ضراوة أقل قدرة على التطفل على الأصناف التى لاتحمل هذه المقاومة الرأسية .

والسؤال الذى يتبادر إلى الذهن هو : إذا كانت الزيادة فى المقاومة الأفقية فى العائل تقابلها زيادة فى الضراوة الكمية بالطفيل ، فلم لا تظهر سلالات جديدة من الطفيل على درجة عالية من الضراوة الكمية تكفى للقضاء على المقاومة الأفقية ؟

إن الإجابة المقترحة لهذا السؤال تكمن فى الطبيعة الكمية لهذه النوعية من الضراوة ، حيث يترتب على ذلك أن تكون أكثر السلالات انتشارا هى المتوسطة الضراوة .

### اسس المفاضلة بين المقاومة الراسية والمقاومة الافقية

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 ، و البطاطس ، ومعظم محاصيل الخضر .. فإن ذلك يعد أمرا صعبا 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 الاختلافات الرأسية وتسهل تربية محصول مثل قصب السكر ، نجد أن محصولا معمرا آخر مثل الموز تقل فيه الاختلافات 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 الفيوزارى ، وذبول فيرتسيلليم ، و أعفان 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 وغيرهما 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 سلالاتها الجديدة القادرة على كسر المقاومة الرأسية للعائل ( Vertical Pathotypes ) بعد ظهورها ؛ فبينما يلزم مرور عشر سنوات على الأقل قبل الانتشار 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 عندا 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 .

وبرغم أن هذا الأمر لايمكن إجراؤه حاليا ، إلا أنه يمكن تقديره من معرفتنا بعدد السنوات التى تمر عادة بين إدخال مقاومة رأسية جديدة فى الزراعة وانهيار هذه المقاومة بسبب ظهور سلالات جديدة من المسبب المرضى قادرة على التغلب عليها .

وقد سبق أن أوضحنا أن السرعة التى تظهر بها هذه السلالات تقل كلما زادت قوة جينات المقاومة الرأسية فى العائل ، و لكن هذه السرعة تختلف أيضا باختلاف المسبب المرضى .

فنجد – مثلا – أن كل من الذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر Fusarium ، والذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا Pseudomonas solanacearum من الأمراض البطيئة الانتشار Simple Interest Diseases ، إلا أن درجة التطفر الرأسية لهذه البكتيريا أعلى بكثير مما فى فطر الفيوزاريم . كذلك يعتبر الفطر P.graminis المسبب لمرض صدأ الساق فى القمح ذا درجة تطفر منخفضة نسبيا ؛ مقارنة بفطريات أخرى من تلك التى تسبب أمراضا سريعة الانتشار Compound Intereste Diseases مثل الفطر P.infestans المسبب لمرض الندوة المتأخرة فى البطاطس .

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 أن المقاومة الرأسية تكون فى أفضل صورها عندما تكون زراعة الصنف الحامل لجين المقاومة الرأسية فى حقول منعزلة ، لأن السلالة القادرة على إصابته لابد 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 ماتتوقف 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 الجنيات 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 قادرا 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 :

لايظهر 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 ، فمثلا .. عندما تصيب السلالة ( 1,2,3,4 ) من الفطر P.infestans صنفا من البطاطس لا يحمل أى جينات للمقاومة الرأسية ، فإن الضراوة الزائدة فى هذه السلالة تفقد تدريجيا إلى أن تصبح كالسلالة (4) .

ويمكن استغلال ظاهرة الانتخاب المثبت وتوجيهها فى صالح المقاومة بتبادل زراعة أصناف تحمل جنيات مختلفة للمقاومة الرأسية فى حالة الطفيليات الإجبارية ، ويلزم لتحقيق ذلك جينان قويان على أقل تقدير . أما فى حالة الطفيليات الاختيارية .. 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 – لايجدى 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 مايعرف باسم Monoculture – يضع ضغطا قويا 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 Tine .

