الباب الثاني

الفصل الأول

وراثة المقاومة للأمراض فى النبات

الأهداف: من المتوقع في نهاية دراسة هذا الفصل أن يكون المتخصص فى علـــم الوراثة وبرنامج أمراض النبات قادرا علي أن :

١- يتعرف علي كيفية إصابة النبات بالطفيل .
٢- يستوعب الموانع التى تمنع أو تقلل من الإصابة بالطفيل .
٣- يتعرف علي طبيعة النباتات للمقاومة .
٤- يفهم طرز المقاومة .
٥- يتعرف علي عدد الجينات التى تتحكم فى وراثة المقاومة (جين أو جينين أو أكثر) .
٦- يفهم خصائص وراثة المقاومة للأمراض .

المقدمة :

تعتبر الخسائر التى تسببها الأمراض للحاصلات الزراعية فى مقدمة المشاكل التى يحسب لها الإنسان كل حساب مما يؤدى إلى ضياع جانب كبير من المحصول، بل قد يصل الأمر إلى القضاء على النباتات فى بعض الأحيان. وبالرغم من معرفة عدد كبير من المبيدات الفطرية والحشرية للقضاء على الأفات الحشرية فمازالت طريقة التربية للأصناف المقاومة هى أضمن وأحسن وسيلة للمقاومة من الناحية الإقتصادية .

ومن الأمراض التي تسبب قدراً كبيراً من الخسائر أصداء محاصيل الحبوب التى تهدد الإنسان فى غذائه والتى تنتشر فى كل أرجاء الدنيا والتفحمات التى تحدث فى محاصيل الحبوب فى بعض البلدان وفطريات التربة التى تسبب أمراض الذبول ومنها ذبول القطن وذبول الكتان والديدان الثعبانية والتي تصيب الجذور وأجزاء أخرى من النبات وبيئات الأمراض الأخرى التي تحدثها الفطريات والفيروسات، ولا يمكن إنقاذ الحاصلات الزراعية من هذه الأفات إلا بايجاد أصناف

obeikandi.com

مقاومة لها ، فهناك أصناف مقاومة للصدأ وأخرى مقاومة للتفحمات وثالثة مقاومة للذبول وفطريات التربة وهكذا .

وتعنى المقاومة للمرض فى شقين أحداهما فى النبات من أول إنبات البذرة حتى نضج المحصول والآخر فى الطفيل نفسه وكيف يمكنه أن يُحدث العدوى للنبات، ولا شك أن هناك سلسلة من العمليات الكيميائية تحدث داخل النبات كما أن هناك سلسلة أيضا" من العمليات الكيميائية والفسيولوجية تحدث فى الطفيل لكى يتمكن من غزو العائل والنمو داخلة .

فلو تمكن الإنسان من وقف أى من هذه العمليات لأمكنه الحد من نجاح إصابة وعدم إحداث الضرر فى النبات، فلو تمكن النبات من وضع حد لإنتشار المرض بطريقة ميكانيكية نتيجة لتركيب وراثى فيه أو لو حدث تغير فى التحول الغذائى للنبات بصور لا تُمكن الطفيل من التطفل، فإن النبات عند إذن يكتسب صفة المقاومة. لذلك نجد أن المقاومة والإصابة فى النبات وكذلك القدرة على إحداث الإصابة أو الفشل فى إحداثها من جانب الطفيل على النبات كل ذلك يتوقف أساساً على تسلسل العمليات الحيوية فى كل منهما على النحو الذى يحقق حدوث الإصابة وتطورها، وبذلك نجد أن إيجاد المقاومة يتوقف على دراسة كاملة للتحول الغذائى فى كل من العائل والطفيل وكيف يتداخل كل من هاتين الحلقتين ليمكن إحداث أو منع حدوث المرض .

ويساعد على إيجاد حلول لهذه المشاكل التنوع الكبير الذى يوجد فى كل نبات، فهذه الأصناف العديدة من المحاصيل الإقتصادية كالقمح والشعير والأرز والطماطم والتفاح وغيرها تشجع المربى للمقاومة على البحث عن التركيب الوراثى المقاوم للمرض. ويرجع ذلك عادة إلى صفات مورفولوجية فى الصنف أو إلى بعض العمليات الفسيولوجية التى تتلائم مع البيئة التى يعيش فيها الصنف . ولكن قد تسبب المقاومة من إختلافات وثيقة لا يمكن بسهوله إكتشافها بمجرد إستعراض صفات العينات المظهرية بل تحتاج إلى إختبارت بحقن هذه الأصناف صناعيًا بالمرض لمعرفة ما يبديه النبات من المقاومة له أو الإستسلام إليه. وقد توصل المربون للمقاومة لمرض الصدأ الأسود فى القمح والندوة المبكرة للبطاطس لأن أى سلالة من هذين الفطريين كان يمكن إيجاد أصناف مقاومة لها من القمح أو البطاطس ولكن المشكلة ذات حدين فعندما يتمكن المربى من إيجاد الصنف المقاوم فإن الفطر هو الأخر يمكنه أن يكوّن سلالات جديدة بتغيير يحدث فى تركيبه

الوراثى يمكنه من غزو الصنف المقاوم مرة أخرى بشكل أخر لذلك مشكلة تربية الأصناف المقاومة عملية مستمرة لا تتوقف أبدا .

إختراق الطفيل لأنسجة العائل :

يدخل الطفيل العائل بإحدى وسائل ثلاثة :

١- بإختراق البشرة بطريقة مباشرة .

٢- من الفتحات الطبيعية للنبات كالثغور والعديسات .

٣- عن طريق الجروح .

ولكل نوع من الطفيليات طريقته الخاصة في الدخول إلى أنسجة العائل حيث تتداخل جراثيم فطر الصدأ في العائل الثاني لهـا *Berbirus vulgaris* وكـذلك البياض الزغبى في النجيليات من خلال الأدمة، كما تدخل جراثيم التفحم بطريقـة مباشرة من خلال جدر المبايض والأنسجة الابتدائية في بعض الأنواع أو مـن سطوح الأوراق بينما تدخل الجراثيم اليوريدية عند إنباتها فـي القمـح والجـراثيم السابحة zoospores وفى البياض الزغبى في العنب *Plasmopara viticola* من ثغور الورقة أما في حالة هيفات العدوىفى فطر *phytophthora infestans* تدخل عن طريق الثغور أو مباشرة بإختراق البشرة .أما الفطريات التي تدخل عن طريق الجروح فمنها فطر *Botrytis cinarea* وفوزاريوم البطاطس المسـبب لحدوث عفن البطاطس الجاف .

دخول الطفيل عن طريق المداخل الطبيعية للنبات :

فى صدأ الساق تنبت الجرثومة اليوريديه على سطح البشرة ثم تنمـو ممتـدة عليها حتى تصل إلى ثغر مفتوح حيث يتضخم طرف الهيفا وتكون ضاغطا وتنمو هيفا من الضاغط هي التي تدخل الثغر المفتوح ثم تكون إنتفاخا في فـراغ الثغـر، يتكون من هذا الإنتفاخ هيفا العدوى وتخترق هذة الهيفا جـدر الخلايـا بواسـطة ممصات وفى داخل الخلايا المصابة تتكون من أوتاد تخترق الخلايا وقد لا تتكـون الضواغط أحيانا كما في حالة تبقع الأوراق في البنجـر حيـث تـدخل الأنبوبـة 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 أنها ليست مقاومة لكل السلالات مما يدل على أن هناك درجة من التخصص فعملية تكوين هذه الطبقة ليست عملية ميكانيكية بحتة كما يحدث عند حدوث الجروح في النبات مثلا ..

مقاومة الإنتشار داخل العائل ..

بعد دخول الطفيل في العائل تمتد الإصابة في باقى أنسجة العائل بدون ظهور لأعراضها، ولكن يحدث في بعض الحالات إفراز مواد سامة أو أنزيمات تؤدى إلى قتل خلايا العائل فمن المعروف في بعض أنواع البكتيريا أنها تفرز أنزيمات تذيب البكتين وتؤدى إلى تحلل الجدار الخلوي في خلايا العائل كما في حالة بكتيريا العفن اللين في الجزر كما أن فطر *Botrytis sp* 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 أن يحدد العائل المكان الذى إمتدت اليه الإصابة وبذلك يمنع إنتشارها، وهذا التحديد لطبقة عازلة من الفلين منتشرة فى كثير من أمراض البطاطس التى تصيب الدرنات. كما أن للطبقة الإسكلرنشيمية المحيطة بالحزم الوعائية والنطاق الإسكلرنشيمى الموجود حول النطاق الخارجى للساق تحت البشرة عملاً كبيراً فى إنتشار أو تحديد الإصابة فى صدأ الساق فى القمح حيث تؤدى إلى صلابة البشرة التى تمنع من نجاح إنفصال الجراثيم اليوريدية من البثرات. ويسبب دخول الفطر موت الخلايا التى وصل إليها وبموتها يقف إنتشار المرض، لأن الفطر يموت أيضا فى هذه الخلايا وتتكون بذلك بقعاً صفراء تدل على هذه المقاومة وتعرف باسم necrotic area وقد وجد أن مجموعة من الأمراض الفطرية تكون هذه البقع التى تدل على مقاومة الأصناف التى حدث فيها المرض منها الأصداء والبياض الزغبى وغيرها من الأمراض ويؤدى موت الخلايا إلى موت هيفات الفطر فيها أو منع وصول الغذاء اللازم للطفيل مما يؤدى إلى موته .

طبيعة المقاومة للمرض :

يعتبر النبات منيعا Immune للمرض إذا لم يتمكن الفطر أو المسبب من الدخول إلى أنسجة العائل بينما يعتبر النبات مقاومًا Resistant إذا تمكن الطفيل من الدخول ولكن النبات قاوم الفطر بعد ذلك بأن حدد إنتشارة ويتدرج هذا التحديد من درجات عالية من المقاومة إلى أن تصل إلى الإصابة الكاملة. وتتوقف المقاومة على عدد من العوامل الخارجية والداخلية التي تعمل بجانب بعضها لتقليل درجات الإصابة فمن هذة الدرجات فى المقاومة تحديد إنتشار الإصابة وعزل الفطر في المكان الذي دخل فيه أو بتقليل تأثيره الضار للنبات الذي ينشا عن إفراز الطفيل لمواد سامة أو ضارة بالعائل أو يمنع الطفيل من النجاح في التكاثر وإنتاج الجراثيم وبذلك يمنع تكرار حدوث إصابات أخرى من الإصابة الأولى .

إن الخطوة الأولى فى أى تفاعل متوافق بين العائل والكائن الممرض، أو بمعنى آخر ، فى أى إصابة، هى تمييز العائل بواسطة الكائن الممرض و أحيانا العكس يعنى تمييز الكائن الممرض بواسطة العائل وبالتالى فإن غياب عوامل التمييز فى العائل يمكن أن تجعله مقاوم لكائن ممرض معين .

إن أى صفات متوارثه للنبات تشارك فى إتجاه تمركز وعزل الكائن الممرض فى منطقة الدخول و بإتجاه تخفيض التأثير الضار للمواد السامة المنتجه بواسطة الكائن الممرض أو بإتجاه تثبيط تكاثر الكائن الممرض وبذلك تثبيط زيادة إنتشار الكائن الممرض، كل ذلك يشارك فى إتجاه مقاومة النبات للمرض. زيادة على ذلك فإن أى صفة أو صفات متوارثة تمكن صنف معين من استكمال تكشفه ونضجه تحت ظروف لاتناسب تكشف الكائن الممرض، هى أيضا تشارك فى المقاومة (الهروب من المرض) .

إن مساهمة الجينات المرتبطة بالمقاومة فى العائل واحداً يبدو أنها تتألف بشكل أساسى من تزويد الطاقة الوراثية فى النبات لتكشف واحداً أو أكثر من الصفات المورفولوجية أو الفسيولوجية متضمنة (وسائل الدفاع التركيبية والبيوكيميائية). بإستثناء أمراض النبات الفيروسية والفيرويدية التى فيها جينات العائل ممكن تصورها أن تصبح فى مواجهة (وجها لوجه) مع جينات الحامض النووى الفيروسى، إن جينات النباتات المصابة بأنواع أخرى من الكائنات الممرضة يبدو أنها إطلاقا لا تصبح فى إتصال 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 حتى ولو أجريت العدوى بطريقة التطعيم. ويبدو أن المقاومة القصوى هي حالة قصوى لفرط الحساسية .

