ومن الطرق الأخرى التى اتبعت فى العدوى بالبكتيريا مايلى :

١ - وخز السيقان من خلال نقطة من معلق البكتيريا ، أو بإبرة ملوثة بالنمو البكتيرى ، وهى من أفضل الطرق لتقييم المقاومة .

٢ - تجريح الجذور ، ثم سكب معلق البكتيريا عليها .

٣ - قص أطراف الأوراق بمقص سبق غمسه فى معلق البكتيريا .

هذا .. مع العلم بأن اختبارات البادرة لا تتفق - دائما - مع اختبارات الحقن (عن Russell ١٩٧٨) .

تعتمد خاصة المقاومة فى أصناف الطماطم على إنقاص تكاثر البكتيريا بشدة فى النباتات ، ولكنها لا تحد من إصابتها جهازياً [Van Steckelenburg ١٩٨٤] .. وقد وجد Gilbert & Mohanakumaran (١٩٦٩) أن مقاومة السلالة P.I.127805A (من L. pimpinellifoium) ترجع إلى ارتفاع محتوى جذورها من مركب الـ alph - tomatine الذى يثبط نمو البكتيريا . ويذكر Russell (١٩٧٨) أن كمية هذا المركب تزداد بعد العدوى بالبكتيريا ، ويكون معدل الزيادة فى تركيزه أكبر فى الأصناف المقاومة مما فى الأصناف القابلة للإصابة .

التربية لمقاومة التبقع البكتيري

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. vesicatoria مرض التبقع البكتيرى Bacterial Spot فى الطماطم . تتوفر المقاومة فى سلالة الطماطم Hawaii 7998 ، وهى صفة كمية ، وذات درجة توريث مرتفعة نسبياً (Scott & Jones ١٩٨٨) .

التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

التربية لمقاومة فيرس تبرقش الدخان

يتحكم فى المقاومة والقدرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش الدخان فى الطماطم الجينات التالية :

١ – الجين Tm-1 : يتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس ، وقد نقل إلى الطماطم من النوع البرى L. hirsutum .

٢ – الجينان Tm-2 ، و $Tm\text{-}2^2$: يتحكمان فى المقاومة للفيرس ، وهما أفضل جينات المقاومة ، ونقلا إلى الطماطم من النوع البرى L. peruvianum . يرمز للجين $Tm\text{-}2^2$ – أحياناً – بالرمز $Tm\text{-}2^a$ (نسبة إلى مكتشفه Alexander) . يوجد كلا الجينين Tm-2 ، و $Tm\text{-}2^2$ فى نفس الموقع الجينى ؛ أى إنهما أليليان وبذا ؛ فلا يمكن أن يوجدا معاً فى نفس النبات إلا بحالة خليطة . ويوفر الجينان المقاومة للمرض ؛ عن طريق فرط الحساسية hypersensitivity ؛ حيث تموت الخلايا المصابة بسرعة شديدة ؛ فلا يتمكن الفيرس من الانتقال إلى خلايا جديدة (Alexander & Oakes ١٩٧٠ ، و Gates & Mckeen ، و Robinson ١٩٧٤ ، و Laterrot ١٩٧٧) . ويبين جدول (٤ – ٣) السلالات الموجودة والمحتملة من الفيرس والجينات التى تحمى النبات من الإصابة بها (عن Fletcher ١٩٨٤) . هذا .. مع العلم بأن النباتات الخليطة فى صفة المقاومة تتعرض للإصابة بالفيرس فى درجات الحرارة المرتفعة (R. Provvidenti اتصال شخصى) .

جدول (٤–٣) : السلالات الموجودة والمحتملة من فيرس تبرقش أوراق الدخان والجينات التى تحمى النبات من الإصابة بها .

جينات المقاومة فى الطماطم	سلالات الفيرس (١)							
	O	1	2	(2^2)	1:2	$(1 : 2^2)$	$(1:2:2^2)$
o	+	+	+	+	+	+	+
Tm -1	-	+	-	-	+	+	+
Tm -2	-	-	+	-	+	-	+
$Tm\text{-}2^2$	-	-	-	+	-	+	+
Tm 1, Tm -2	-	-	-	-	+	-	+
Tm -1 , $Tm\text{-}2^2$	-	-	-	-	-	+	+
Tm - 1 , Tm -2 , $Tm\text{-}2^2$	-	-	-	-	-	-	+

(١) + : لا تتوفر المقاومة ، – : تتوفر المقاومة .

( ) سلالات من الفيرس لم يعثر عليها بعد ، فيما عدا السلالة (2^2) التى وجدت فى حالات قليلة جداً .