يكون لتنظيم زراعة المقاومات الرأسية المختلفة فى الموسم الزراعى الواحد دور هام بالنسبة للأمراض السريعة الانتشار ، ويمكن تحقيق هذا التنظيم بإحدى طريقتين كما يلى :

أ – 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 عموديا 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 :

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

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 ، و هى تلعب دورا هاما بالنسبة لمقاومة الأمراض البطيئة الانتشار ، ويمكن تحقيق هذا التنظيم باتباع دورة

زراعية مناسبة تتضمن إما زراعة محاصيل مختلفة ، و إما زراعة مقاومات رأسية مختلفة في نفس قطعة الأرض خلال سنوات الدورة .

٩ – لاتجدى المقاومة الرأسية – غالبا – 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 تلقائيا مع الأجزاء النباتية المستخدمة فى التكاثر ، فإن المقاومة الرأسية تصبح عديمة الجدوى .

وتُواجَه هذه المشكلة بالنسبة للأمراض البطيئة الانتشار – كتلك التى يحدثها الفطر S.endobioticum ، أو البكتيريا P.solanacearum – بقصر الزراعة على الدرنات المعتمدة . أما فى الأمراض السريعة الانتشار – مثل الندوة المتأخرة فى البطاطس – فإنه يكفى وجود درنة واحدة مصابة من بين كل ١٠٠٠٠٠ درنة لحدوث الوباء ، و هى 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 مثلا ) 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 .. تُفقد المقاومة بسهولة .

١١ – يكون للمقاومة الرأسية فائدة أكبر فى المناطق التى تكون المواسم الزراعية فيها مغلقة :

يقصد بالمواسم المغلقة Closed Scasons تلك التى لاتتداخل 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 ، و هو أمر عظيم الأهمية بالنسبة للأمراض السريعة الانتشار فى المحاصيل الحولية .

١٢ – تزاد 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 .. لاتتمكن السلالات غير المتوافقة مع المقاومة الرأسية من التكاثر ، و تقل فرصة ظهور سلالات جديدة متوافقة منها .

ب – قوانين اعتماد التقاوى .

جـ – قوانين تنظيم زراعة المقاومات الرأسية فى المكان والزمان .

د – قصر استخدام جينات المقاومة الرأسية – فى حالات الأمراض السريعة الانتشار – على الأصناف المتأخرة ، و الزراعات المتأخرة ، ذلك لأن المسبب المرضى يصل إلى تلك الزراعات من الأصناف المبكرة .. وبينما تكون زراعة هذه الأصناف فى بداية مراحل الوباء ولاتتأثر كثيرا به ، فإن الأصناف المتأخرة تنمو أثناء تقدم الوباء ، و يؤدى استخدام المقاومة الرأسية فى الزراعات المبكرة إلى ظهور السلالات المتوافقة معها ، وانتقالها إلى الزراعات المتأخرة ؛ حيث تقضى عليها .

١٣ – تزداد قيمة و أهمية 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 الناشىء 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 الأفقية Aggressiveness لهذه السلالة ( أى قدرتها على إصابة العائل والتكاثر وإحداث الضرر ) . وأكبر دليل على صحة ذلك سرعة اختفاء السلالات ذات الضراوة الرأسية المعقدة بمجرد التوقف عن زراعة الأصناف المقابلة لها الحاملة للمقاومة الرأسية المعقدة .

وجدير بالذكر أن الانخفاض فى مستوى الضراوة الأفقية لسلالة ما من المسبب المرضى يماثل تماما الزيادة فى المقاومة الأفقية للعائل . وبذا .. فإن أى انهيار للمقاومة الرأسية المعقدة يعنى تعرضها للإصابة بسلالات منخفضة الضراوة ، فيصبح العائل كما لو كان ذا مقاومة أفقية عالية ( عن Robinson ١٩٧١ و ١٩٨٠ ) .