لا تؤدى العدوى بطريقة التطعيم للنباتات ذات المقاومة القصوى –أحيانا– إلى بعض النقط المتحللة كما يمكن عزل أثار من الفيروس منها خاصة من الجذور.

وإذا أجرى تطعيم مزدوج لنبات مصاب بالفيروس، وهذا بدورة مطعم على نبات ثالث سليم ولكنه قابل للإصابة بنفس الفيروس فإنه يمكن عزل الفيروس من النباتين الأول والأخير بينما يندر عزله من القطعة الوسطية التى تسمح فقط– بمرور الفيروس من خلالها دون أن يتكاثر فيها .

ومن أمثلة حالات المقاومة القصوى: مقاومة البطاطس لفيروس x البطاطس التي يتحكم فيها جين واحد Xi ولفيروس A,Y البطاطس اللذين يتحكم فيهما جين واحد آخر حيث نجد في الأجيال الإنعزالية أن النباتات ذات المقاومة القصوى لفيروس Y تكون ذات مقاومة قصوى لفيروس A كذلك .

٢-المقاومة المتينة :

Durable Resistance

تعرف بأنها المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار التي تستمر فعالة في حماية الصنف الحامل لها من المسبب المرضى أو الآفة مع استمرار زراعة ذلك الصنف في بيئة مناسبة لهذا المسبب المرضى أو تلك الآفة. وجدير بالذكر أن

المقاومة ذات القدرة العالية علي الإستمرار قد تكون مقاومة بسيطة أو يتحكم فيها عدد قليل أو كبير من الجينات .

ومن أمثلة المقاومة ذات القدرة العالية علي الإستمرار Durable Resistance ما يلي :

١- مقاومة بعض أصناف الكرنب لمرض الإصفرار (الذبول الفيوزارى) الذي يسببه الفطر *Fusarium oxysporum f .sp.conglutinans*

٢- مقاومة الخس لفيروس موازيك الخس ،و هي مقاومة بسيطة .

٣-تحمل الإصابة :

Tolerance

فى حالة عدم توفر المقاومة فى الأصناف التجارية يمكن الإستفادة من النباتات القادرة على تحمل الإصابة فى الزراعة خاصة التى تتحمل الإصابة بالأمراض الفيروسية إلا أن هذه الأصناف القادرة على تحمل الإصابة تصاب بالمسبب المرضى الذي ينتشر بأعداد هائلة في مساحات كبيرة خاصة عندما يكون تكاثر المحصول خضريا وبذا تصبح هذة النباتات مصدرا للإصابة لكل من الاصناف الأخرى التى تكون أقل تحملاً للاصابة و تصاب بنفس المسبب المرضى. يترتب على ذلك وجود أعداد من النباتات المصابة، تعطى فرصة لظهور طفرات جديدة من المسبب المرضى قد تكون أكثر تأثيراً من السلالة المنتشرة بالفعل. وقد تؤدى زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة إلى إصابتها بأمراض خطيرة عند إصابتها بالفيروس، ففي الطماطم مثلا ..لا تحدث الإصابة بأي من فيروسى تبرقش الدخان أو إكس البطاطس أعراضاً شديدة أو نقصاً كبيراً 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 بفيروس تبرقش الدخان .

إن المقاومة والقدرة علي تحمل الإصابة خاصيتان مختلفتان تورثان مستقلتين فبينما تعمل المقاومة على إبقاء الطفيل خارج النبات .. فإن القدرة علي تحمل

الإصابة تعمل علي الحد من تأثير الطفيل علي النبات بعد إصابته له ويمكن الاستفادة منهما اذا وجدتا فى محصول واحد .

٤-فرط الحساسية :

Hypersensitivity

تؤدى إصابة الطفيل للنبات العائل إلى موت جميع الخلايا التى أصابها الطفيل والخلايا المجاورة لها وبذا ينعزل الطفيل ويمنع إنتشاره فى بقية أجزاء النبات.حساسية العائل فى هذه الحالة تجعل النبات مقاوم لأن العائل منع أو حدد إنتشار الطفيل تحت ظروف الحقل ، ولذا فإنها تسمى مناعة الحقلField Immunity

تورث فرط الحساسية عادة كصفة بسيطة . ومن أمثلتها حالات المقاومة لفيروسات البطاطسA، Xb , Yc , X التي تتحكم فيها الجينات السائدة Nx, Nc,Nb Na, علي التوالي ، علما بأن فيروس البطاطس XB هو سلالة من فيروس البطاطس X و فيروس البطاطس Yc هو سلالة قليلة الأهمية من الفيروس 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 رقم ٢ .

جدول رقم ٢ : العلاقة بين جينات فرط الحساسية

ومجموعات سلالات فيروس X البطاطس (PVX)

الصنف	التركيب الوراثي	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 Defiance	NxNb	R	R	R	S

R مفرط في الحساسية (مناعة حقلية)، S قابل للإصابة .

Openkandi.com

٥-المقاومة السيتوبلازمية :

Cytoplasmic Resistance

تتحكم في المقاومة لبعض مسببات الأمراض عوامل سيتوبلازمية، أى أنها تورث عن طريق السيتوبلازم ومنها ما يلى:

الإصابة بفيروسX البطاطس فى الجنس *Capsicum* :

تحدث العدوى بفيروس X البطاطس إصابة جهازية بالتبرقش في النوع *C.annuum* بينما تكون الأعراض على صورة بقع موضعية متحللة فى النوع *C.pendulum* و تكون أعراض الإصابة في الجيل الأول للهجين بينهما على صورة تبرقش جهازى عند إستخدام *C. annuum* كأم في التهجين بينما تكون على صورة بقع موضعية عند استخدام *C.pendulum* كأم .

ولا يمكن التعرف على حالات الوراثة السيتوبلازمية إلا بعد إجراء التلقيحات العكسية ودراستها .

♀ *C.annuum* X *C.pendulum* ♂	♀ *C.pendulum* X *C.annuum* ♂
⇩	⇩
F_1	F_1
تبرقش جهازى	بقع موضعية

٦-المقاومة المستحثة كأحد الاتجاهات الحديثة فى مقاومة الأمراض النباتية تحت ظروف الزراعة النظيفة :

إتجهت الأنظار فى السنوات القليلة الماضية إلى إستخدام بعض الطرق الجديدة الآمنة فى مقاومة الأمراض النباتية ومن هذه الطرق إستخدام المقاومة المستحثة فى مقاومة الكثير من أمراض النبات فقد تم إستخدام عدد من المستحثات من أصل كيماوى وبيولوجى فى مقاومة بعض الأمراض النباتية التى تصيب الجذور أو المجموع الخضرى لأهم المحاصيل الاقتصادية وتعتبر المقاومة المستحثة أحد أهم الإتجاهات الحديثة فى مقاومة الأمراض النباتية فى الزراعات النظيفة حيث تصاب

obeikandl.com

المحاصيل الإقتصادية التى تزرع فى جمهورية مصر العربية بالعديد من الأمراض النباتية وتعتبر المبيدات الكيماوية هى الحل الأساسى لمقاومة هذه الأمراض النباتية.

تعريف المقاومة المستحثة :

هى دفع النبات إلى تكوين المواد المسؤولة عن المقاومة قبل حدوث الإصـــابة وسرعة رد الفعل عند حدوث الإصابة .

مميزات المقاومة المستحثة :

١- غير ضارة بالنسبة للإنسان والبيئة .

٢- غير متخصصة فهى تفيد ضد الأمراض الفيروسية والفطرية والبكتيرية .

٣- ثابتة لأنها تعتمد على نشاط العديد من المواضع الحيوية..

٤- ذات تأثير ممتد فقد تكفى معاملة واحدة أو إثنتان فى بداية عمر النبات لكـــى تحمى النبات طوال فترة حياته .

٥- ذات تأثيرات إيجابية بالنسبة للنمو الخضرى والمحصول .

أنواع المستحثات :

١-المستحثات الكيماوية ٢- المستحثات البيولوجية ٣- المستحثات الطبيعية

آليات المقاومة المستحثة :

تكوين الإنزيمات المسؤولة عن المقاومة :

مثل : الشيتينيز – الجلوكانيز – البيروكسيديز . حيث أنه من المعروف أن المكون الأساسى لجدر خلايا الفطريات تتكون من الشيتين أو الجلوكان كما يلى :

١- العائلة الأسكية البازيدية الناقصة يتكون من الشيتين والجلوكان .

٢- العائلة البيضية يتكون من الجلوكان و السيلولوز .

٣- العائلة الزيجية يتكون من الشيتين و الشيتوزان .

٤- اما البيروكسيديز فهو يدخل فى تكوين لجنين جدر الخلايا النباتية .

obeikandl.com

تكوين الفيتوالكسين :

- وهى مواد سامة تتكون من النبات نتيجة الإصابة .
- توجد فى النبات المصاب ولا توجد فى النبات السليم .
- يختلف النبات المقاوم عن القابل للإصابة فى سرعة تكوينها والكمية المتكونة منها .

تكوين المواد الفينولية :

دور المواد الفينولية فى المقاومة :

١- تتحد الفينولات مع البروتينات وتكون التانينات وهى سامة للمسببات المرضية .

٢- حرمان الفطر من البروتينات .

٣- فصل الاكسدة عن الفسفرة وبالتالى حرمان الفطر من الطاقة .

٤- تثبيط الأنزيمات المفرزة من الفطر .

٥- عند أكسدة المواد الفينولية تتحول إلى كيتون وهى سامة للفطر .

٦- تدخل فى تكوين اللجنين .

دور اللجنين فى المقاومة :

١- يعطى مقاومة ميكانيكية ضد اختراق الخلايا .

٢- يعطى مقاومة ميكانيكية ضد أنزيمات المسبب المرضى والتوكسينات .

٣- عمليات تكون اللجنين سامة للممرضات .

٤- عند إختراق هيفا الفطر يحدث لها لجننة .

٥- تكوين البروتينات المسؤولة عن المقاومة PR – Protein .

obeikandi.com

الإشارة : Signal

نتيجة الحث على المقاومة وقبل تكون المواد المسؤولة عن المقاومة يتكون فى النبات المعامل مواد تسمى الإشارة Signal وهى المسؤولة عن تحفيز النبات لإنتاج المواد ضد الممرضات .

١- إشارة كهربائية.

٢- جرح الخلية .

٣- تكوين مواد للتنبيه مثل حامض السالسليك والكالسيوم .

أمثلة على إستخدام المقاومة المستحثة بنجاح فى مقاومة العديد من الأمراض النباتية فى مختلف أنحاء العالم مثل :

١- مقاومة مرض العفن الرمادى فى الدخان .

٢- مقاومة مرض الذبول فى الطماطم .

٣- مقاومة مرض البياض الدقيقى فى الخيار .

٤- مقاومة مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس .

استخدام المقاومة المستحثة فى مقاومة العديد من الأمراض النباتية فى مصر :

- مقاومة مرض البياض الدقيقى فى الشعير .
- مقاومة مرض تبقعات الفول البلدى .
- مقاومة مرض الذبول فى البطيخ .
- مقاومة أمراض البياض الزغبى و البياض الدقيقى فى الخيار .
- مقاومة مرض اللفحة المتأخرة والمبكرة فى نباتات البطاطس .
- مقاومة مرض أعفان الجذور فى نباتات البسلة .
- مقاومة مرض أعفان الجذور فى نباتات الترمس .
- مقاومة أمراض المجموع الخضرى فى نباتات الكوسة .

obeikandl.com

عدد الجينات التى تتحكم فى مقاومة الأمراض :

نوضح فيما يلي أمثلة لحالات مختلفة من وراثة المقاومة للأمراض من حيث عدد الجينات التي تتحكم في المقاومة .