وقد أدى انتشار زراعة الأصناف الجديدة المقاومة للفيرس إلى ظهورسلالات جديدة منه. فحينما كانت كل أصناف الطماطم قابلة للإصابة بالفيرس .. لم يكن موجوداً سوى السلالة صفر ، أو – على الأقل – كانت هى السائدة تماماً . وعندما أدخلت الأصناف التى تحمل الجين Tm-1 فى الزراعة – والمقاومة لهذه السلالة – حدث تغير كبير فى عشائر الفيرس الطبيعية ، أدى إلى ظهور السلالة "1" التى انتشرت فى وقت قصير ، وازداد انتشارها كلما ازداد انتشار زراعة الأصناف الحاملة للجين Tm-1 . ولا يعرف – على وجه التحديد – هل أدى تعرض الفيرس للمقاومة التى أحدثها الجين Tm-1 إلى إحداث الطفرة التى أوجدت السلالة "1" ، أم أن هذه السلالة كانت موجودة أصلاً ، وأدت زراعة الأصناف المقاومة للسلالة صفر إلى تكاثرها وانتشارها بالانتخاب الطبيعى ؟ لكن المهم فى الموضوع هو أن الأصناف الحاملة لهذا الجين لم تعد لها قيمة لدى المزارعين . وقد أعقب ذلك إدخال الجين Tm-2 فى الزراعة ، فظهرت السلالة القادرة على كسر مقاومته وهى السلالة "2" . أما الجين $Tm-2^2$ .. فلم يؤد إدخاله فى الأصناف الجديدة ونشر زراعتها إلى ظهور سلالة جديدة من الفيرس ؛ مما يدل على قوة المقاومة التى يوفرها هذا الجين للنباتات الحاملة له (Fletcher ١٩٨٤) .

وفيما يتعلق بكيفية التقييم للمقاومة لهذا الفيرس .. فإن الطريقة الشائعة هى عدوى أوراق البادرات قبل الشتل ؛ وذلك بحكها – برفق – بقطعة من الشاش المبللة بعصير نباتات مصابة بالفيرس ، بعد نثر قليل من مادة الكاربورندم على الأوراق .

كما وجد Emmatty & John (١٩٧١) أن غمر الأوراق الفلقية فى راشح عصير نباتات مصابة بالفيرس أحدث ٩٥٪ إصابة فى النباتات القابلة للإصابة ، بينما لم تصب أى من نباتات المقاومة .

تضاربت نتائج الدراسات الوراثية التى أجريت على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس – سواء أكانت تلك المتحصل عليها من L. hirsutum ، أم تلك التى تحصل عليها Holmes من النوع L. chilense – فقد وصفت القدرة على تحمل الإصابة بأنها :

(١) سائدة سيادة جزئية .

(٢) يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية .

(٣) يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية السائدة .

(٤) يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية المتنحية .

(٥) بسيطة وسائدة .

(٦) بسيطة وسائدة سيادة غير تامة .

(٧) يتحكم فيها عديد من الجينات .

هذا .. إلا أنه من المتفق عليه حالياً أن هذه الصفة - أى القدرة على تحمل الإصابة - يتحكم فيها جين واحد سائد يرمز إليه بالرمز Tm-1 ، وقد نقله Holmes من النوع L. chilense إلى سلالة الطماطم P.I. 235673 .

يرتبط الجين Tm-2 المتحصل عليه من L. peruvianum بعدد من الجينات الأخرى . فقد وجد أنه يرتبط بجين آخر متنح يعرف باسم netted - virescent ، ويرمز إليه بالرمز nv . تتلون النباتات الأصيلة فى هذا الجين (nv nv) باللونين الأخضر والأصفر بشكل شبكى . وقد قدرت المسافة الكروموسومية بين الجينين : Tm-1 ، و nv بنحو ٢ ر٠ وحدة عبور . هذا .. وقد تمكن Laterrot & Pecaut عام ١٩٦٩ من كسر الارتباط بينهما وأنتجا سلالة الطماطم Perou-2 التى كانت أصيلة فى الجين Tm-2 ، وطبيعية (أى + +) بالنسبة للموقع nv .

يرتبط الجين Tm-2 بشدة - كذلك - بجين آخر يطلق عليه اسم anthocyaninless (أى الخالى من الأنثوسيانين) ، ويرمز إليه بالرمز ah (نسبة إلى Hoffman's anthocyanin-less) . وتكون سيقان النباتات الأصيلة فى هذا الجين (ahah) خضراء تماماً وخالية من الأنثوسيانين ، ويمكن التعرف عليها فى طور البادرة .. ويوجد كلا الجينين Tm-2 ، و ah فى منطقة الكروماتين الخامل heterochromatin بالذراع الطويلة للكروموسوم التاسع ؛ حيث يقل فيها العبور برغم بعد المسافة بين الجينات .

