ب – مقاومة الذبول الفيوزارى ونيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم :

يتحكم الجين Mi فى المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور والجين I فى المقاومة للذبول الفيوزارى ، ولكن الجين I يصبح عديم الفاعلية ضد فطر الفيوزاريم فى حالة تعريض النباتات للإصابة بالنيماتودا . ولذا .. فإنه عند وجود المسببين المرضين معا فى التربة فإن ظهور تأثير الجين I من عدمه يتوقف على وجود أو غياب الجين Mi .

طرز ومستويات المقاومة لمسببات الأمراض

تكثر المصطلحات المستخدمة فى وصف طرز ومستويات المقاومة للأمراض ، وقد ذكرنا العديد منها ، وسيأتى ذكر المزيد ، ولكنا نلقى الآن بعض الضوء على الطرز التالية من المقاومة ؛ تمهيدا لدراسة المقاومة الرأسية والأفقية فى الفصل التالى .

تحمل الإصابة Tolerance

يمكن الاستفادة من النباتات القادرة على تحمل الإصابة Tolerant فى الزراعة عند عدم توفر المقاومة فى الأصناف التجارية ، ولكن ذلك الأمر لا يخلو من المخاطر ، خاصة فى حالات الأمراض الفيروسية ، ذلك لأن الأصناف القادرة على تحمل الإصابة تصاب بالمسبب المرضى الذى سرعان ما ينتشر بأعداد هائلة فى مساحات كبيرة ، خاصة عندما يكون تكاثر المحصول خضريا . وبذا .. تصبح هذه النباتات مصدرا للإصابة لكل من الأصناف الأخرى من المحصول التى تكون أقل تحملا للإصابة ، والمحاصيل الأخرى التى تصاب بنفس المسبب المرضى . كما قد تتأثر هذه الأصناف ذاتها – القادرة على تحمل الإصابة – – فى حالات الإصابة الشديدة بالمسبب المرضى . ومما لا شك 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 .

ومن المخاطر الأخرى التى تترتب على زراعة الأصناف القادرة على تحمل الإصابة تعرض النباتات لأمراض خطيرة أحيانا لدى إصابتها بفيرس آخر معين . ففى الطماطم مثلا .. لا تحدث الإصابة بأى من فيرسى تبرقش الدخان ، أو إكس البطاطس أعراضا شديدة ، أو نقصا كبيرا فى المحصول ، ولكن تواجد الفيروسين معا يصيب الطماطم بمرض

التخطيط المزدوج double streaak ، وهو مرض خطير يقضى على محصول الطماطم . وتزيد مخاطر هذا المرض عندما تكون أصناف الطماطم المزروعة قادرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش الدخان .

إن المقاومة والقدرة على تحمل الإصابة خاصيتان مختلفتان تورثان مستقلتين ، وعلى المربى أن يستفيد من كلتيهما إن وجدتا معا فى نفس المحصول . وبينما تعمل المقاومة على إبقاء الطفيل خارج النبات .. فإن القدرة على تحمل الإصابة تعمل على الحد من تأثير الطفيل على النبات بعد إصابته له .

ولمزيد من التفاصيل عن القدرة على تحمل الإصابة والتربية لتلك الخاصية .. يراجع Buddenhagen (١٩٨١) .

فرط الحساسية Hypersensitivity

تؤدى فرط الحساسية – من جانب العائل – إلى موت جميع الخلايا التى أصابها الطفيل ، وكذلك جميع الخلايا المجاورة لها بسرعة شديدة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى عزل الطفيل ويمنع انتشاره فى 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 فى مقاومة الطفيل يتوقف على نوع الطفيل ، وطبيعة الإصابة ، وطريقة حدوثها ؛ ففى حالات الإصابات الجهازية التى تجرى بتطعيم نباتات مصابة على أخرى سليمة .. نجد أن الطعم يشكل مصدرا متجددا للطفيل ، الذى يؤدى – فى نهاية الأمر – إلى موت النباتات المطعوم عليها إن كانت ذات حساسية مفرطة لهذا الطفيل . وتظهر هذه الحالة – بوضوح – فى الإصابات الفيروسية ، حيث يظهر التحلل – بداية – فى أنسجة القمم النامية ، ثم ينتقل منها إلى بقية أجزاء النبات إلى أن يقضى عليه . ولذا .. يفضل اختبار التطعيم للكشف عن حالات فرط الحساسية فى حالات الأمراض الفيروسية .