أولا : حالات مقاومة يتحكم في وراثتها جين واحد :

من أمثلة حالات المقاومة للأمراض التي يتحكم في وراثتها جين واحد ما يلي :

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
الخيار	الجرب	*Chiadosoporium cucumerium*	سائدة
الخس	البياض الدقيقي	*Erysiphi cichoracearum*	سائدة
البسلة	الذبول الفيوزاري	*Fusarium oxysporum F.pisi*	سائدة
البسلة	البياض الدقيقي	*Erysipihi pisi*	متنحية
الفلفل	تبرقش الفلفل	*Pepper Mosaic Virus*	سائدة
السبانخ	البياض الزغبي	*Peronospora effusa*	سائدة
السبانخ	التبرقش	*Cucumber mosaic virus*	سائدة
الطماطم	ذبول فيرتسيلليم	*Verticillim albo-atrum*	سائدة
الطماطم	الذبول الفيوزاري	*F. oxysporum F.lycopersic*	سائدة

ثانيا:حالات مقاومة يتحكم في وراثتها زوجان من الجينات :

من أمثلة حالات المقاومة التي يتحكم في وراثتها زوجان من الجينات ما يلى :

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
البصل	البياض الزغبي	*Peronospora destructor*	الجينان سائدان
الفاصوليا	فيروس موازيك الفاصوليا العادي	*Common Bean Mosaic Virus*	الجينان متنحيان a,s

obeikandl.com

ثالثا: حالات مقاومة يتحكم في وراثتها ثلاثة أزواج من الجينات :

من أمثلة حالات المقاومة التي يتحكم فى وراثتها ثلاثة أزواج من الجينات ما يلي :

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
البصل	الإسوداد	*Colletrichum circinans*	تؤثر فيها السيادة والتفوق
الخيار	التبرقش مرحلة الأوراق الفلقية	*Cucumber Mosaic virus*	الجينات مكملة لبعضها
الفاصوليا	فيروس موازيك الفاصوليا العادي	*CBMV*	الجينات I,a,s

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

من أمثلة حالات المقاومة التى يتحكم في وراثتها أكثر من ثلاثة أزواج من الجينات ما يلي :

العائل	المرض	الطفيل	المقاومة
الفاصوليا	عفن الجذر الفيوزاري	*F. Oxysporum F. solanis*	الجينات مكملة لبعضها
الكرنب	الإصفرار	*F. oxysporum F. conglutinans*	طراز B
الطماطم	تلطخ الأوراق	*Fulvia fulva*	جينات رئيسية

خامسا: حالات تتنوع فيها وراثة المقاومة بين مختلف المصادر

من الحالات القليلة التي تختلف فيها وراثة المقاومة ما بين زوج واحد، وزوجين، وثلاثة أزواج من الجينات المقاومة لفيروس موازيك الفاصوليا العادى Common Bean Virus في الفاصوليا كما يلي :

١- يتحكم في المقاومة البسيطة جين واحد متنح يأخذ الرمز a .

obeikandi.com

٢- تتوفر مقاومة أخرى ضد بعض سلالات الفيروس، ويتحكم 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 للإصابة، وبذا... يصبح الصنف مقاوما . و تعد المقاومة فعالة ضد جميع سلالات الفيروس. وجدير بالذكر أن المقاومة فى الحالتين الأولى و الثانية تكون متنحية بينما تظهر المقاومة في الحالة الثالثة سائدة لأن الجين السائد I يظهر تأثيرة حتى وإن لم يحمل النبات جينات المقاومة المتنحية a.s .

خصائص وراثة المقاومة للأمراض :

تتميز وراثة المقاومة لبعض الأمراض بخصائص معينة، ومن تلك الخصائص ما يلي :

١- إرتباط المقاومة بصفة نباتية ظاهرة :

تعتبر المقاومة للفطر *Colletrichum circinans* المسبب لمرض الإسوداد أو التهبب Smudge فى البصل من أبرز الأمثلة على إرتباط المقاومة بصفة مورفولوجية واضحة، كما تعد مثالا للمقاومة التي يتحكم فيها ثلاثة جينات مستقلة يحدث بينها تفاعلات غير آيلية، وللمقامة التي ترجع إلى وجود مركبات كيميائية معينة بالنبات قبل حدوث الإصابة 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 للإصابة . و يتحكم في وراثة كلا الصفتين ثلاثة أزواج من الجينات كما يلي :

التركيب الوراثي	لون الأبصال	المقاومة
R-C-ii	حمراء	عالية
rr-C-ii	صفراء	عالية
R-C-Ji	وردية	متوسطة
rr-C-Ii	كريمة	متوسطة
R-C-II	بيضاء	لا توجد
rr-C-II	بيضاء	لا توجد
R-cc-I-	بيضاء	لا توجد
R-ccii	بيضاء	لا توجد
rr cc Ii	بيضاء	لا توجد
rr cc ii	بيضاء	لا توجد

وقد 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 وجوده بحالة سائدة أصيلة ،أياً كانت الجينات الأخرى الموجودة معه .

٢- عند وجودة بحالة متنحية أصيلة....يتحدد اللون بالجينين C,R كما سبق بيانه .

٣- أما عند وجودة بحالة خليطه .. فإن اللون يكون ورديا في وجود الجين C,R بحالة سائدة، وكريمياً عند وجود الجين C بحالة سائدة و الجين R بحالة متنحية أصيلة rr .

obeikandi.com

وتبين أن طبيعة المقاومة للمرض تعتمد على أن الحراشيف الخارجية للبصل تحتوى على مادتين فينوليتين قابلتين للذوبان في الماء هما :الكـــايتكول Catechol وحامض البروتوكايتكوك Protocatechuic Acid و هما سامتان للفطـــر المســـبب لمرض الإسوداد .تذوب المادتان في الماء الأرضى حول البصلة، وبـــذا تمنعـــان الفطر من إصابة الأبصال .

وقد وجد أن الأوراق المتشحمة الداخلية لا تكون مقاومة للفطـــر إذا أُزيلـــت الحراشيف الخارجية للبصلة ويرجع ذلك إلى أن المواد السامة للفطـــر لا تنتشـــر بسهولة في الأوراق المتشحمة الداخلية كما يحدث في الحراشيف الميتة الخارجية .

٢-التعدد الأليلى لجينات المقاومة :

تعتبر المقاومة للفطر *Melampsora lini* المسبب لمرض الصدأ فـــي الكتـــان مثالا لحالة التعدد الآليلى لجينات المقاومة للأمراض، فقد وجد أن المقاومـــة لهـــذا المرض يتحكم فيها عدة أليلات في خمسة مواقع جينية كما يلي :

الموقع	عدد آليات المقاومة
K	1
L	12
M	6
N	3
P	4

ومن الطبيعى أن تعدد أليلات المقاومة في نفس الموقع الجينى يحد من العـــدد الكلى لعدد جينات المقاومة التي يمكن إدخالها فى الصنف الواحد .

الخلاصة :

يصاب النبات بكائنات مختلفة تدخل عن طريق البشرة أو الثغور أو العديســـات أو الجروح ، وقد توجد بعض الموانع مثل إفرازات سامة من النبات أو تكوين طبقة فلين، ويعتبر النبات منيعا إذا لم يتمكن مسبب المرض من دخول النبات أو يعتبـــر مقاوم إذا تمكن الطفيل من الدخول ولكن النبات حدد إنتشـــارة ، وتختلـــف طـــرز

المقاومة وهى مقاومة قصوى، مقاومة ذات القدرة العالية على الإستمرار (مقاومة متينة) تحمل الإصابة، فرط الحساسية، مقاومة سيتوبلازمية ومقاومة مستحثة .

كما أن من خصائص المقاومة هى إرتباطها بصفة نباتية ظاهرة مثل إرتباط لون الأوراق الحرشفية فى البصل بصفة المقاومة لفطر العفن الأسود فى الأبصال والتعدد الأليلى من ناحية أخرى فإن المقاومة يتحكم فيها عدد من الجينات .

الأسئلة :

١- إشرح كيف تحدث الإصابة بالكائن الممرض ؟

٢- كيف يقلل النبات من الإصابة بالطفيل ؟

٣- ما هى عدد الجينات التى تتحكم فى وراثة المقاومة، أذكر مثال ؟

٤- لوراثة المقاومة عدة خصائص إشرح إحداهما ؟

٥- عرف التعدد الأليلى مع ذكر مثال ؟

٦- أكتب نبذة مختصرة عن المقاومة المستحثة ؟

أجب بنعم أم لا مع التعليل :

أ- تحدث العدوى فى النبات بالفيروس من خلال العديسات .

ب- الإصابة بالفطر تحدث من خلال الثغور .

ت- المقاومة القصوى هى المناعة للنبات .

ث- فرط الحساسية هى مناعة الحقل .

ج- المقاومة السيتوبلازمية هى مقاومة من النواة والسيتوبلازم .

ح- المقاومة المستحثة يتحكم فيها عدد كبير من العوامل .

خ- طبيعة المقاومة فى البصل ترجع إلى وجود مادة الأنثوثيانين فى الأوراق الحرشفية .

د- يعتبر النبات منيعا اذا قاوم المسبب المرضي .

obeikandl.com

الفصل الثاني

علاقة الوراثة بأمراض النبات

الأهداف : من المتوقع في نهاية دراسة هذا الفصل أن يكون المتخصص فى علم الوراثة وبرنامج أمراض النبات قادرا على أن :

١- يفهم العلاقة الجينية بين المسبب المرضي والعائل النباتي والسبب الوراثي وراء التخصص العائلي للمسببات المرضية .

٢- يستوعب السلالات الفسيولوجية من المسببات المرضية المختلفة وطرق نشأتها العامة والخاصة .

٣- يتعرف على نظرية الجين للجين فى تخصص الإصابة بالمسببات المرضية .

٤- توضيح مدى خطورة جينات الضراوة فى المسببات المرضية فى كسر صفات المقاومة فى العائل النباتي .

٥- تحديد العوامل التى تحدد بداية وتكشف المرض .

٦- يدرك السبب فى أن القليل من الكائنات الممرضة التى تكون قادرة على مهاجمة عدة أنواع يكون بسبب إما أنها تمتلك عدة جينات متنوعة الشدة أو بسبب أن جينات الشدة ذات مدى تأثير واسع إلى حد ما .

٧- يفهم دور Flor كمؤسس لنظرية الجين للجين التى توصل إليها فى عام ١٩٤٢ من دراساته على المقاومة للفطر *Melampsora lini* المسبب لصدأ الكتان .

٨- يستعرض كيفية حدوث التوازن بين كل من البطاطس كعائل نباتي والفطر المسبب للندوة المتأخرة فى ظل ظهور المرض بحالة وبائية .

٩- يتعرف على دور Russel , 1972 فى توضيح مقاومة بنجر السكر للفطر *Peronospora farinosa f . sp. Betae* المسبب لمرض البياض الزغبي التى ترجع إلى مقاومة النبات لكل من : إنبات الجراثيم الكونيدية على سطح

obeikandl.com

الأوراق، عملية العدوى ، نمو الفطر فى أنسجة الورقة ، عملية التجرثم ، هـذا فضلا عن تحمل النبات للإصابة والذى تتحكم فيه عوامل كمية .

١٠- يدرك تقسيم Abdallah & Hermsen , 1971 للمقاومة الأفقية إلى طـرازين ، أحدهما يرجع إلى جينات غير متخصصة ، والآخر يتحكم فيه جينات متعـددة متخصصة فى المقاومة ولكنها لا تكون متخصصة ضد سلالات من المسـبب المرضي ، ويعتقد أن هذا الطراز من المقاومة ينشأ فى عشائر العائل التى تنمو فى المناطق التى يتواجد فيها الطفيل بحالة مستوطنة .

١١- يدرك دور Van der Plank كمؤسس لمدرسة المقاومة الرأسـية والمقاومـة الأفقية ، والذي ربط بين هذين النوعين من المقاومة وبين سرعة تكاثر الطفيل وانتشار المرض فى النباتات المزروعة ، وكذلك مع سرعة ظهـور سـلالات جديدة من الطفيل وفقد المقاومة .

١٢- يستوعب أنه تبعا لنظرية Van der Plank فإن المقاومة تكون رأسية عنـدما يصبح الصنف مقاوما لسلالة أو لعدد محدود من سلالات الطفيل ، بينما تكـون المقاومة أفقية عندما يكون الصنف مقاوما بنفس الدرجة لجميع سلالات الطفيل.

مقدمة :

المرض هو حالة فسيولوجية غير طبيعية ، يتعرض أثناءها النبـات لمعانـاة مستمرة من جراء تطفل أحد المسببات المرضية عليه ، ويستبعد هذا التعريف كـل الحالات غير الطبيعية التى لا تحدثها المسببات المرضية ، سواء كانـت وراثيـة المنشأ ، أم ترجع لأسباب فسيولوجية ، وتعرف الحالات الأخيرة باسـم العيـوب الفسيولوجية وهى غير معدية بطبيعة الحال .

المرض المتوطن Endemic disease : هو المرض الذى يوجد بصورة دائمة فى منطقة معينة على أنواع نباتية معينة وفى مستوى معين لا يتغير .