كذلك وجد ارتباط بين الجين Tm-2 وجين آخر متنح مميت ، إلا أنه أمكن كسر هذا الارتباط ، والحصول على نباتات أصيلة فى الجين Tm-2 .

كما وجد ارتباط بين الجين Tm-2 وجين آخر سائد أطلق عليه اسم gamete promoter

ويرمز إليه بالرمز Gp . يزيد هذا الجين نسبة البويضات غير المخصبة والأجنة غير المكتملة النمو ، ويؤدى إلى حدوث انحرافات عن النسب الانعزالية المتوقعة .

أما الجين $Tm\text{-}2^2$ فهو أليل للجين Tm-2 ، وقد نقل إلى الطماطم من السلالة P.I. 128650 للنوع L. peruvianum ، ويرمز إليه – أحياناً – بالرمز $Tm\text{-}2^a$ ، ويعتقد أنه أفضل مصادر المقاومة (عن Nazeem ١٩٧٣) .

اقترح Laterrot (١٩٧٣) جمع الجينات المسئولة عن كل من المقاومة والقدرة على تحمل الإصابة معاً بحالة خليطة لسببين ؛ هما :

(١) أن النباتات الأصيلة فى أى منهما تكون قليلة الخصوبة .

(٢) أن النباتات الخليطة فى جين واحد فقط منهما لاتكون كاملة المقاومة ؛ نظراً للاعتقاد بأن هذين الجينين ليسا كاملَىْ السيادة .

وقد اختبر Cirulli & Ciccarese (١٩٧٥) ضراوة ١٩ عزلة من الفيرس على سلالات ذات أصول وراثية متشابهة من الصنف Craigella ، لا تختلف إلا فى جينات المقاومة للفيرس فى درجات حرارة ١٧ ، و ٢٢ ، و ٢٦ ، و ٣٠°م وتوصلا إلى النتائج التالية :

١ – أصيبت السلالات الخليطة فى أى من جينات المقاومة للفيرس بعدد من عزلات الفيرس أكبر من النباتات الأصيلة .

٢ – أصيبت النباتات بعدد من عزلات الفيرس فى درجة حرارة ٢٦ ، و ٣٠°م أكبر مما فى درجة حرارة ١٧ ، و ٢٢°م .

٣ – أصيبت النباتات الحاملة للجين Tm-1 بعدد من عزلات الفيرس أكبر من النباتات الحاملة للجين Tm -2 ، أو $Tm\text{-}2^2$.

٤ – كانت أكثر التراكيب الوراثية مقاومة تلك التى تحمل الجين Tm-1 بحالة أصيلة أو خليطة مع الجين Tm-2 ، أو $Tm\text{-}2^2$ بحالة أصيلة ، أو خليطة ، أو مع كليهما (أى مع الجينين Tm-2 ، و $Tm\text{-}2^2$) .

٥ – أمكن تمييز خمس سلالات من الفيرس بواسطة سلالات الطماطم

المستخدمة فى الدراسة .

٦ – كانت أفضل درجة حرارة لإجراء اختبار التمييز بين السلالات هى ٢٦°م .

هذا .. وتتوفر مصادر المقاومة للفيرس – حالياً – فى عدد كبير من أصناف الطماطم التجارية . وقد اختبرت عديد من هذه الأصناف بعزلات محلية من الفيرس ، ووجدت مقاومة (Allam وآخرون ١٩٧٤ ، و Hassan وآخرون ١٩٨٠) .

وفيما يتعلق بطبيعة المقاومة للفيرس .. أوضحت دراسات Arryo & Selman (١٩٧٧) أن الأصول المقاومة لم يكن لها أى دور فى الإصابة في الطعوم القابلة للإصابة ، بينما غيرت الأصول القابلة للإصابة من القابلية للإصابة بالفيرس فى الطعوم المقاومة ، أو الطعوم القادرة على تحمل الإصابة . وقد تمكن Maksoud وآخرون (١٩٧٥) من عزل مادة (أو مواد) مضادة للفيرس Antiviral Principal(s) (AVP) من كل من النباتات القابلة للإصابة والنباتات المقاومة بعد ١٥ يوماً من عدوى النباتات بالفيرس ، لكن الـ AVP المنتج فى النباتات المقاومة كان أكثر تثبيطاً لفيرس تبرقش أوراق الدخان النقى من الـ AVP المنتج فى النباتات القابلة للإصابة ؛ مما يدل على أن إنتاج الـ AVP فى النباتات المقاومة أسرع مما فى النباتات القابلة للإصابة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى توقف تكاثر الفيرس فى النباتات المقاومة . يتشابه الـ AVP فى هذا الشأن مع الفيتوألاكسينات ، ويختلفان فى كون الأخيرة لا تنتج إلا فى الخلايا المصابة المحيطة بها فقط ، بينما أمكن عزل الـ AVP من الأنسجة النباتية التى لم تسبق عدواها بالفيرس ؛ إلا أن ذلك لا يعنى أنه لم يصل إليها نظراً لأنه – أى الفيرس – يصيب النبات جهازياً .

