجين C بحالة سائدة و الجين R بحالة متنحية أصيلةrr.

- و تبين من الدراسات التي أجريت على طبيعة المقاومة للمرض أن الحراشيف الخارجية للبصل تحتوى على مادتين فينوليتين قابلتين للذوبان في الماء هما :الكايتكول Catechol و حامض البروتوكايتكوك Protocatechuic Acid و هما سامتان للفطر المسبب لمرض الاسوداد .
- تذوب المادتان في الماء الأرضى حول البصلة ،و بذا....تمنعان الفطر من اصابة الأبصال .
- و قد وجد أن الأوراق المتشحمة الداخلية لا تكون مقاومة للفطر اذا أزيلت الحراشيف الخارجية للبصلة و يرجع ذلك –غالبا- الى أن المواد السامة للفطر لا تنتشر بسهولة في الأوراق المتشحمة الداخلية كما يحدث في الحراشيف الميتة الخارجية.

٢-التعدد الأليلى لجينات المقاومة

- تعتبر المقاومة للفطر Melampsora lini المسبب لمرض الصدأ في الكتان مثالا لحالة التعدد الآليلى لجينات المقاومة للأمراض ،فقد وجد Flor أن المقاومة لهذا المرض يتحكم فيها عدة أليلات في خمسة مواقع جينية كما يلي :

الموقع	عدد آليلات المقاومة
K	١
L	١٢
M	٦
N	٣
P	٤

تابع

- ومن الطبيعى أن تعدد اليلات المقاومة في نفس الموقع الجينى يحد من العدد الكلى لعدد جينات المقاومة التي يمكن ادخالها فى الصنف الواحد .
- كذلك يتحكم فى المقاومة للفطر Puccinia sorgi المسبب للصدأ العادى في الذرة الجين Rpi الذى يعرف له ١٥ اليلا تميز بأحد الحروف من a الى n الى جانب رمز الجين . و باستثناء الاليل المتنحى rpi المسئول عن القابلية للاصابة فان جميع الاليلات الأخرى سائدة ومسئولة عن المقاومة للفطر .

Quantitative Resistance المقاومة الكمية

- تكون الانعزالات في حالات المقاومة التي يتحكم فيها عدد كبير من أزواج الجينات المستقلة حسب مفكوك المعادلة ذات الحدين :(r+s)n,حيث: n =عدد الاليلات المنعزلة .
- r,s : اليلات المقاومة و القابلية للاصابة علي التوالي .
- فعندما يتحكم في الصفة عامل وراثى واحد (زوج من الآليلات) تصبح n =2، ويصبح مفكوك المعادلة كما يلي :
(r+s)2=r2+2rs+s2
- اى ان الجيل ينعزل بنسبة١ مقاوم أصيل:٢ خليط: ١قابل للاصابة أصيل .
- وعندما يتحكم في الصفة زوجان من الجينات تصبح n =4 ، ويصبح مفكوك المعادلة كما يلي :
- (r+s)4=r4+4r3s+6r2s+4rs3+s4

- أى أن لانعزال في الجيل الثاني يصبح بنسبة ١:٤:٦:٤:١، و بذا ..فان مفكوك المعادلة يعطى هرما من النسب الانعزالية كما يلي :

- و من أمثلةالمقاومة الكمية : مقاومة النباتات البالغة للصدأ في القمح و غيرة من النجليات ، ومقاومة الفاصوليا العادية للفطر Fusarium solani f .phaseoli المسبب لمرض عفن الجذور الأسود .
- ومن حالات الوراثة الكمية كذلك القدرة على تحمل الاصابة بفيروس تجعد أوراق الطماطم الأصفر في السلالتين LA121,LA373 من النوع البرى L. pmpinelifolium
- و قد أوضحت دراسات hassan و آخرون أن مقاومة هاتين السلالتين كانت متنحية جزئيا ، وذات نفاذية غير كاملة وقدرت درجة توريثها على النطاق الضيق بنحو ٠.٥٢ و ٠.٢٧ في السلالتين على التوالى ،كما قدرت نسبة التباين الوراثى الكلى لصفة القدلرة على تحمل الاصابة بنحو ٦١/ ،٤٤/ فى السلالتين على التوالى أيضا .