المرض النباتي الوبائي Epiphytotic disease : هو المرض الذي يظهـر علـى النبات بحالة شديدة فى عشيرة من العائل بسبب حدوث زيادة كبيرة طارئـة فـى عشيرة الطفيل ، لكن مصطلح المرض الوبائي Epidemic disease يستخدم للدلالـة على أمراض الإنسان والحيوان .

العائل والطفيل :

الطفيليات الإجبارية Obligate parasites : هى الطفيليات التى لا يمكنها النمو رميا فى الظروف الطبيعية .

الطفيليات الإختيارية Faculative parasites : يستخدم هذا المصطلح لوصف الكائنات الممرضة التى تنمو رميا بصورة أساسية ولكنها تصبح متطفلة فى ظروف خاصة .

العائل Host : هو الكائن الحى الذى يأوى الطفيل ويمده بالغذاء اللازم لنموه وتكاثره ، وقد يستخدم مصطلح عائل للدلالة على نبات واحد أو عشيرة من النباتات أو مرتبة تقسيمية معينة ، وفى علم النيماتولوجي لا يعد النبات عائلا إلا إذا سمح بتكاثر النيماتودا التى أصابته .

المسبب المرضي Pathogen : هو الكائن القادر على إحداث المرض فى عائل معين أو فى مجموعة من العوائل .

القدرة على الإصابة Pathogenicity : يعنى بهذا المصطلح قدرة المسبب المرضي، وقد توصف هذه القدرة بنوعية المقاومة التى يمكنها التغلب عليه فنجد مثلا Horizontal pathogenicity , Vertical pathogenicity .

يقابل مصطلح العائل القابل للإصابة Sucept (وهى تتناسب عكسيا مع المقاومة ويقدر كلاهما على مقياس واحد ، أما المقاومة فهى قدرة العائل على الحد من نمو وانتشار الطفيل ، ويعنى بهذا المصطلح فى علم النيماتولوجي اختراق أعداد قليلة من اليرقات حتى فى وجود أعداد كبيرة من اليرقات وتوفر الظروف المناسبة للإصابة) مصطلح المسبب المرضي Pathogen بينما يقابل العائل Host الطفيل Parasite .

غير عائل Non - host : يستخدم هذا المصطلح فى علم النيماتولوجي لوصف الحالات التى لا يمكن فيها للنيماتودا أن تتكاثر على النبات ، سواء كانت النباتات منيعة Immune أم قابلة للإصابة Susceptible to infection ،علما بأن مصطلح infection فى علم النياتولوجي يعنى به مجرد اختراق اليرقة لأنسجة العائل .

نظرية الجين للجين :

Gene for gene theory :

تنص هذه النظرية على أن كل جين فى العائل يتحكم فى استجابته للمسبب المرضي ، يقابله جين آخر فى المسبب المرضي يتحكم فى قدرته على إصابته للعائل ، ولا يمكن التعرف على أى جين فى العائل أو فى المسبب المرضي إلا فى وجود الجين المناظر له . ويعد Flor هو مؤسس هذه النظرية التى توصل إليها فى عام ١٩٤٢ من دراساته على المقاومة للفطر *Melampsora lini* المسبب لصدأ الكتان ولقد أثبتت فكرة جين لكل جين أولا فى حاله الكتان ولكن تبين حدوثها عمليا فى أصداء أخرى وفى أمراض أخرى ناتجة عن مسببات مختلفة ، وقد تبين أنه فى كل هذه الأمراض عندما يكون الصنف مقاوما للكائن الممرض كنتيجة لـ ١ ، ٢ ، ٣ جينات مقاومه فإن الكائن الممرض الذى يمكن أن يهاجمه يحتوي أيضا على ١ ، ٢ ، ٣ جينات لشدة الاصابة بالترتيب مع جينات العائل . يمكن الكشف عن كل جين فى العائل وتعريفه فقط بواسطة الجين المطابق له فى الكائن الممرض والعكس بالعكس. بشكل عام فى العوائل فإن جينات المقاومة تكون سائدة R بينما جينات القابلية للإصابة تكون متنحية ، ومن ناحية أخرى ففى الكائن الممرض جينات عدم القدرة على الإصابة تكون عادة سائدة (A) بينما جينات الشدة تكون متنحية (a) . وبالتالى عندما يكون هناك صنفان من النبات أحدهما يحمل جين للمقاومة R ، على هذا فإن الاتحادات الجينية (جدول ٣) يمكن أن تكون كالآتى :

جدول رقم ٣ : التفاعل بين جينات المقاومة أو القابلية للإصابة فى النبات و جينات الشدة أو عدم الشدة فى الكائن الممرض .

	جينات المقاومة أو القابلية للإصابة فى النبات		جينات الشدة أو عدم الشدة فى الكائن الممرض
عمليه ذات جين واحد	قابلية للإصابة (r)	مقاومة للإصابة (R)	
	Ar (+)	AR (—)	عدم الشدة A سائدة
	ar (+)	aR (+)	الشدة a متنحية

(—) = عدم التوافق فى التفاعل و بالتالى لا يوجد إصابة (مقاومة).

(+) = التوافق فى التفاعل و تحدث إصابة (قابلية للإصابة) .

ومن الاحتمالات الأربعة لتفاعلات الجينات احتمال واحد فقط AR يكون مقاوماً أما باقى الاحتمالات الأربعة فهى القابلية للإصابة والتي تكون كالأتى :

التركيب Ar : تحدث الإصابة فيه بسبب أن العائل يفتقر إلى الجينات المقاومة R .

التركيب aR : تحدث الإصابة بسبب أن الكائن الممرض يمتلك جين الشدة a الذى يهاجم بشكل متخصص هذا الجين المعين للمقاومة A فى العائل .

التركيب ar : تحدث الإصابة بسبب أن العائل يحمل جين القابلية للإصابه r والكائن الممرض يحمل جين الشدة a .

مثال آخر : عندما يمتلك الصنف النباتى ٢ أو أكثر من الجينات المقاومة R1, R2 ضد كائن ممرض يمتلك ٢ أو أكثر من جينات الشدة a1, a2 فإن الاتحادات الجينية الجديدة وأنواع تفاعلات المرض بين الكائن الممرض والعائل (جدول ٤) تكون كالآتى :

جدول رقم ٤ : الاتحادات الجينية الجديدة وأنواع التفاعلات بين الكائن الممرض والعائل فى حالة وجود جينين للمقاومة ضد كائن ممرض يمتلك جينين لشدة الإصابة .

الكائن الممرض	النبات			
	R_1R_2	R_1r_2	r_1R_2	r_1r_2
A_1A_2	−	−	−	+
A_1a_2	−	−	+	+
a_1A_2	−	+	−	+
a_1a_2	+	+	+	+

ويوضح هذا الجدول النقاط الآتية :

- النباتات القابلة للإصابة r_1r_2 التى تفتقد جينات المقاومة هوجمت بجميع سلالات الكائن الممرض حتى تلك التى لا تمتلك جينات متخصصة للشدة A_1A_2 .

- سلالات الكائن الممرض أو أفراده التى تحمل جينات الشدة a_1, a_2 لكل جين من جينات المقاومة للعائل R_1, R_2 تستطيع أن تصيب جميع النباتات التى تعمل معها اتحادات من هذه الجينات (R_1R_2 , r_1R_2 R_1r_2,) .

- عندما يمتلك الكائن الممرض واحد أو اثنين من جينات الشدة a_1 أو a_2 عندئذ يستطيع إصابة النباتات التى تمتلك الجين المطابق للمقاومةR_1 أو R_2 بالترتيب ، ولكن ليست النباتات التى تمتلك جين للمقاومة يختلف عن الجين المتطابق للشدة (مثلا الكائن الممرض الذى له الجينات A_1a_2 يصيب النباتات ذات الجينات r_1R_2 ولكن لا يصيب النباتاتR_1r_2 بسبب أن a_2 تستطيع أن تهاجم R_2 لكن لا تستطيع أن تهاجم R_1) .

لقد ذكرت فكرة جين لكل جين فقط فى النباتات ذات المقاومة وحيدة الجين أو المقاومة قليلة الجينات فى بعض الأمراض . ولقد طبق مربوا النبات هذه الفكرة فى أعمالهم التى دمجوا فيها جينات جديدة مقاومه فى صنف مرغوب والذى يصبح قابلا للإصابة بسلالة جديدة من الكائن الممرض (جدول ٥) .

جدول رقم ٥ : يوضح الدراسات الأولية التى أجراها Flor أن المقاومة لصدأ الكتان يتحكم فيها ٢٥ أليلا فى خمسة مواقع جينية هى كما يلي :

الموقع	عدد أليلات المقاومة	الأليلات السائدة	أليل القابلية للإصابة
K	١	K	k
L	١١	L to L_{10}	l
M	٦	M to M_5	m
N	٣	N to N_2	n
P	٤	P to P_3	p

وتجدر الإشارة إلى أن أى صنف ثنائي التضاعف لا يمكن أن يكون أصيلا فى أكثر من خمسة أزواج من جينات المقاومة ، وبناء على نتائج دراسات Flor ، فقد اقترح أن جينات الضراوة فى المسبب المرضي تكون دائما متنحية ، إلا أن

الدراسات اللاحقة على مسببات مرضية أخرى أوضحت أن الضراوة يمكن أن تكون أحيانا سائدة ، وعندما يكون المسبب المرضي أحاديا فى طوره المتطفل كما فى معظم الفطريات الزقية على سبيل المثال فإن السيادة والتنحى لا يمكن ظهورهما، وقد وجد أن نظرية الجين للجين تنطبق على عديد من الحالات المرضية التى تتباين مسبباتها ما بين الفطريات ، والبكتيريا ، والفيروسات ، والنيماتودا ، والحشرات ، والنباتات المتطفلة . وأغلب الحالات التى تنطبق عليها النظرية تكون فيها المقاومة بسيطة ، أو يتحكم فيها عدد محدود من الجينات ، ولكن توجد حالات قليلة ذات مقاومة كمية . وتبعا لنظرية الجين للجين فإن قدرة الطفيل على إصابة صنف ما تتوقف على احتوائه على جين للضراوة يقابل أى جين للمقاومة فى العائل، ويكون موجها ضده ، فأى صنف يحمل عامل المقاومة R_1 لا يصاب إلا بسلالة أو سلالات الفطر التى تحمل عامل الضراوة .

أنواع المقاومة النباتية ضد الكائنات الممرضة :

يعد Van der Plank هو مؤسس هذه المدرسة فى دراسة مشكلة وراثة المقاومة للأمراض ، وقد استعان بنتائج الأبحاث المنشورة عن مقاومة الأمراض فى النباتات وبالحقائق المعروفة عن الكائنات المسببة للأمراض النباتية فى تطوير نظريته عن المقاومة الرأسية والمقاومة الأفقية ، وقد ربط Van der Plank بين هذين النوعين من المقاومة وبين سرعة تكاثر الطفيل وانتشار المرض فى النباتات المزروعة ، وكذلك مع سرعة ظهور سلالات جديدة من الطفيل وفقد المقاومة . وتبعا لهذه النظرية فإن المقاومة تكون رأسية عندما يصبح الصنف مقاوما لسلالة أو لعدد محدود من سلالات الطفيل ، بينما تكون المقاومة أفقية عندما يكون الصنف مقاوما بنفس الدرجة لجميع سلالات الطفيل ، وتتراوح مستويات المقاومة الأفقية بين مستوى أفضل بقليل من القابلية للإصابة على مستوى أدنى بقليل من المقاومة الرأسية . وقد ربط Van der Plank بين هذين النوعين من المقاومة وبين سرعة تكاثر الطفيل وانتشار المرض فى النباتات المزروعة ، وكذلك مع سرعة ظهور سلالات جديدة من الطفيل وفقد المقاومة . وتجدر الإشارة إلى أن أى صنف قد يخلو من المقاومة الرأسية ، إلا أنه لا يعقل أن يخلو تماما من المقاومة الأفقية ، فلا توجد المقاومة الرأسية بمفردها أبدا ، ولا يمكن للفرد أن يتخيل انعدام المقاومة الأفقية فى صنف ما ، لأن ذلك يعنى أن الكائن المرضي يمكن أن تنبت جراثيمه ويخترق خلايا بشرة العائل وينمو وينتج جراثيم جديدة كما لو كان ناميا على بيئة

صناعية . وتجدر الإشارة إلى أن المقاومة الأفقية تتوفر فى النبات قبل حدوث الإصابة بالمسبب المرضي ، برغم أن تأثيرها لا يظهر إلا بعد تعرض النبات للإصابة ، وعلى العكس من ذلك فإن المقاومة الرأسية لا تعمل إلا بعد التعرض للإصابة ، فمثلا نجد فى حالة مقاومة أوراق جميع الأصناف أيا كانت مقاومتها الرأسية ، ولا يبدأ التمييز بين السلالات إلا بعد ذلك ، حيث تظهر حالات فرط الحساسية ضد سلالات الفطر التى يقاومها الصنف بجينات المقاومة الرأسية المناسبة .