التربية لمقاومة فيرس تجعد اوراق الطماطم الاصفر

يعد فيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر أخطر المسببات المرضية التى تصيب الطماطم فى منطقة الشرق الأوسط . وقد اختبرت مئات من أصناف وسلالات الطماطم ، ولكن لم يستدل على وجود المقاومة فى أى منها . إلا أن القدرة على تحمل الإصابة وجدت فى عدة أصناف تجارية ؛ منها : Early Pak7 ، و Pearl Harbour (El-Hammady وآخرون ١٩٧٦) ، و Peto CVF ، و Castlex 1017 ، و Suh Artic ، و S. Carolina T 3691 ،

و VFN 19 ، و Homestead 500 (Abu - Gharbieh وآخرون ١٩٧٨) ، و Castlex 499، و Castlex 1017 ، و VF145 - B - 7879 (Hassan وآخـرون ١٩٨٥) ، و Campbell 1138 ، و Campbell (P.I. 432947) ، و Kwangtung 30 ، و Kwangtung 59 ، و Kwangtung 85 ، و Kwangtung 105 ، و Rbri-75 ، و Quinte ، و Trimson ، و Columbia ، و Roza ، و Progress 1 ، و Slava ، و P.I. 406868 ، و P.I.452015 ، و P.I. 452020 ، و P.I.452025 (Hassan وآخرون ١٩٩١) ؛ كما وجدت القدرة على تحمل الإصابة في عدد من السلالات غير المحسنة من الطماطم ؛ منها : EC 104395 (Varma وآخـــرون ١٩٨٠ ، و Fadl & Burgstaller ١٩٨٦) ، و P.I.365923 ، و P.I.365925 ، و P.I.390648 (Hassan وآخرون ١٩٩١) .

كذلك اختبرت مئات من سلالات مختلف الأنواع البرية التابعة للجنس Lycopericon ، وكانت جميع الأنواع – كذلك – قابلة للإصابة بالفيرس ، إلا أن المقاومة أو القدرة على تحمل الإصابة وجدت في سلالات معينة منها .. وكانت أكثر هذه الأنواع مقاومة : L. peruvia-num ، و L. chilense ، و L. hirsutum ، و L. cheesmaii ، وأكثرها قدرة على تحمل الإصابة النوع L. pimpinellifolium (Nariani & Vasudeva ١٩٦٣ ، و Pilowsky & Cohen ١٩٧٤ ، و Hassan وآخـرون ١٩٨٢ ، ١٩٩١ ، و AVRDC ١٩٨٧ ، و Kas-rawi وآخـرون ١٩٨٨) .

وقد أكدت جميع الدراسات – التى أجريت في هذا الشأن – أن سلالات النوع L. pim-pinellifolium التى تتحمل الإصابة تصاب بالفيرس ، ولكن لا يتأثر نموها – بشكل ملحوظ – بالإصابة .هذا .. بينما تضاربت نتائج الدراسات التى أجريت على الأنواع البرية الأخرى بشأن ما إذا كانت مقاومة (أى لا تصاب بالفيرس) ، أم أنها قابلة للإصابة، ولكن لاتظهر عليها أعراض مرضية . فمثلاً .أوضحتدراسات Mazyad وآخرين (١٩٨٢) أن السلالات LA1401 من L. cheesmani f. minor ، و LA386 من L. hirsutum ، و CMV sel I.N.R.A من L. peruvianum ظلت خالية من أية إصابة بالفيرس ، بالرغم من أنها تعرضت للعدوى الطبيعية المستمرة لمدة عام كامل .. إلا أنه أمكن إصابة نباتات

السلالة الأخيرة عن طريق التطعيم ، وكذلك عن طريق الذبابة البيضاء ، عندما أجريت العدوى الصناعية فى درجات حرارة مرتفعة بلغت ٤٢°م نهاراً ؛ مما يفيد احتمال حدوث فقد جزئى للمقاومة فى درجات الحرارة العالية . هذا .. بينما أوضح Kasrawi وآخرون (١٩٨٨) أن نباتات هذه السلالة (CMV sel I.N.R.A) وخمس سلالات أخرى من نفس النوع (L. peruvianum) كانت حاملة للفيرس ، إلا أن عدوى النباتات بالفيرس فى هذه الدراسة كان بطريقتى التطعيم والذبابة البيضاء مجتمعتين .