المقاومة البسيطة الكاذبة
Pseudomonogenic Resistance

- أطلق Van der Plank (١٩٨٤) هذا المصطلح على حالات المقاومة التى تتميز بعدم استمرارية الاختلافات Discontinuous Variations بالرغم من تحكم عدة جينات في وراثتها ، و هى احدى خصائص أمراض "الجين للجين" Gene for Gene Diseases التى يقابل فيها كل جين للمقاومة فى العائل بجين للضرواة في المسبب المرضى .
- يمكن في امراض كهذة أن يتحكم زوج واحد من الجينات في المقاومة أيا كانت أزواجالجينات الأخرى –المسئولة عن المقاومة – التى توجد معه . ففي القمح يوجد ٣٥ جينا على الأقل تتحكم فى المقاومة للفطر P.recondita tritici المسبب لمرض صدأ الأوراق .تأخذ هذه الجينات الرمز الأساسى Lr .
- ويمكن لزوج واحد من الجينات (Lr Lr) أن يجعل النبات مقاوما برغم وجود أزواج الجينات المتنحية (lr lr) في بعض أوكل ال٣٤ موقعا جينيا .و تحدث هذه الحالة عند وجود أى من هذة الاليلات بحالة سائدة أى أن جرعة واحدة من المقاومة (Lr) تسود على٦٩ جرعة من القابلية للاصابة (lr) .

تابع

- و الفرق الأساسى بين حالة المقاومة الكاذبة و بين وراثة الصفات العادية – فى حالات السيادة التامة – أن نسب التراكيب الوراثية المنعزلة في الجيل الثانى تكون دائما ٣ن حيث (ن) تمثل عدد ازواج العوامل الوراثية المنعزلة) بينما يكون عدد الأشكال المظهرية كما يلي :
- ٢ن للصفات العادية مع السيادة التامة .
- ٣ن للصفات العادية مع غياب السيادة .
- شكل مظهرى واحد أو شكلان مظهريان على الأكثر فى حالات المقاومة البسيطة الكاذبة
- (مع توفر شرط السيادة التامة لجميع الجينات) . يظهر الشكل المظهرى الوحيد عندما تفقد جميع جينات المقاومة فاعليتها بسبب وجود جينات للضراوة تقابلها في المسبب المرضى .أما الشكلان المظهريان فيكونان خاصين بالمقاومة و القابلية للاصابة عندما يكون واحد أو كل جينات المقاومةفعالة. و عندما تكون جميع جيناتالمقاومة مختلفة بفاعليتها ، فان الانعزلات الوراثية تظهر في الجيل الثانى – كما يلي :

الانعزال فى الجيل الثانى

عدد أزواج الجينات	مقاوم	قابل للاصابة
٢	٨	١
٣	٢٦	١
٤	٨٠	١
ن	٣ ن-١	١

تابع

- لقد تم التعرف على نحو ٢٠-٤٠ جينا للمقاومة في حالات أمراض كثيرة كهذه (أمراض الجين للجين) منها : صدأ الساق في القمح (P. germinis tritici) و صدأ الأوراق في القمح (P.reondiita tritci) وصدأ التاج في الشوفان (P.coronata avenae) و البياض الدقيقى في الشعير (Erysiph graminis hor-dei) و صدأ الكتان (Melampsora lini) .
- وتوجد عديد من الحالات المرضية الأخرى التى يعرف فيها عدد أقل من جينات المقاومة .
- وتسمح حالة عدم استمرارية التباين فى الشكل المظهرى فى التعرف على جينات المقاومة كل على حدة. و تأخذ هذه الجينات أرقاما في سلسلة الى جانب رمز أساسى لها ،مثل : Srفي حالة صدأ الساق (Stem Rust) و Lr في حالة صدأ الأوراق (Leaf Rust) و Yr في حالة الصدأ المخطط أو الأصفر (Yellow Rust) و Pm في حالة البياض الدقيقى (Powdery Mildew) وHفي حالة القاومة لذبابة هسيان (Hessian Fly) ...و هكذا
- . و يستخدم الحرف r للاشارة الى المقاومة resistance في رموز معظم هذه الجينات بل انة يستخدم كرمز أساسى لجينات المقاومة للندوة المتأخرة في البطاطس .