وراثة وطبيعة المقاومة الأفقية :

توجد عدة مصطلحات تتعلق بحالات المقاومة ، ووراثتها :

- مستوى المقاومة .

١- المقاومة :

Resistance :

هى قدرة العائل على الحد من نمو وانتشار الطفيل ، كما يعنى بالمصطلح – فى علم النيماتولوجى – اختراق أعداد قليلة من اليرقات ، حتى فى وجود أعداد كبيرة من اليرقات ، وتوفر الظروف المناسبة للإصابة .

٢- القابلية للإصابة :

Susceptibility :

تتناسب القابلية للإصابة عكسياً مع المقاومة ، ويقدر كلاهما على مقياس واحد .

- عائل غير مناسب Unsuitable Host :

يستخدم هذا المصطلح فى علم النيماتولوجى لوصف العوائل التى يحدث فيها نمو وتطور عاديان للنيماتودا، ولكن ببطء شديد ، وبذا لاتتكاثر فيها النيماتودا بنفس السرعة التى تتكاثر بها فى العوائل المناسبة.

- المناعة Immunity :

يعنى بالمناعة المقاومة المطلقة ، أى عدم القابلية للإصابة ، وهى لا يمكن وصفها بدرجات ، فالعائل إما أن يكون منيعاً ، وإما أن يكون غير منيع . وتعد أى درجة أقل من المناعة مقاومة .

- تحمل الإصابة Tolerance :

يستخدم مصطلح القدرة على تحمل الإصابة فى وصف العلاقة بين العائل والطفيل الذى يعتمد عليه دون أن يحدث فيه أضراراً ، كأن يتكاثر الفيروس داخل النبات دون أن تظهر على النبات أية أعراض مرضية ، وهى الحالات التى يطلق عليها اسم Symptomless carriers وقد تكون هذه الأعراض طفيفة بالرغم من تكاثر الفيروس جهازيّاً داخل النبات. ولهذه الحالة أهمية خاصة فى المحاصيل السلالطة كالخس من محاصيل السلالة ، حيث يكون لمظهر النبات أهمية كبرى .

- مقاومة المرض Disease Tolerance :

يستخدم هذا المصطلح فى وصف الحالات المرضية التى تظهر فيها الأعراض العادية للإصابة ، ولكن دون أن يتأثر المحصول الزراعى من جراء ذلك . وقد يكون لهذه الحالة عواقبها الخطيرة إذا وجدت عوائل أخرى حساسة للمسبب المرضى فى منطقة زراعة الصنف المقاوم للمرض. ولايجوز استخدام مصطلح Tolerance بمعنى المقاومة الأفقية أوالمقاومة المتوسطة، أو أى نوع آخر من المقاومة. كما لايجوز استعمال المصطلح Intolerance بمعنى عكس القدرة على تحمل الإصابة ؛ لأنه يعنى شدة حساسية العائل للمسبب المرضى (خاصة الفيروسى) ، لدرجة أن النباتات تموت بمجرد تعرضها لأية إصابات ، ويترتب على ذلك انتهاء كل من الفيروس والعائل ، فيتوقف انتشار المرض .

- الإفلات من الإصابة Disease Escape :

قد يكون الإفلات ، أو الهروب من الإصابة لأسباب بيئية ، أو زراعية ، وقد يرجع إلى صفات نباتية تتحكم فيها عوامل وراثية، ومن الطبيعى أن الحالة الثانية هى التى تهمنا فى هذا المقام . وجدير بالذكر أن النبات الذى يحمل عوامل وراثية تجعله يفلت من الإصابة هو نبات قابل للإصابة ، ولكنه لايصاب ، لأن صفاته تحول دون وصول الطفيل إلى الموقع المناسب للإصابة فى المرحلة المناسبة من النمو النباتى ، لحدوثها فى الظروف الطبيعية .

- طبيعة المقاومة :

١- المقاومة السلبية Passive Resistance :

تعود المقاومة السلبية إلى عوامل وأسباب خاصة تتوفر فى العائل قبل حدوث الإصابة، وهى تعرف كذلك باسم المقاومة الإستاتيكية Static Resistance .

٢- المقاومة النشطة Active Resistance :

تعود المقاومة النشطة إلى تفاعلات تحدث بين العائل والطفيل بعد الإصابة بالمسبب المرضى، وهى تعرف أيضاً باسم المقاومة الديناميكية Dynamic Resistance .

٣- فرط الحساسية Hypersensitivity :

إن فرط الحساسية هى الحالة التى تحدث فيها استجابة موضعية عنيفة لاختراق الطفيل لأنسجة العائل ، يتبعها موت سريع للأنسجة حول منطقة الاختراق، مما يؤدى إلى وقف انتشاره فى العائل.

المقاومة الكمية :

Quantitative Resistance :

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 الأليلات المنعزلة .

r,s : أليلات المقاومة و القابلية للإصابة على التوالي .

فعندما يتحكم في الصفة عامل وراثى واحد (زوج من الأليلات) تصبح n =٢، ويصبح مفكوك المعادلة كما يلي : $(r+s)^2=r^2+2rs+s^2$ أى أن الجينات تنعزل بنسبة١ مقاوم أصيل:٢ خليط: ١قابل للإصابة أصيل .

وعندما يتحكم في الصفة زوجان من الجينات تصبح n =٤ ، ويصبح مفكوك المعادلة كما يلي : $(r+s)^4=r^4+4r^3s+6r^2s+4rs^3+s^4$.

أى أن الانعزال في الجيل الثاني يصبح بنسبة ١:٤:٦:٤:١، و بذا فإن مفكوك المعادلة يعطى هرما من النسب الانعزالية كما يلي :

عددالعوامل الوراثية	النسب الانعزالية للفئات المظهرية
١	١:٢:١
٢	١:٤:٦:٤:١

٣	١:٦:١٥:٢٠:١٥:٦:١
٤	١:٨:٢٨:٥٦:٧٠:٥٦:٢٨:٨:١

أى أن عدد الفئات المظهرية يكون دائما : ١+٢ ^ n .

وعندما تكون n كبيرة بقدر كاف .....فYن عدد الفئات المظهرية المنعزلة يزداد إلى درجة إعطاء توزيع مستمر لشدة الإصابة ففي الجيل الثانى دون وجود أية فواصل مميزة بين تلك الفئات .

ويجب ملاحظة الافتراضين التاليين بشأن تطبيق المعادلة السابقة :

١- أن جميع المواقع الجينية متساوية من حيث تأثيرها على صفة المقاومة .

٢- أن تأثير هذة الجينات إضافى وأن كل التباين الوراثى إضافى لأن السيادة التامة لهذه الجينات –إن وجدت – تغير الانعزلات من ١:٢:١ إلى١:٣ ومن ١:٤:٦:٤:١ الى١:١٥.... وهكذا دائما فئتان مظهريتان فقط ، مما يعنى استمرارية الاختلافات مهما كثرت أعداد الجينات المتحكمة فى صفة المقاومة .

و من أمثلة المقاومة الكمية : مقاومة النباتات البالغة للصدأ في القمح و غيره من النجليات ، ومقاومة الفاصوليا العادية للفطر *Fusarium solani f .phaseoli* المسبب لمرض عفن الجذور الأسود .

ومن حالات الوراثة الكمية كذلك القدرة على تحمل الإصابة بفيروس تجعد أوراق الطماطم الأصفر في السلالتين LA121,LA373 من النوع البرى L. pmpinelifolium . وقد 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 و٠,٢٧ في السلالتين على التوالى ، كما قدرت نسبة التباين الوراثى الكلى لصفة القدرة على تحمل الإصابة بنحو٦١/ ،٤٤/ فى السلالتين على التوالى أيضا .

مقارنة بين المقاومة البسيطة و الكمية : يلخص جدول ٦ أوجه الاختلاف بين كل من المقاومة البسيطة والكمية .

جدول رقم ٦ : مقارنة بين المقاومة البسيطة والمقاومة الكمية .

أوجه المقارنة	المقاومة البسيطة	المقاومة الكمية
المظهر العام	تكون واضحة تماما – تظهر في أى مرحلة من النمو ، أو على النباتات البالغة فقط .	لا تكون تامة الوضوح – تظهر عادة فى طور البادرة و لكنها تزيد مع تقدم النبات نحو النضج .
طبيعة المقاومة	ترجع الى مناعة النبات أو فرط حساسيته للطفيل .	ترجع إلى نقص معدلات و درجة الإصابة وتقدم المرض وتكاثر المسبب المرضى .
الكفاءة الوراثية	عالية الكفاءة ضد سلالات معينة من المسبب المرضى.	تختلف ، و لكنها تكون ضد جميع سلالات المسبب المرضى.
الثبات	يتحكم فيها جين واحد ذو تأثير رئيسى. عرضة للفقد الفجائى بالسلالات الجديدة من المسبب المرضى .	يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثيرات صغيرة ،و لكنها متجمعة . لا تتأثر بالتغيرات في جينات الضراوة التي يحملها المسبب المرضى .

الأسماء الأخرى التي تعرف بها	الرأسية Vertical . المتخصصةRace-specific. البادرة Seedling . المفرقة Differential . البسيطةMonogenic .	الأفقية Horizontal . غير المتخصصة السلالة- Race non-specific . النبات الناضج Mature Plant . النبات البالغ Aduit Plant . الحقل Field. المتجانسة Uniform .

قسم Abdallah & Hermsen , 1971 المقاومة الأفقية التى أطلق عليها اسم المقاومة المتجانسة Uniform resistance إلى طرازين . ترجع المقاومة الأفقية فى أحد هذين الطرازين إلى جينات غير متخصصة ، وهى جينات تتحكم أساسا فى صفات نباتية أخرى غير المقاومة ، ولكن تسهم فى المقاومة بطريقة غير مباشرة ، وينشأ هذا الطراز من المقاومة غالبا فى عشائر العائل التى توجد مناطق منعزلة عن تلك التى يوجد فيها الطفيل بحالة مستوطنة ، أما عن الطراز الثاني : فيتحكم فيه جينات متعددة متخصصة فى المقاومة ولكنها لا تكون متخصصة ضد سلالات من المسبب المرضي ، وتتحكم هذه الجينات فى تمثيل المركبات المسئولة عن إكساب العائل خاصية المقاومة ، ويعتقد أن هذا الطراز من المقاومة ينشأ فى عشائر العائل التى تنمو فى المناطق التى يتواجد فيها الطفيل بحالة مستوطنة .

الضراوة الكمية Aggressiveness والضراوة النوعية virulence ووراثتهما والعلاقة بينهما : تتضمن خاصية التطفل pathogenicity كلاً من مستوى ضراوة الطفيل ، أو ضراوته الكمية Aggressiveness ، وقدرة سلالاته على التغلب على جينات المقاومة فى العائل أو ضراوته النوعية virulence ، فجميع سلالات المسبب المرضي تعد ممرضة ، سواء كانت هذه السلالات تتفاعل مع أصناف العائل ، أم لا تتفاعل ، والجدير بالذكر أن السلالات التى تختلف فى مستوى الضراوة الكمية لا تتفاعل مع أصناف العائل التى تختلف فى مستوى مقاومتها الأفقية ، بينما تتفاعل السلالات التى تختلف فى ضراوتها النوعية مع أصناف العائل التى تختلف فى مقاومتها الرأسية . هذا ولا يتوفر أى دليل على وجود ارتباط موجب بين الضراوة

الكمية والضراوة النوعية ، ولكن قد يوجد ارتباط سالب بينهما ، إذ إن زيادة الضراوة النوعية قد تؤدى إلى خفض الضراوة الكمية ، وعندما تكون الظروف البيئية مناسبة لزيادة شدة الإصابة بمرض ما ، فإن الفرد لا يمكنه الحكم على ما إذا كان سبب هذه الزيادة هو حدوث زيادة فى مستوى الضراوة الكمية للطفيل أم أنه نقص فى مستوى المقاومة الأفقية للعائل تحت هذه الظروف . وتورث الضراوة النوعية عادة كصفة بسيطة monogenic أو كصفة يتحكم فيها عدد محدود من الجينات oligogenic ، بينما تورث الضراوة الكمية عادة كصفة يتحكم فيها عدد كبير من الجينات polygenic ، ومع ذلك فقد توجد حالات كمية من الضراوة النوعية التى يتحكم فيها عدد كبير من الجينات .