وقد تبين من دراسات Hassan وآخرين (١٩٨٤ أ) أن المقاومة لفيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر تورث فى السلالة LA1401 من L. cheesmanii f. minor كصفة متنحية تقدر درجة توريثها - على النطاق الضيق - بنحو ٤٤ ٪ ، وأن المقاومة فى السلالة LA386 من L. hirsutum تورث كصفة سائدة يتحكم فيها أكثر من جين . وأضاف Banerjee & Kalloo (١٩٨٧) أن مقاومة السلالة B6013 من L. hisutum f. glabratum تنعزل فى الجيل الثانى - لتلقيحاتها مع الطماطم - بنسبة ١٣ مقاوماً : ٣ قابلاً للإصابة ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية .

أما بالنسبة لوراثة صفة المقاومة للفيرس التى توجد فى النوع البرى L. peruvianum .. فقد تطلبت دراستها نقل الصفة أولا من النوع البرى إلى الطماطم المزروعة ، وأنتجت لذلك السلالة M-60 التى كانت بمثابة الجيل الخامس للتلقيح الرجعى الثالث ، والتى وصفت بالقدرة على تحمل الإصابة بالفيرس . وقد وجد - عند تلقيح هذه السلالة مع الطماطم - أن تلك الصفة يتحكم فيها خمسة أزواج من العوامل الوراثية المتنحية (Pilowsky & Cohen ١٩٩٠) .

وقد حظيت السلالة LA121 من L. pimpinellifloium بدراسات عديدة ، أجمعت على أنها ذات قدرة عالية على تحمل الإصابة بالفيرس ؛ حيث وجد أن نموها الخضرى لا يتأثر بالإصابة ، ولا تظهر عليها الأعراض المرضية إلا بدرجة طفيفة (Pilowsky & Cohen ١٩٧٤ ، و Makkouk ١٩٧٨ ، و Hassan وآخرون ١٩٨٢) . وتبين من الدراسات الوراثية التى أجريت عليها وعلى غيرها من سلالات L. pimpinellifolium - التى تتميز بالقدرة

على تحمل الإصابة (مثل LA 1582 ، و LA 373 ، ونباتات منتخبة من LA 1478 ، و Hirsute - I.N.R.A) – أن تلك الصفة سائدة جزئياً (Pilowsky & Cohen ١٩٧٤) أو سائدة سيادة تامة (Geneif١٩٨٤ ، و Yassin ١٩٨٧ ، و Kasrawi ١٩٨٩) أو كمية ، ومتنحية جزئياً ، وذات درجة نفانية Penetrance غير كاملة ، ودرجة توريث متوسطة ، قدرت بنحو ٨٥ ،و ٦٢ ٪ على النطاق العريض ، و ٥٢ و ٢٧ ٪ على النطاق الضيق فى السلالتين : LA 121 ، و LA 373 على التوالى (Hassan وآخرون ١٩٨٤) .

وبالنسبة لجهود التربية لإنتاج أصناف مقاومة .. فقد بدأ Pilowsky & Cohen (١٩٧٤) برنامجاً لهذا الغرض باستخدام السلالة LA 121 من L. pimpinellifolium كمصدر لتحمل الإصابة ؛ وهي – كما ذكرنا آنفاً – تصاب بالفيرس ، ولكن الأعراض التى تظهر عليها تكون طفيفة ، كما لا يتأثر نموها بالإصابة . وقد انتخبت خلال برنامج التربية سلالات تتحمل الإصابة بالفيرس ، وتظهر عليها أعراض متوسطة للإصابة ، إلا أن نموها تأثر بوضوح من جرّاء ذلك . وعليه .. فقد أوقف هذا البرنامج فى عام ١٩٧٧ ، وبدأ الباحثان برنامجاً آخر يعتمد على السلالة P.I.126935 من L. peruvianum كمصدر للمقاومة (Pilowsky & Cohen ١٩٩٠) . وقد نتج من هذا البرنامج صنف جديد هو الهجين TY 20 ، الذى وصفه الباحثان بأنه يصاب بالفيرس ، ويعطى – تحت ظروف الحقل – أعراضاً طفيفة من الإصفرار بين العروق ، ومع التفاف قليل فى الوريقات بالنباتات البالغة ، وأنه لا يختلف – كمصدر للفيرس – عن الصنف الهجين القابل للإصابة Naama ، ولكن النباتات تعطى محصولاً مُرْضياً بالرغم من الإصابة . وباختبار هذا الصنف تحت ظروف الحقل (Hassan وآخرون ١٩٩١) .. وجد أنه يصاب بالفيرس بدرجة تقل – بشكل ملموس – عن الأصناف التجارية الأخرى القابلة للإصابة ، إلا أن نموه الخضرى يبقى قوياً بالرغم من إصابته .