تورث حالة فرط الحساسية – عادة – كصفة بسيطة . ومن أمثلتها حالات المقاومة

لفيروسات البطاطس A ، و X^B ، وY^c ، و X التى تتحكم فيها الجينات السائدة N_a ، و N_b ، و N_c ، و N_x على التوالى ، علمابأن فيرس البطاطس X^B هو سلالة من فيرس البطاطس X ، و فيرس البطاطس Y^c هو سلالة قليلة الأهمية من الفيرس الهام PVY . كذلك يشترك الجينات N_x ، و N_b فى تحديد حالات فرط الحساسية لفيرس X البطاطس الذى يتوفر منه أربع مجموعات من السلالات تأخذ الأرقام ١ ، و ٢ ، و ٣ ، و ٤ ، فالنباتات التى لا تحمل أيا من الجنيين السائدين تكون قابلة للإصابة بجميع السلالات ، بينما تكون النباتات الحاملة لكلا الجنيين السائدين قابلة للإصابة بمجموعة السلالات رقم ٤ فقط ، وذات حساسية مفرطة لمجموعات السلالات الثلاث الأخرى .. وهكذا كما هو مبين فى جدول (٥-٢) (عن Wiersema ١٩٧٢) .

جدول (٥ - ٢) : العلاقة بين جنيات فرط الحساسية ومجموعات سلالات فيرس X البطاطس (PVX) .

الصنف	التركيب الوراثى	مجموعة السلالات(أ)			
		١	٢	٣	٤
Arran Banner	$n_x n_b$	S	S	S	S
Epicure	$N_x n_b$	R	S	R	S
Arran Victory	$n_x N_b$	R	R	S	S
Ceaigs Defiance	$N_x N_b$	R	R	R	S

(أ) : R مفرط فى الحساسية (مناعة حقلية)

S قابل للإصابة .

المقاومة القصوى Extreme Resistance

يستخدم مصطلح المقاومة القصوى (أو المناعة Immunity) - عادة - فى وصف

بعض حالات المقاومة للفيروسات ، حيث يكون النبات مقاوما لجميع سلالات الفيرس .. حتى ولو أجريت العدوى بطريقة التطعيم . ويبدو أن المقاومة القصوى هى حالة قصوى لفرط الحساسية .

لا تؤدى العدوى بطريق التطعيم للنباتات ذات المقاومة القصوى – كما ذكرنا – إلى موت النباتات ، كما يحدث بالنسبة للنباتات ذات الحساسية المفرطة ، ولكن قد تظهر بها – أحيانا بعض النقط المتحللة ، كما يمكن عزل آثار من الفيرس منها – خاصة من الجنور .

وإذا أجرى تطعيم مزدوج لنبات مصاب بفيرس ما على آخر ذى مقاومة قصوى لهذا الفيرس ، وهذا بدوره مطعم على نبات ثالث سليم ولكنه قابل للإصابة بنفس الفيرس .. فإنه يمكن عزل الفيرس من النباتين الأول والأخير ، بينما يندر عزله من القطعة الوسطية ، التى تسمح – فقط – بمرور الفيرس من خلالها دون أن يتكاثر فيها .