التأثير المتبادل للمقاومة الرأسية والضراوة النوعية :

Virulence :

كلما ازداد انتشار السلالات القادرة على إحداث الإصابة فى الأصناف ذات المقاومة الرأسية (السلالات الـ virulent على هذه الأصناف) قلت أهمية المقاومة الرأسية فى تأخير بداية ظهور الوباء ، وفى المقابل فإن التوسع فى زراعة الأصناف ذات المقاومة الرأسية يعد السبب الرئيسي فى انتشار السلالات القادرة على كسر مقاومة هذه السلالات ، أى أن الإقبال على زراعة صنف معين ذي مقاومة رأسية مرغوب فيها يؤدى تدريجيا إلى القضاء على مقاومة هذا الصنف وجميع الأصناف الأخرى التى تحمل نفس جينات المقاومة الرأسية .

التوازن بين المقاومة الرأسية والضراوة النوعية Virulence :

ظهور السلالات الجديدة القادرة على كسر المقاومة الرأسية :

استعانة بالندوة المتأخرة فى البطاطس كمثال ، وجد أنه قد حدث توازن بين كل من البطاطس والفطر المسبب للندوة المتأخرة منذ ومن بعيد وقبل ظهور جينات المقاومة الرأسية R - genes ، ولكن مع ظهور المرض بحالة وبائية ، وباكتشاف جينات المقاومة الرأسية اعتقد البعض أنه سيمكن التخلص من هذا المرض إلى الأبد، وفعلا لم يمكن اكتشاف أية نباتات مصابة بالندوة المتأخرة فى ألمانيا لعدة سنوات بعد إدخال الأصناف الحاملة للجين R_1 فى الزراعة عام ١٩٢٥ ، ولكن بدأ فى عام ١٩٣٢ ظهور بعض حالات الإصابة بين النباتات الحاملة لهذا الجين ، أى أن سلالات الفطر القادرة على إصابة النباتات الحاملة للجين R_1 لم تكن موجودة

أصلا عندما أدخلت النباتات الحاملة لهذا الجين فى الزراعة ، ولكنها ظهرت فى غضون نحو سبع سنوات من زراعتها ، ومع استمرار زراعة هذه الأصناف فإنها فقدت مقاومتها تماما ، وقد تكرر نفس الأمر لدي إدخال زراعة الأصناف الحاملة للجين R_1 فى دول أخرى مثل الولايات المتحدة وكندا وهولندا ، كما حدث نفس الشيء لدى زراعة أصناف تحمل جينات أخرى للمقاومة الرأسية مثل R_2 , R_3 .

يستدل مما تقدم على أن السلالات ذات الضراوة النوعية Virulence الزائدة على الحاجة (أى القادرة على كسر المقاومة الرأسية لأصناف ليست مستخدمة فى الزراعة) لا يمكنها البقاء وتظل نادرة الوجود ، برغم القدرة الهائلة للفطريات على التطفر ، ولا تظهر إلا عندما يكون الفطر فى حاجة إليها ، وتدل ندرة السلالات القادرة على التغلب على المقاومة التى توفرها هذه الجينات ، كما تعد الجينات ضعيفة حينما تكون السلالات القادرة على التغلب على المقاومة التى توفرها هذه الجينات نادرة . وتكون النباتات مقاومة لبعض الكائنات الممرضة إما بسبب :

١- انتسابها إلى مجموعات تقسيمية تكون منيعة لهذه الكائنات .

٢- امتلاك هذه النباتات لجينات للمقاومة موجهه مباشرة ضد جينات الشدة فى الكائن الممرض (مقاومة حقيقية) .

٣- لأسباب مختلفة منها هروب النباتات أو تحملها للإصابة (مقاومة ظاهرية).

يهمنا فى هذا الجزء التناول بالتفصيل للمقاومة الحقيقية True resistance .

المقاومة الحقيقية :

إن مقاومه المرض التى يُتحكم فيها وراثيا عن طريق وجود واحد أو قليلا أو كثيرا من جينات المقاومة فى النبات تعرف باسم المقاومة الحقيقية . فى هذه المقاومة يكون العائل والكائن الممرض غير متوافقين إلى حد ما لأسباب منها أن النبات العائل يستطيع حماية نفسه ضد الكائن الممرض بواسطة ميكانيكيات دفاعية مختلفة موجودة سابقا أو مشجعة أو كاستجابة للإصابة بالكائن الممرض .

أنواع المقاومة الحقيقية :

أ - المقاومة الأفقية :

Horizontal resistance :

تسمى هذه المقاومة أحيانا باسم المقاومة الكمية أو المقاومة غير المتخصصة أو مقاومة الحقل أو المقاومة المتجانسة أو مقاومة النبات البالغ ولكن يشار إليها بالاسم الشائع (المقاومة الأفقية) .

ومن صفات هذه المقاومة وملامحها الآتى :

١- يتحكم فى هذه المقاومة عدد غير قليل أو كثير من الجينات غير الخاصة بالمقاومة Non specialized resistant genes .

٢- كل من هذه الجينات لوحده بمفرده تأثير صغير ضد الكائن الممرض ، ولكن مجموع تأثيرات هذه الجينات تعطى مقاومة أفقية ضد هذا الكائن .

٣- الجينات الكثيرة الداخلة فى المقاومة تبدى تأثيرها عن طريق التحكم بالخطوات العديدة من العمليات الفسيولوجية فى النبات التى تزيد المواد والتركيبات التى تشكل ميكانيكية الدفاع فى النبات .

٤- كفاءة المقاومة الأفقية تختلف ولكنها تكون ضد جميع سلالات المسبب المرضى وتتراوح مستويات هذه الاختلاف بين مستوى أفضل بقليل من القابلية للإصابة إلى مستوى أدنى بقليل من المقاومة الرأسية .

٥- تتأثر المقاومة الأفقيه وتختلف بواسطة الظروف البيئية المختلفة .

٦- لا تتأثر بالتغيرات فى جينات الشدة المرضية التى يحملها المسبب المرضى .

٧- لا تحمى النبات من الإصابة ولكنها تعمل على نقص معدلات ودرجة الإصابة وقلة التجرثم للمسبب المرضى ، أى أنها تعمل بالتحديد على بطء تقدم الوباء المرضى بعد أن يبدأ .

obeikandi.com

ب - المقاومة الرأسية :

Vertical resistance :

تعرف هذه المقاومة بأسماء : المقاومة البسيطة ، المقاومة المفرقة ، المقاومة الباردة ، المقاومة المتخصصة السلالة .

ومن صفات هذه المقاومة وملامحها :

١- يتحكم فيها جين واحد ذو تأثير رئيسى (أو عدد قليل) .

٢- عالية الكفاءة ضد سلالات معينه من المسبب المرضى .

٣- الجين أو الجينات القليلة الداخلة فى المقاومة تبدى تأثيرها فى التحكم بوضوح بدرجة كبيرة فى التفاعل بين الكائن المرضى و العائل النباتى حيث يستجيب العائل عادة بفرط الحساسية للطفيل (تفاعل الحساسية الفائقة) وبالتالى يفشل الكائن الممرض فى توطيد نفسه والتكاثر فى العائل .

٤- عرضة للفقد الفجائى بالسلالات الجديدة من المسبب المرضى .

٥- لا تتأثر كثيرا بالظروف البيئية .

٦- تعمل المقاومة الرأسية على تثبيط تكشف الوباء المرضى وذلك بتحديد أو تقليل اللقاح الأولى .

ملاحظات هامة على المقاومة الرأسية :

١- ليس لها أهمية كبيرة فى حالة المحاصيل المعمرة أو تلك التى يصعب تربيتها.

٢- ذات قيمه وأهمية كبيرة فى حالة الأمراض بطيئة الانتشار عما فى الأمراض سريعة الانتشار .

٣- تقل أهميتها عند استخدامها ضد المسببات المرضية السريعة التطفل .

٤- تقل أهميتها عند زراعة مساحات شاسعة من صنف واحد على درجه عالية من التجانس الوراثى فى منطقه جغرافية واحدة .

٥- تزداد الحاجة لأكثر من جين للمقاومة فى حاله الطفيليات الإجبارية .

٦- لا تجدى المقاومة الرأسية غالبا فى مقاومة الأمراض التى تنتقل مع الأجزاء المستعملة فى تكاثر المحصول سواء كانت بذوراً أم أجزاءاً خضرية من النبات.

٧- تزداد قيمة أهمية المقاومة الرأسية إذا صاحبها مستوى جيد من المقاومة الأفقية.

٨- المقاومة الرأسية من السهل إدخالها فى برامج تربية النبات وبالتالى فإنها مفضلة على المقاومة الأفقية .

التطفل على أصناف العائل التى لا تحمل هذه الجينات. وبالعكس ... فإن ضعف جينات المقاومة الرأسية يعنى أن السلالات الجديدة القادرة على كسر المقاومة التى تحدثها هذه الجينات تكون أكثر انتشاراً ، حيث تكون قادرة على المعيشة رمياً بشكل جيد ، كما تحتفظ بقدرتها على التطفل على الأصناف التى تحمل جينات المقاومة الرأسية .

ويمكن أن تظهر السلالات الجديدة القادرة على كسر مقاومة الجينات القوية لو تكررت زراعة الأصناف الحاملة لنفس جينات المقاومة فى نفس قطعة الأرض فى عدة زراعات متتابعة لعدة سنوات ، كذلك قد تظهر هذه السلالات على الأنواع القريبة المعمرة.

وسائل الاستفادة من جينات المقاومة الرأسية فى الحد من خطورة سلالات الطفيل الجديدة :

يمكن استغلال جينات المقاومة الرأسية بطريقة تسمح بالتغلب على خطورة السلالات الجديدة القادرة على كسر المقاومة التى تحدثها هذه الجينات ، أو الحد من سرعة ظهور هذه السلالات ، وذلك بإتباع إحدى الوسائل التالية :

١- إدخال عدة جينات للمقاومة الرأسية فى الصنف الواحد ، وهو الأمر المتبع حالياً بالنسبة لمقاومة صدأ الساق فى القمح فى كل من الولايات المتحدة وكندا .

٢- نقل جينات المقاومة للأصناف التجارية فى أزواج ، لأن المسبب المرضى يزيد ضراوته خطوة بخطوة ليقابل الزيادة فى مقاومة العائل ، فلو أمكن دفع العائل خطوتين إلى الأمام فقد لا يكون بإمكان الطفيل اللحاق به بسهولة .

٣- استخدام الأصناف المتعددة للسلالات فى الزراعة .

أسس المفاضلة بين المقاومة الرأسية والمقاومة الأفقية :

يجب أن تؤخذ الأمور التالية فى الحسبان عند المفاضلة بين المقاومة الرأسية والمقاومة الأفقية قبل الشروع فى برامج التربية لمقاومة الأمراض ؛ لأن لكل حالة نوع المقاومة الذى يناسبها كما يلى :

١- ليس للمقاومة الرأسية أهمية أو قيمة كبيرة بالنسبة للمحاصيل المعمرة ، أو تلك التى تصعب تربيتها ، فبينما يسهل إحلال صنف ذى مقاومة رأسية Vertical pathodeme محل آخر فى المحاصيل الحولية مثل الحبوب ، والبقوليات ، والبطاطس ، ومعظم محاصيل الخضر.. فإن ذلك يعد أمراً صعباً فى المحاصيل التى تبقى معمرة لفترة طويلة مثل الفاكهة وأشجار الغابات ، والقهوة ، والكاكاو. كذلك تختلف المحاصيل فى مدى سهولة أو صعوبة تربيتها حسب درجة توفر الاختلافات الرأسية Vertical variability بها . فبينما تزيد الإختلافات الرأسية وتسهل تربية محصول مثل قصب السكر ، نجد أن محصولاً معمراً آخر مثل الموز تقل فيه الإختلافات الرأسية وتصعب تربيته .