ويعتقد المؤلف أن مقاومة هذا الصنف تقل كثيراً جداً عن مقاومة الأب البرى الذى أخذت منه المقاومة ؛ مما يدل على فقد جزء كبير منها أثناء الانتخاب للمقاومة خلال برنامج التربية . كما نتج من نفس برنامج التربية هجناً أخرى أعلى محصولاً من الهجين TY20، مثل : TY70 ، و TY71. هذا .. وقد جَرَتْ محاولة أخرى لنقل المقاومة من

السلالة البرية CMV sel I.N.R.A. من النوع L. peruvianum ، وانتخبت سلالة على درجة عالية من المقاومة من الجيل الرابع للتلقيح الرجعى الأول (Hassan وآخرون ١٩٨٧) .

كما تجرى محاولات أخرى فى عدة دول (مثل : هولندا وفرنسا بالتعاون مع دول أخرى يوجد فيها الفيرس ، ومصر ، والسودان ، والهند ، والأردن) لنقل الفيرس من مختلف الأنواع البرية – خاصة الأنواع L. peruvianum ، و L. hirsutum ، و L. pimpinelli-folium إلي الطماطم . وقدنتج عن برامج التربية الهولندية والفرنسية أصنافاً على درجة عالية من القدرة على تحمل الإصابة مثل E437 (أوفيونا Fiona) ، وتركوزا تى واى١ Turquesa TY 1 ، وتركزاتى واى ٢ وجميعها من الهجن . ويجرى برنامج آخر للتربية تابع للسوق الأوروبية المشتركة بالتعاون مع عدة دول (منها : مصر ، والسودان ، ولبنان ، وقبرص، ومالى ، والسنغال) ، ويرأسه H.Laterrot (١٩٩٠) . نتج من هذا البرنامج – إلى الآن – ثلاث سلالات تتحمل الإصابة بالفيرس بدرجات متفاوته ، وتستخدم لأغراض التربية للمقاومة، وهى :

١ – LATYLC : حصلت هذه السلالة على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس من السلالة LA 121 للنوع البرى L. pimpinellifolium بعد تلقيحين رجعيين إلى الطماطم ، وخمس دورات من الانتخاب للمقاومة فى لبنان ، خلال الفترة من ١٩٧٦ إلى ١٩٨٢ (Laterrot & Makkouk ١٩٨٣) .

٢ – PIMHIRTYLC : حصلت هذه السلالة على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس من السلالة Hirsute L. pimpinellifolium بعد تلقيحين رجعيين إلى الطماطم .

٣ – PERTYLC : حصلت هذه السلالة على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس من السلالة CMV sel I.N.R.A. للنوع L. peruvianum بعد تلقيحين رجعيين إلى الطماطم .

اتبعت عدة طرق لتقييم النباتات – لتحديد مدى مقاومتها أو قدرتها على تحمل الإصابة بالفيرس – كمايلى :

١ – اعتمد معظم الباحثين على أعراض الإصابة ، حيث تقسم النباتات – حسب شدة إصابتها – على مقياس وصفى ، يتراوح – عادة – من صفر (حيث لاتوجد أية أعراض

للإصابة) إلى ٤ أو ٥ (حيث توجد أشد أعراض الإصابة) ، وتكون بقية درجات المقياس للأعراض الطفيفة والوسطية .

٢ – أجريت اختبارات التقييم فى المركز الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر بتطعيم النباتات التى يراد تقييمها على نباتات مصابة بالفيرس . وللكشف عن وجود الفيرس فى الطعوم .. فإنها تطعم على نباتات N. benthamina خالية من الفيرس ؛ وهو عائل تظهر عليه أعراض الإصابة بسرعة (AVRDC ١٩٨٧) . ويعيب طريقة التقييم هذه أنها ليست الطريقة التى تصاب بها النباتات – طبيعياً – تحت ظروف الحقل ؛ وعليه .. فإنها تَسْتَبْعد – تلقائياً – أى احتمال للعثور على تراكيب وراثية مقاومة للإصابة بالـ عن طريق الذبابة البيضاء ، ولايظهر معها إلا طرازان من النباتات ، هما :

أ – النباتات المقاومة تماما لتكاثر الفيرس فيها .

ب – النباتات التى تتحمل الإصابة بالفيرس ؛ فلا تظهر عليها أية أعراض ، أو تظهر عليها أعراض طفيفة .