و أهم ما يميز هذه المجموعات من جينات المقاومة أنها :

- ١- لا تتأثر كثيرا بتركيز اللقاح Incoulum عند اجراء اختبارات المقاومة .
- ٢- لا تتأثر كثيرا بالعوامل البيئية باستثناءات قليلة .
- ٣-ارتباط الجينات المسئولة عن المقاومة بعضها ببعض

- من أمثلة الارتباطات المرغوبة بين الجينات فى حالة المقاومة للفطر Erysiphe graminis المسبب لمرض البياض الدقيقي في الشعير –
- حيث أوضحت الدراسات الوراثية أن المقاومة يتحكم فيها ١٧أليلا –على الأقل –توجد فى سبعة مواقع جينية على الأقل و أن أحد عشر أليلا من هذه الآليلات –تحمل في الموقع MI-a أو بالقرب منة على الكرموسوم رقم ٥ و ترتبط معظم هذه الجينات ببعضها و تورث كمجموعة واحدة
- . و يفيد هذا الارتباط في ابقاء هذه الجينات معا حتى عندما لا يجرى الانتخاب الا لبعضها فقط .
- الا أن العبور يمكن أن يفصل بين هذه الجينات عند الرغبة في ذلك .

مقارنة بين المقاومة النوعية والكمية

- المقاومة النوعية
- تكون واضحة تماما – تظهر في أى مرحلة من النمو ، أو على النباتات البالغة فقط .
- ترجع الى مناعة النبات أو فرط حساسيتة للطفيل
- عالية الكفاءة ضد سلالات معينة من المسبب المرضى
- . يتحكم فيها جين واحد ذو تأثير رئيسى
- عرضة للفقد الفجائى بالسلالات الجديدة من المسبب المرضىالرأسية Vertcal
- المتخصصة Race-specific
- البادرة Seedling .
- المفرقة Differential
- البسيطة Monogenic

- المقاومة الكمية
- لا تكون تامة الوضوح – تظهر عادة فى طور البادرة و لكنها تزيد مع تقدم النبات نحو النضج
- . ترجع المقاومة الى نقص معدلات و درجة الإصابة و تقدم المرض و تكاثر المسبب المرضى
- تختلفا الكفاءة ، و لكنها تكون ضد جميع سلالات المسبب المرضى.
- يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثيرات صغيرة ،و لكنها متجمعة .
- لا تتأثر بالتغيرات في جينات الضراوة التي يحملوا المسبب المرضى تسمى. الأفقية Hortzontal
- غير المتخصصة السلالةRace –non-specific
- النبات الناضج Mature Plantالنبات البالغ Aduit Plant
- الحقل Field
- المتجانسة Uniform

الخلاصة :

- يصاب النبات بكائنات مختلفة تدخل عن طريق البشرة و الثغور او العديسات أوالجروح وقد توجد بعض الموانع مثل افرازات سامة من النبات او تكوين طبقة فلين ويعتبر النبات منيعا اذا لم يتمكن مسبب المرض من دخول النبات او بعتبر مقاوم اذا تمكن الطفيل من الدخول ولكنالنبات حدد انتشارة وتختلف طرز المقاومة وهى مقاومة قصوى -المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار –تحمل الاصابة -فرط الحساسية والمقاومة السيتوبلازمية ..وعند دراسة وراثة المقاومةنتعرف على معلومات كثيرة منها عدد الجينات التى تتحكم فيها –السيادة والتنحى والتفاعلات الغير أليلية -----ألخ
- كما ان من خصائص المقاومة هى ارتباطها بصفة نباتية ظاهرة مثل ارتباط لون الاوراق الحرشفية فى البصل بصفة المقاومة لفطر العفن الاسود فى الابصال
- من ناحية اخرى فان المقاومة يتحكم فيها عدد كبير من الجينات وتتأثر بالبيئة وتسمى مقاومة كمية أما المقاومة البسيطة فيحكمها جين او عدد قليل من الجينات وتاثرها بالبيئة قليل

- انتهى الفصل