٢- تكون للمقاومة الرأسية قيمة وأهمية أكبر فى حالة الأمراض البطيئة الانتشار Simple Interest Diseases عما فى الأمراض السريعة الانتشار Compound Interest Diseases .

تعتبر أمراض الذبول الفيوزارمى ، وذبول الفيرتسيليم ، وأعفان الجذور وغيرها من الأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة وتحدث الإصابة الطبيعية بها عن طريق الجذور من الأمراض البطيئة الانتشار Simple Interest diseases، بينما تعتبر الندوة المتأخرة فى البطاطس وصدأ الساق فى القمح وغيرها من الأمراض التى تنتقل جراثيمها عن طريق الهواء ، وتحدث الإصابة الطبيعية بها عن طريق الأجزاء الهوائية للنبات من الأمراض السريعة الانتشار Compound Interest Diseases.

تتميز مسببات المجموعة الأولى ببطء انتشار سلالتها الجديدة القادرة على كسر المقاومة الرأسية للعائل (Vertical Pathotypes) بعد ظهورها فبينما يلزم مرور عشر سنوات على الأقل قبل الإنتشار الوبائى لأية سلالة جديدة فى النوع الأول من

الأمراض ، نجد أن السلالات الجديدة من النوع الثانى من الأمراض قد تنتشر فى قارة بأكملها فى خلال موسم زراعى واحد أو موسمين .

٣- تقل قيمة وأهمية المقاومة الرأسية عند استخدامها ضد المسببات المرضية السريعة التطفر ، تختلف درجة التطفر الرأسية Vertical mutability باختلاف المسببات المرضية ، حيث تكون أسرع وبمعدلات أعلى فى بعضها عما فى البعض الآخر ، وتحسب درجة التطفر بعدد المرات التى يمكن أن تظهر فيها سلالات جديدة من المسبب المرضى قادرة على كسر المقاومة الرأسية (Vertical Pathotypes) فى عشيرة من المسبب المرضى ذى حجم معين خلال عدد معين من الأجيال .

٤- تقل قيمة وأهمية المقاومة الرأسية عادة عند زراعة مساحات شاسعة من صنف واحد على درجة عالية من التجانس الوراثى فى منطقة جغرافية واحدة .

يزداد الضغط على المسبب المرضى لظهور سلالات جديدة منه قادرة على كسر المقاومة الرأسية للعائل كلما ازدادت المساحة المزروعة بالصنف الحامل لهذه المقاومة ، وكلما ازدادت كثافة الزراعة بهذا الصنف ، وازدادت درجة تجانسه الوراثى . وتتوفر جميع هذه العوامل فى زراعات القمح المقاومة لمرض صدأ الساق .

ويستفاد من ذلك في أن المقاومة الرأسية تكون فى أفضل صورها عندما تكون زراعة الصنف الحامل لجين المقاومة الرأسية فى حقول منعزلة ؛ لأن السلالة القادرة على إصابته لابد من أن تصله من حقل آخر مزروع بنفس الصنف .

وتجدر الإشارة فى هذا المقام إلى أن المقاومة الأفقية على خلاف المقاومة الرأسية تكون فى أفضل صورها عند زراعة مساحات كبيرة متجاورة من الصنف المقاوم ؛ لأن حدوث الإصابة فى حقل ما تتوقف على وصول الفطر من الحقول الأخرى المجاورة له ، فإذا كانت هذه الحقول مزروعة كذلك بنفس المقاومة الأفقية .. فإن ذلك يؤدى إلى خفض كمية اللقاح التى تصل إلى الحقل . أما إذا وجدت المقاومة الأفقية العالية وسط حقول أخرى تقل فيها المقاومة الأفقية فإن المقاومة تكون فى أقل صورها .

٥- تزداد قيمة وأهمية المقاومة الرأسية إذا أمكن التحكم فى الانتخاب المثبت وتوجيهه .

من المعروف أن الانتخاب المثبت Stabilizing Selection يتأثر بمدى قوة جينات المقاومة الرأسية ، حيث يزيد كلما كانت الجينات أكثر قوة ، وهو ما يعنى سرعة اختفاء السلالات الجديدة القادرة على كسر المقاومة الرأسية ؛ فى غياب زراعة الأصناف المقاومة ؛ كلما ازدادت قوة الجينات المسئولة عن هذه المقاومة .

هذا .. إلا أنه لايمكن التحكم فى الانتخاب المثبت عندما يكون المسبب المرضى قادراً على الدخول فى طور سكون لفترات طويلة ، كما فى بعض المسببات المرضية مثل الفطر *Synchytrium endobioticum* ، والنيماتودا المتحوصلة Heterodera spp. ؛ لأنه لا يمكن التحكم فى الانتخاب المثبت خلال فترات السكون .

٦- بينما يلزم جين واحد قوى من جينات المقاومة الرأسية لتوجيه الانتخاب المثبت ضد الطفيليات الاختيارية ، فإنه يلزم جينان قويان على الأقل فى حالة الطفيليات الإجبارية .

لا يظهر دور الانتخاب المثبت Stabilizing Selection فى حالة الطفيليات الإجبارية إلا عند نمو السلالات القادرة على كسر مقاومة رأسية معينة على أصناف تخلو من الجينات التى تتحكم فى تلك المقاومة ، فمثلاً .. عندما تصيب السلالة (1,2.3,4) من الفطر *P.infestans* صنفاً من البطاطس لا يحمل أى جينات للمقاومة الرأسية ، فإن الضراوة الزائدة فى هذه السلالة تفقد تدريجياً إلى أن تصبح كالسلالة (4) .

ويمكن استغلال ظاهرة الانتخاب المثبت وتوجيهها فى صالح المقاومة بتبادل زراعة أصناف تحمل جينات مختلفة للمقاومة الرأسية فى حالة الطفيليات الإجبارية، ويلزم لتحقيق ذلك جينان قويان على أقل تقدير ، أما فى حالة الطفيليات الإختيارية.. فإن الانتخاب المثبت يمكن أن يحدث خلال النمو الرمى للمسبب المرضى ، وهو ما يعنى إمكان توجيه ظاهرة الانتخاب المثبت لصالح المقاومة ، حتى لو لم يتوفر سوى جين واحد قوى للمقاومة الرأسية .

٧- لا يجدى تنظيم زراعة الأصناف التى تختلف فى مقاومتها الرأسية فى المناطق الزراعية المتجاورة إلا بالنسبة للأمراض السريعة الانتشار Compound Interest Diseases .

تعرف عملية تنظيم زراعة مختلف مصادر المقاومة الرأسية لنفس المرض فى المنطقة الجغرافية الواحدة باسم Pattern in Space ، وترجع أهميته إلى أن استمرار زراعة صنف معين ، أو أصناف معينة ، تحمل نفس جين المقاومة الرأسية فى نفس المنطقة بصفة دائمة ، وهو ما يعرف باسم Monoculture يضع ضغطاً قوياً على المسبب المرضى لإنتاج سلالات جديدة قادرة على كسر هذه المقاومة الرأسية. ويمكن تجنب هذا الوضع بزراعة أصناف تختلف فى مقاومتها الرأسية متجاورة فى نفس الموسم الزراعى Pattern in Space ، أو بالتبادل فى مواسم زراعية مختلفة Pattern in Time . يكون لتنظيم زراعة المقاومات الرأسية المختلفة فى الموسم الزراعى الواحد دور هام بالنسبة للأمراض السريعة الانتشار ، ويمكن تحقيق هذا التنظيم بإحدى طريقتين كما يلى :

ا- النمط المحصولى :

Crop Pattern :

وفيه تزرع سلسلة من الأصناف الحاملة لجينات مختلفة من المقاومة الرأسية فى مناطق تمتد بعرض قارات بأكملها بحيث يكون امتداد تلك المساحات الشاسعة عمودياً على اتجاه تقدم وانتشار الوباء فى القارة ، يؤدى ذلك إلى تأخير تقدم الوباء أثناء تقدم المسبب المرضى حيث يواجه فى كل منطقة بمقاومة رأسية . ويعرف مخطط التوزيع الجغرافى لجينات المقاومة الرأسية باسم "نشر جينات المقاومة" Gene Deployment .

ب- النمط النباتى :

Plant Pattern :

يقصد بذلك زراعة صنف متعدد السلالات Multiline Variety فى المنطقة الجغرافية الواحدة ، وبذلك يقاوم كل نبات سلالات الفطر غير المتوافقة معه . ويجب أن تكون جينات المقاومة الرأسية المستخدمة فى كلا النمطين الزراعيين قوية لكى يكون الانتخاب المثبت قوياً .

٨- لا يجدى تنظيم زراعة الأصناف التى تختلف فى مقاومتها الرأسية فى المواسم الزراعية المتتالية إلا بالنسبة للأمراض البطيئة الانتشار Simple Interest Diseases .

تعرف عملية تنظيم زراعة الأصناف التى تختلف فى مقاومتها الرأسية لنفس المرض فى نفس الموقع خلال المواسم الزراعية المتتالية باسم Pattern in Time، وهى تلعب دوراً هاماً بالنسبة لمقاومة الأمراض البطيئة الانتشار، ويمكن تحقيق هذا التنظيم باتباع دورة زراعية مناسبة تتضمن إما زراعة محاصيل مختلفة، وإما زراعة مقاومات رأسية مختلفة فى نفس قطعة الأرض خلال سنوات الدورة .

٩- لاتجدى المقاومة الرأسية غالباً فى مقاومة الأمراض التى تنتقل مع الأجزاء المستعملة فى تكاثر المحصول سواء أكانت بذورا ، أم أجزاء خضرية من النبات .

إن الفائدة الأساسية للمقاومة الرأسية ، كما سبق أن أوضحنا ، هى خفض اللقاح الأولى Initial Inoculum الذى يبدأ منه الوباء ، فإذا كان اللقاح ينتقل تلقائياً مع الأجزاء النباتية المستخدمة فى التكاثر، فإن المقاومة الرأسية تصبح عديمة الجدوى .

أما فى الأمراض السريعة الانتشار مثل الندوة المتأخرة فى البطاطس فإنه يكفى وجود درنة واحدة مصابة من بين كل ١٠٠,٠٠٠ درنة لحدوث الوباء ، وهى درجة لا يمكن الحصول عليها فى الوقت الحاضر بالإمكانات المتاحة .

١٠- يمكن فقدان المقاومة الرأسية بسهولة إذا كانت الحماية التى توفرها ليست كاملة : إن الحماية التى توفرها المقاومة الرأسية ضد السلالات غير المتوافقة معها قد تكون تامة ، أو غير تامة . فإذا كانت الحماية تامة وزرعت مساحات شاسعة (مليون فدان مثلاً) بصنف أو مجموعة من الأصناف التى تحمل نفس جين المقاومة الرأسية .. فإن هذا لن يسمح بظهور المرض وبذا لا تتوفر الفرصة لظهور سلالات جديدة من المسبب المرضى متوافقة مع هذا الجين . أما إذا كانت الحماية التى توفرها المقاومة الرأسية غير تامة ، فإنه تحدث بعض الإصابات المرضية القليلة التى يترتب عليها إعطاء فرصة كبيرة لظهور سلالات جديدة متوافقة من المسبب المرضى ، وبذا تفقد المقاومة بسهولة .

١١- يكون للمقاومة الرأسية فائدة أكبر فى المناطق التى تكون المواسم الزراعية فيها مغلقة ، يقصد بالمواسم المغلقة Closed Seasons تلك التى لا تتداخل فيها المواسم المتتالية حيث تفصل بينها ظروف قاسية لاتناسب الزراعة كشتاء قارس البرودة ، أو موسم جفاف طويل ، وتؤدى المواسم المغلقة إلى تقليل عشيرة

المسبب المرضى ، وهو أمر عظيم الأهمية بالنسبة للأمراض السريعة الإنتشار فى المحاصيل الحولية .

١٢- تزداد قيمة وأهمية المقاومة الرأسية إذا وضعت لها القوانين التى تحميها ، مع مراقبة تنفيذها بدقة . من أمثلة القوانين التى يجب أن توضع وتنفذ لحماية المقاومة الرأسية ما يلى :

أ- منع زراعة أصناف قابلة للإصابة مع الأصناف المقاومة ؛ لأن هذا المنع يجبر المسبب المرضى على أن يعيش فى صورة جراثيم ساكنة فقط ، وبذا لا تتمكن السلالات غير المتوافقة مع المقاومة الرأسية من التكاثر ، وتقل فرصة ظهور سلالات جديدة متوافقة منها .