يستفاد مما تقدم أن طريقة التطعيم لا يمكن الاعتماد عليها إلا فى الكشف عن وجود الفيرس فى النباتات المختبرة ، وأن العدوى بالفيرس يجب أن تتم بطريق الذبابة البيضاء . وتأكيداً لذلك .. أوضح El-Hammady وآخرون (١٩٧٦) أن نباتات النوع L. peruvianum لا تظهر عليها أية أعراض للإصابة عند محاولة إصابتها عن طريق الذبابة البيضاء التى هى الوسيلة الوحيدة لنقل الفيرس فى الظروف الطبيعية ، إلا أن الفيرس انتقل إلى هذا النوع بالتطعيم . ومع ذلك .. فقد كان انتقال الفيرس بطيئاً واستغرق أكثر من شهرين لظهور الأعراض التى كانت طفيفة جداً ، وعلى صورة تجعد طفيف جداً بالوريقات ، دون أن يكون ذلك مصاحباً بأى اصفرار أو نقص فى حجم النبات . وقد أكد ذلك Mazyad وآخرون (١٩٨٢) الذين أمكنهم إصابة السلالة CMV sel I.N.R.A. من النوع L. peruvianum بطريق التطعيم ، غير أنها ظلت خالية من أية أعراض للإصابة . وقد تأكد احتواؤها على الفيرس باختبارات التطعيم على نباتات طماطم سليمة . وجدير بالذكر أن هذه السلالة ظلت معرضة للعدوى الطبيعية بالذبابة البيضاء لمدة عام كامل دون أن تصاب بالفيرس .

٣ – اتبعت كذلك طريقة الـ Squash - Blot Method فى الكشف عن وجود الفيرس فى النباتات المختبرة . توضع نقطة من العصير الخلوى لأى نسيج نباتى (أو حتى لأنسجة حشرة الذبابة البيضاء) على غشاء من النايلون nylon membrane . يكشف عن وجود الفيرس فى هذه النقطة بواسطة DNA probe خاص لهذا الغرض (Czosnek وآخرون ١٩٨٨ ، و Navot وآخرون ١٩٨٩) .

٤ – تمكن Marco (١٩٧٥) من تقدير درجة القدرة على تحمل الإصابة مبكراً – وبصورة كمية – بتقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل . وقد طبق الباحث هذه الطريقة على نباتات السلالة LA 121 من L. pimpinellifolium ، والصنف بيرسون Pearson ، ونباتات الجيلين الأول والثانى للتلقيح بينهما ؛ فوجد أن محتوى الأوراق من الكلوروفيل كان أعلى فى السلالة البرية مما فى الطماطم ، بينما كانت نباتات الجيل الأول وسطاً بينهما . وقد أظهرت الدراسة أن الإصابة بالفيرس أدت إلى نقص محتوى الأوراق إلى ٨٢ ٪ ، و٧٢ ٪ ، و ٥٩ ٪ بالنسبة المحتوى الطبيعى لأوراق النباتات السليمة فى السلالة البرية ، والجيل الأول ، والصنف بيرسون على التوالى . كما كانت درجات المقاومة المقدرة – عينياً – فى نباتات الجيل الثانى مرتبطة إيجابياً مع محتواها من الكلوروفيل .

وكما سبق أن أوضحنا .. فإن مقاومة تكاثر الفيرس داخل النبات إذا نقل إليه بطريق التطعيم ، والقدرة على تحمل الإصابة بالفيرس – إذا نقل إليه بأية طريقة كانت – هما وسيلتان لمقاومة النبات للفيرس . كما يمكن للنبات مقاومة الفيرس بوسيلتين أخريين ؛ هما المقاومة للإصابة الطبيعية بالفيرس عن طريق الذبابة البيضاء ، والمقاومة للذبابة البيضاء ذاتها .

وتحتل المقاومة للإصابة بالفيرس بطريق الذبابة البيضاء الجانب الأكبر من جهود الباحثين حاليا . كما يولى البعض أهمية خاصة لمقاومة الذبابة البيضاء ذاتها . فقد وجد Kisha (١٩٨١) اختلافات بين أربعة أصناف من الطماطم فى كثافة الشعيرات الغدية على السطح العلوى للأوراق ؛ حيث كانت الشعيرات فى الأصناف أيس ، وسترين بى ، ومنى ميكر أكثر كثافة مما فى الصنف مارجلوب . وقد أحدثت هذه الشعيرات تقييداً لحركة الذبابة البيضاء Bemisia tabaci ، وكان ذلك التأثير أقوى ما يمكن في الصنف سترين بى.