ومن أمثلة حالات المقاومة القصوى مقاومة البطاطس لفيرس X البطاطس التى يتحكم فيها جين واحد (X_1) ، و لفيروسى Y ، و A البطاطس اللذين يتحكم فيهما جين واحد آخر ؛ حيث نجد فى الأجيال الانعزالية أن النباتات ذات المقاومة القصوى لفيرس Y تكون ذات مقاومة قصوى لفيرس A كذلك (عن Wiersema ١٩٧٢)

المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار Durable Resistance

عرّف Johnson (١٩٨٣) المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار (المقاومة المتينة durable resistance) بأنها المقاومة التى تستمر فعالة فى حماية الصنف الحامل لها من المسبب المرضى أو الآفة مع استمرار زراعة ذلك الصنف فى بيئة مناسبة لهذا المسبب المرضى أو تلك الآفة . ولم يحدد Johnson فترة معينة يمكن بعدها اعتبار المقاومة "متينة"، بل ترك ذلك لكل حالة مرضية على حدة .

وجدير بالذكر أن المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار ليست مرادفا للمقاومة الأفقية ، وهى قد تكون بسيطة ، أو يتحكم فيها عدد قليل ، أو كبير من الجينات .

ومن أمثلة المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار Durable Resistance ما يلى :

١ – مقاومة بعض أصناف الكرنب لمرض الاصفرار (الذبول الفيوزارى) الذى يسببه الفطر Fusarium oxysporum f. sp. conglutinans ، وهى مقاومة رأسية أدخلت فى الزراعة فى بداية هذا القرن .

٢ – المقاومة الجزئية لعديد من أصناف الشعير لمرض الصدأ البنى ، الذى يسببه الفطر Puccinia hordei ، وهى مقاومة كمية اعتمد فيها إنتاج الأصناف الجديدة على استبعاد أكثر الأصناف حساسية للفطر من برنامج التربية .

٣ – مقاومة بعض أصناف القمح للفطر Septoria nordorum ، وهى مقاومة كمية .

٤ – مقاومة أصناف البطاطس التى تحمل جينات فرط الحساسية لبعض الفيروسات مثل جينات N_X ، و N_a التى تكسب النباتات مقاومة لفيروسى PVX ، و PVA على التوالى، علما بأن بعض الأصناف التى تحمل هذين الجينين تزرع منذ أكثر من مائة عام دون أن تظهر سلالات فيروسية جديدة قادرة على كسر مقاومة أى منهما .

٥ – صنف البطيخ Conqueror الذى أنتج فى عام ١٩١١ كصنف مقاوم لمرض الذبول الفيوزارى .

٦ – صنف فاصوليا الليما Hopi 5989 الذى أنتج فى عام ١٩٣٢ كصنف مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور ، وما زال على درجة عالية من المقاومة (Russell ١٩٧٨).

٧ – مقاومة الطماطم للفطر Alternaria tomato المسبب لمرض تبقع رأس المسمار : يتحكم فى هذه المقاومة جين واحد أدخل فى الأصناف التجارية منذ عام ١٩٢٦ ، ومنذ ذلك الحين لم يعد للمرض أية أهمية .

٨ – مقاومة الفطر Periconia circinata المسبب لمرض مللو Melo فى الذرة الرفيعة : اكتشفت المقاومة الرأسية للمرض فى نبات واحد من ثلاثة نباتات سليمة وجدت فى واحد من عدة حقول ظهر فيها المرض بحالة وبائية فى عام ١٩٦٢ . ويعد هذا النبات هو مصدر المقاومة للمرض فى جميع الأصناف التى أنتجت منذ ذلك الحين (Crill ١٩٧٧).

٩ – مقاومة البطاطس للفطر Synchytrium endobioticum المسبب لمرض التثآلل .

١٠ – مقاومة الخيار للفطر Cercospora melonis المسبب لمرض تبقع الأوراق السركسبورى : أدخل الصنف المقاوم Butchers Disease Resister فى الزراعة فى عام ١٩٣٠ ، و نقلت مقاومته إلى الأصناف الحديثة التى استمرت فى الحفاظ على مقاومتها (Fletcher ١٩٨٤) .

١١ – مقاومة الفاصوليا للفطر Colletotrichum lindemuthianum ، التى يتحكم فيها جين واحد .