ب- قوانين اعتماد التقاوى .

جـ- تنظيم زراعة المقاومات الرأسية فى المكان والزمان .

قصر استخدام جينات المقاومة الرأسية فى حالات الأمراض السريعة الانتشار على الأصناف المتأخرة ، والزراعات المتأخرة ، ذلك لأن المسبب المرضى يصل إلى تلك الزراعات من الأصناف المبكرة .. وبينما تكون زراعة هذه الأصناف فى بداية مراحل الوباء ولا تتأثر كثيراً به ، فإن الأصناف المتأخرة تنمو أثناء تقدم الوباء ، ويؤدى استخدام المقاومة الرأسية فى الزراعات المبكرة إلى ظهور السلالات المتوافقة معها ، وانتقالها إلى الزراعات المتأخرة ، حيث تقضى عليها .

١٣- تزداد قيمة وأهمية المقاومة الرأسية إذا صاحبها مستوى جيد من المقاومة الأفقية : سبق أن أوضحنا أهمية هذا الأمر فى إبطاء تقدم الأوبئة .

١٤- يكون الضرر الناشئ عن انهيار المقاومة الرأسية المعقدة (التى يتحكم فيها عدة R-genes) أقل من الضرر الناشئ عن انهيار المقاومة الرأسية البسيطة .

إن انهيار المقاومة الرأسية المعقدة Complex Vertical Resistance يعنى ظهور سلالات جديدة من المسبب المرضى متوافقة معها ، ذات ضراوة رأسية معقدة Complex Vertical Pathotype.

ويبدو فى حالة مسببات الأمراض السريعة الانتشار على الأقل أن زيادة الضراوة الرأسية لسلالة ما (بزيادة عدد الـ V-genes التى تحتوى عليها السلالة)

ترتبط بانخفاض مستوى الضراوة الأفقيـــة Aggressiveness لهـــذه الســـلالة (أى قدرتها على إصابة العائل والتكاثر وإحداث الضرر) . وأكبر دليل على صحة ذلك سرعة اختفاء السلالات ذات الضراوة الرأسية المعقدة بمجرد التوقف عن زراعـــة الأصناف المقابلة لها الحاملة للمقاومة الرأسية المعقدة .

وجدير بالذكر أن الانخفاض فى مستوى الضراوة الأفقية لسلالة ما من المسبب المرضى يمائل تماماً الزيادة فى المقاومة الأفقية للعائل . وبـــذا فـــإن أى انهيـــار للمقاومة الرأسية المعقدة يعنى تعرضها للإصابة بسلالات منخفضـــة الضـــراوة ، فيصبح العائل كما لو كان ذا مقاومة أفقية عالية .

التغيرات ونشوء السلالات فى المسبب المرضى :

تختلف الطفيليات (فطريات ، بكتريا ، فيروسات ، نيماتودا ، ميكوبلازمـــا) فى قدرتها المرضية virulence. كما تختلف سلالات الطفيل الواحد فى هذه القـــدرة كما تختلف النباتات فى قابليتها للإصابة susceptibility بواحد أو أكثر مـــن هـــذه السلالات . ومن المعروف أنه فى أى مجموع نباتى قد يلاحظ عدة نباتات فرديـــة شديدة المقاومة للسلالات الفطرية الشديدة الضراوة ، ولكن قدرة هذه النباتات على المقاومة لا تبقى كذلك مده طويلة ، حيث إن وجود مجموع population مقاوم من العائل النباتي يخلق ضغطاً انتخابياً على سلالات الطفيل فتظهر منه سلالات أشـــد ضراوة أو أكثر قدرة على إصابه هذا المجموع النباتى المقاوم . وباستمرار زراعة هذه الأصناف المقاومة من النبات يؤدى ذلك إلى زيادة مستمرة فى سلالات الفطر الشرسة الجديدة ، وعلى ذلك فبعد فترة من الوقت يصبح المجموع النباتى الذى كان يعرف بمقاومته الشديدة قابلاً للإصابة مرة أخرى بالسلالة أو السلالات الجديدة التى ينتجها الفطر .. الأمر الذى يستدعى معه بدأ برامج تربية جديدة لاستحداث أصناف مقاومه لهذه السلالات الشرسة الجديدة . ومن ذلك نرى أن هنـــاك تحـــدياً دائمـــاً وحرب مستمرة بين مربى النباتات من ناحية وبين المسببات المرضية من ناحيـــة أخرى ، فكلما اكتشف المربى صنفا نباتيا مقاوما كان ذلك مدعاة للضـــغط علـــى الطفيل لانتخاب سلالات أشد ضراوة من ذى قبل . من ذلك يتضح أهمية استمرار عمليات التربية لإيجاد أصناف مقاومة للأمراض النباتية .

ويطلق على المجاميع النقية المتجانسة من النوع الواحد من الكائن الحى اســـم سلالة Race . وتعرف السلالات الفسيولوجية physiological races بأنها مجـــاميع

من الفطريات والبكتيريا تنتمى إلى نفس النوع وتتميز بتشابها مورفولوجيا ، واختلافها فسيولوجيا ، ولكنها تتميز بتباين قدراتها على إحداث الإصابة فى أصناف Cultivars النوع النباتى الواحد . تحتوي السلالات الفسيولوجية الجديدة على جينات جديدة للضراوة تكون قادرة على كسر جينات المقاومة التى تتوفر فى الأصناف التجارية المزروعة ، إلا أن أية سلالة جديدة قد تكون فى واقع الأمر خليطا من عديد من التباينات الوراثية للمسبب المرضي ، فيما يتعلق بالصفات المورفولوجية والفسيولوجية ، وربما كذلك فى صفات الضراوة الخاصة بعوائل أخرى تحتوى على جينات أخرى للمقاومة ، إلا أنها جميعا تشترك فى جين الضراوة المسئول عن كسر مقاومة جين المقاومة فى العائل . تنشأ السلالات الفسيولوجية الجديدة بواسطة طرق عامة والوسائل المتخصصة والتى سبق الإشارة عنها فى الباب الأول (الفصل الأول) .

الخلاصة :

يعد Flor هو مؤسس نظرية الجين للجين التى توصل إليها فى عام ١٩٤٢ من دراساته على المقاومة للفطر *Melampsora lini* المسبب لصدأ الكتان ، ولقد أثبتت فكرة جين لكل جين أولا فى حالة الكتان ، ولكن تبين حدوثها عمليا فى أصداء أخرى وفى أمراض أخرى ناتجة عن مسببات مرضية مختلفة ، وقد تبين أنه فى كل هذه الأمراض عندما يكون الصنف مقاوما للكائن الممرض كنتيجة لثلاثة جينات مقاومه فإن الكائن الممرض الذى يمكن أن يهاجمه يحتوي أيضا على ثلاث جينات لشدة الإصابة بالترتيب مع جينات العائل ، وأن الكائن الممرض بشكل عام يختلف مع كل نوع من العوائل النباتية وغالبا ما يكون متخصصا مع عائل نباتى معين ، والذي يجعل تكشف المرض ممكنا فى العائل هو وجود جين أو اكثر فى الكائن الممرض للتخصص والشدة ضد عائل معين والذى بدوره يمتلك جينات معينة للتخصص وللقابلية للإصابة بكائن ممرض معين . الجين أو الجينات المسئولة عن الشدة فى الكائن الممرض تكون عادة متخصصة لواحد أو لقليل من أنواع نباتات العائل المتقاربة وراثيا . الطفرات نحو الشدة المرضية ليست أكثر احتمالا فى الوقوع من الطفرات التى تحدث فى أى صفه وراثية أخرى ، ولكن نظرا للنسل الكثير الذى ينتجه الكائن المرضى فإن احتمال حدوث الطفرة فى هذا النسل العديد احتمالات عالية ؛ ولذلك فإنه من المحتمل أن عددا كبيرا من الطفرات المختلفة فى

شدتها عن أبويها تظهر فى الطبيعة كل سنة . بجانب ذلك فإن عددا قليلا فقط من الأصناف المتماثلة وراثيا لكل محصول نباتى تزرع باستمرار فوق مساحه كبيرة من الأرض ولفترة محددة لعدة سنوات . وباعتبار الصعوبات الداخلة فى التغيير من صنف إلى أخر من غير إعطاء مهلة كافية فإن التهديد فى ظهور طفرات جديدة وشديدة تهاجم الصنف المقاوم سابقا تصبح حقيقة واقعة .

الأسئلة :

١- ما هو السبب الوراثي الذى يجعل الكائن الممرض متخصصا مع عائل نباتي معين ؟

٢- ما الذي يجعل تكشف المرض ممكنا فى العائل النباتي ؟

٣- علل : لماذا تكون بعض المسببات المرضية قادرة على مهاجمة عدة أنواع من العوائل النباتية ؟

٤- لماذا توجد أفراد من نوع نباتي معين تعيش إما خالية من الأمراض أو يظهر عليها قليل من الأعراض ؟

٥- ما الذي يحدث فى المسبب المرضي إذا تم إدخال جين جديد للمقاومة فى العائل النباتي الذى يتطفل عليه ؟

٦- أذكر ما تعرفه عن نظرية الجين للجين فى التخصص العائلي لمسببات أمراض النبات ؟

٧- وضح فى جدول التفاعل المتزامن بين جينات سلالتين من المسبب المرضي أحدهما تحمل جينات الشدة a والأخرى تحمل جينات عدم القدرة على الإصابة A مع سلالتين من العائل النباتي إحداهما يحمل جين المقاومة R والآخر يحمل جين القابلية للإصابة ؟

٨- عرف كلمة سلالة Race ، السلالات الفسيولوجية ؟

٩- اشرح الطرق المختلفة العامة والخاصة لنشأة السلالات الفسيولوجية فى مسببات أمراض النبات ؟

١٠- علل لماذا يزداد احتمال حدوث الطفرات فى مسببات أمراض النبات ؟

١١- أذكر أسباب كسر صفة المقاومة فى العائل النباتي ؟

١٢- لماذا تصبح التهديدات فى ظهور طفرات جديدة وشديدة تهاجم الصنف المقاوم حقيقة واقعة ؟

أجب بنعم أم لا مع التعليل :

١-يعد Flor هو مؤسس نظرية الجين للجين من دراساته على المقاومة للفطر المسبب لمرض صدأ الكتان .؟

٢-جينات قابلية النبات للإصابة تكون سائدة بينما جينات المقاومة تكون متنحية كجينات الشدة فى المسبب المرضي ؟

٣-انعدام المقاومة يعنى أن المسبب المرضي تنبت جراثيمه ويخترق خلايا بشرة العائل وينمو وينتج جراثيم جديدة كما لو كان ناميا على بيئة صناعية ؟

٤-تتوفر المقاومة الأفقية فى النبات قبل حدوث الإصابة بينما لا تعمل المقاومة الرأسية للنبات إلا بعد التعرض للإصابة ؟

٥-يتحكم فى المقاومة الأفقية عدد محدود أو عدد كبير من الجينات ليست خاصة بالمقاومة بينما يتحكم فى المقاومة الرأسية جينات متخصصة فى المقاومة ؟

٦-تعمل المقاومة الأفقية على تأخير ظهور الوباء ؟

٧-تكون المقاومة الرأسية عديمة الجدوى إذا كان لقاح المسبب المرضي ينتقل تلقائيا مع الأجزاء النباتية المستخدمة فى التكاثر ؟

٨-قدرة النباتات على المقاومة لا تبقى مدة طويلة بسبب أن استمرار زراعتها يؤدي إلى زيادة مستمرة فى سلالات المسبب المرضي الشرسة ؟

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

١- يمكن تنظيم زراعة المقاومات الرأسية المختلفة فى الموسم الزراعي الواحد باستخدام الطرق التالية :

obeikandl.com

أ- النمط المحصولي والذى فيه تزرع الأصناف الحاملة لجينات المقاومة الرأسية فى مناطق تمتد عبر قارات بأكملها بحيث يكون امتداد تلك المساحات عموديا على اتجاه تقدم الوباء .

ب- النمط النباتي بزراعة صنف متعدد السلالات فى منطقة جغرافية واحدة .

٢- تكون المقاومة رأسية عندما :

أ- يصبح الصنف مقاوما لسلالة أو لعدد محدود من سلالات الطفيل .

ب- يكون الصنف مقاوما بنفس الدرجة لجميع سلالات الطفيل .

ج- جميع الإجابات السابقة صحيحة .

obeikandl.com