كما وجد Berlinger وآخرون (١٩٨٣) المقاومة لنفس نوع الذبابة فى بعض السلالات البرية للجنسين Lycopersicon ، و Solanum . كانت هذه المقاومة كمية ، وأرجعت إلى عديد من المسببات ؛ منها : الـ pH ، ومحتوى النبات من المركبات الثانوية ، والإفرازات النباتية اللزجة التى ربما كانت سامة للحشرة . كذلك اكتشف Ponti وآخرون (١٩٨٣) المقاومة لنوع الذبابة البيضاء Trialeurodes vaporariorum (وهى ليست ناقلة لفيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم) فى النوعين البريين L. hirutum ، و L. pennellii ، بينما لم يعثروا على المقاومة للحشرة فى أى من أصناف الطماطم التجارية المختبرة . كما ذُكِرَ (عن Ponti & Steenhius ١٩٨٤ ، و Van Gelder & De Ponti ١٩٨٧) أن النوعين L. pennellii ، و L. hirsutum f. glabratum مقاومان لكل من نوعى الذبابة T. vaporariourm ، و B. tabaci .

تفيد مقاومة الحشرة الناقلة فى الحد من تكاثرها فى حقول الطماطم ، وبذا .. فإنها تحد من انتشار الإصابة بالفيرس . هذا إلا أن هذا النوع من المقاومة لا يمنع الإصابة كلية ؛ لأنه تكفى أن تتغذى ثلاث حشرات فقط حاملة للفيرس على نبات سليم ؛ لكى تنقل إليه الفيرس (Cohen & Nitzany ١٩٦٦) .

التربية لمقاومة فيرس تبرقش الخيار

يصيب فيرس تبرقش الخيار cucumber mosaic virus (يكتب اختصاراً : CMV) نباتات الطماطم ، ويُحْدِث بها أعراضاً طفيفة على صورة تبرقش بالأوراق مع صغر فى حجمها . وقد ظهرت سلالة جديدة من الفيرس أطلق عليها اسم CMV satellite RNA ، تحدث أعراضاً شديدة عند إصابتها للطماطم ، وتؤدى إلى موت النباتات فى خلال ١٥ يوماً من الإصابة .

وقد وجد أن أحد سلالات النوع L. peruvianum الناتجة من التهجين :

L. peruvianum (P.I.126926 - A_1 - A_6) x L. peruvianum P.I.128648-6

كانت مقاومة جزئياً لفيرس الخيار ؛ حيث إنه تكاثر بها إلا أن أعراض الإصابة التى ظهرت عليها كانت أقل مما فى النباتات القابلة للإصابة . هذا إلا أن هذه السلالة قابلة للإصابة

بسلالة الفيرس CMVsatellite RNA بنفس درجة قابلية الطماطم للإصابة . كذلك اكتشفت المقاومة الجزئية لفيرس تبرقش الخيار فى النوع S. lycopersicoides ؛ حيث وجد أنه يصاب بالفيرس دون أن تظهر عليه أية أعراض . وتصاب نباتات هذا النوع – أيضاً – بسلالة الفيرس CMV satellite RNA غير أن الأعراض تظهر متأخرة ، وربما لا تؤدى الإصابة إلى موت النباتات كما هى الحال فى الطماطم (Jacquemond & Laterrot ١٩٨١) . ومن المعروف أن النوع S. lycopersicoides يتهجن بسهولة مع الطماطم ، إلا أن نباتات الجيل الأول تكون عقيمة بدرجة عالية .

التربية لمقاومة الأمراض النيماتودية

التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

أولاً : مصادر المقاومة

اختبر Bailey (١٩٤١) ٩٥ صنفاً تجارياً من الطماطم ، و ٤٢٠ سلالة من أنواع مختلفة من الجنس Lycopersicon ، ووجد أن جميع أصناف الطماطم والسلالات المختبرة من : L. esculentum ، و L. glandulosum ، و L. hirsutum ، و L. pimpinellifolium

كانت قابلة للإصابة ؛ إلا أنه وجدت المقاومة بدرجة عالية فى ١١ سلالة من النوع L. peruvianum من بين ٢٥ سلالة اختبرها الباحث من هذا النوع . كذلك وجد Alexander (١٩٥٩) المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى السلالة P.I.212407 من L. peruvianum .

وفى عام ١٩٤٤ .. قام P.G. Smith فى جامعة كاليفورنيا بإجراء التهجين الصعب :

L. esculentum cv.Michigan State Forcing x L. peruvianum P.I. 128657 ، واستعان ببيئة صناعية لزراعة الأجنة الناتجة من التهجين ، وهى فى مرحلة مبكرة من نموها – لتجنب اندثارها ، وهو الأمر الذى يحدث إذا تركت الأجنة فى النسيج الأمى لثمار الطماطم . وقد حصل V.M. Watts بولاية أركنساه Arkansas على عقل من نباتات الجيل الأول لهذا الهجين النوعى ، واستخدمها فى إنتاج أول وثانى تلقيح رجعى إلى الطماطم ، مع استعمال الطماطم كأم ، ونشرت دراسته فى عام ١٩٤٧ . أرسلت أنسال