١٢ – مقاومة الخيار للفطرين Cladosporium cucmerinum ، و Corynespora cassiicola اللذين يتحكم فى كل منهما جين واحد .

١٣ – مقاومة الخيار لفيرس موزايك الخيار التى يتحكم فيها ثلاثة جينات .

١٤ – مقاومة الخس لفيرس موزايك الخس ، وهى مقاومة بسيطة .

١٥ – مقاومة البسلة للفطر Fusarium oxysporium f. pisi، و يتحكم فيها جين واحد .

١٦ – مقاومة السبانخ للفطر Peronospora spinaciae المسبب لمرض البياض الزغبى، و يتحكم فيها زوجان من الجينات ، ولفيرس موزايك الخيار ، وهى صفة بسيطة (عن Dixon ١٩٨١) .

١٧ – المقاومة التى يؤمنها الجين $Tm - 2^2$ ضد فيرس موزايك الدخان فى الطماطم.

١٨ – حالات المقاومة الأفقية ضد الندوة المتأخرة فى البطاطس (Johnson ١٩٨٣) .

١٩ – مقاومة الطماطم للفطر F. oxysporum f. lycopersici التى يتحكم فيها جين واحد سائد . ظلت هذه المقاومة فعالة فى مقاومة المرض بالرغم من ظهور سلالة جديدة من الفطر قادرة على إصابة النباتات الحاملة لجين المقاومة ، لأن انتشارها ظل محدودا .

وبالمقارنة مع حالات المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار نجد – كما قدر Bor-laug – أن متوسط عمر زراعة الصنف الجديد المقاوم لصدأ الساق فى القمح ٤ سنوات

فى المكسيك ، وه سنوات فى كولومبيا . ويرجع السبب فى قصر تلك الفترة إلى وجود عوائل المسبب طول العام فى تلك المناطق الاستوائية ، مما يسمح باستمرار تكاثر السلالات الجديدة العالية الضراوة عليها (Briggs & Knowles ١٩٦٧) .

ولمزيد من التفاصيل عن المقاومة ذات القدرة العالية على الاستمرار .. يراجع Lamerti وآخرون (١٩٨٣) .

مقارنة بين المقاومة البسيطة والكمية

يلخص جدول (٥ – ٣) أوجه الاختلاف بين كل من المقاومة البسيطة والكمية وتعد هذه المقارنة مدخلا للفصل التالى عن المقاومتين الرأسية والأفقية .

وجه المقارنة	المقاومة البسيطة	المقاومة الكمية
المظهر العام	تكون واضحة تماما – تظهر فى أى مرحلة من النمو ، أو على النباتات البالغة فقط .	لا تكون تامة الوضوح – تظهر عادة فى طور البادرة ولكنها تزيد مع تقدم النبات نحو النضج
طبيعة المقاومة	ترجع إلى مناعة النبات ، أو فرط حساسيته للطفيل	ترجع إلى نقص معدلات ودرجة الإصابة ، وتقدم المرض ، وتكاثر المسبب المرضى
الكفاءة	عالية الكفاءة ضد سلالات معينة من المسبب المرضى	تختلف ، ولكنها تكون ضد جميع سلالات المسبب المرضى.
الوراثة	يتحكم فيها جين واحد ذو تأثير رئيسى .	يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثيرات صغيرة ، ولكنها متجمعة.
الثبات	عرضة للفقد الفجائى بالسلالات الجديدة من المسبب المرضى .	لاتتأثر بالتغيرات فى جينات الضراوة التى يحملها المسبب المرضى.
الأسماء الأخرى التى تعرف بها	الرأسية Vertcal المتخصصة السلالة Race - specific البادرة Seedling المفرقة Differential البسيطة Monogenic	الأفقية Hortzontal غير المتخصصة السلالة Race - non - specific النبات الناضج Mature Plant النبات البالغ Aduit Plant الحقل Field المتجانسة Uniform